

REVISTA TECNOLÓGICA CEA

Difusión vía red de cómputo

<http://www.revistatecnologicacea.mx>

ISSN 25940414

Año 6, Núm. 15, Volumen III

Diciembre 2021

Número Especial

MEMORIAS



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



DIRECTORIO

M. C. Manuel de Jesús Quiroz Sicaíros
Director

Mtro. Joel Martínez Cuevas
Subdirector Académico

Ing. Raúl René Robles Lacayo
Subdirector de Planeación y Vinculación

Lic. Laura Osuna Rodríguez
Subdirectora Administrativa

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Francisco Cervantes Ortiz

Dr. Hugo Cesar Cisneros López

Dr. José Francisco Rodríguez Rodríguez

Dr. Enrique Andrio Enríquez

Dr. Daniel Rodríguez Mercado

Dr. J. Guadalupe García Rodríguez

Dr. Jesús Frias Pizano

Dr. Sarahyt Santamaría González Figueroa

M.C. Francisco Chablé Moreno

LI. Jorge Abraham Rodríguez Sandoval

Dr. Israel Servín Gómez

MDHO. Luis Felipe Noriega Román

Mtra. María Cocepción González Cuevas

LI. Sergio García Gutiérrez

REVISTA TECNOLÓGICA CEA

Editor y Formador

Dr. Israel Servín Gómez

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Roque

Dirección: km. 8 Carretera Celaya- Juventino Rosas

Revista Número 15, Diciembre de 2021.

Revista Tecnológica CEA, Año 6, número 15, vol. III, Diciembre 2021, es una revista de número especial, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Roque, Av. Universidad No. 1200, quinto piso, Col. Xoco, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536002500 Ext. 65064, d_vinculacion05@tecnm.mx, Editor Dr. Israel Servín Gómez. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-071113482900-203, ISSN 2594 0414 ambos otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Responsable de la última actualización de este número MDHO. Luis Felipe Noriega Román, Jefe del Departamento de Comunicación y Difusión del Instituto Tecnológico de Roque, con domicilio en Km. 8 carretera Celaya Juventino Rosas, C.P. 38110 Roque, Celaya Guanajuato, México, tel. 461 6116361 ext. 116 fecha de última actualización 15 de diciembre de 2021.

El objetivo de la *Revista Tecnológica CEA* es la generación de conocimiento científico teórico y aplicado, para soporte de los contenidos de los planes y programas de estudio que se imparten en Tecnológico Nacional de México.

Las publicaciones de los artículos son sometidas a revisión por un comité de arbitraje, el proceso de evaluación del artículo guardará estrictamente el anonimato y el contenido es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Se autoriza la reproducción parcial o total de los contenidos e imágenes de la publicación con crédito de la fuente.

Revista Indizada en



CiteFactor



EDITORIAL

El IV Congreso Nacional y 2do. Internacional de Ciencias Agropecuarias del TecNM-Roque es un evento técnico-científico organizado por la **Academia de Ciencias Agropecuarias y los cuerpos académicos: Producción sustentable de semillas y granos, biosistemas, Desarrollo Académico Organizacional y Agricultura sustentable y aprovechamiento del Tecnológico Nacional de México** campus Roque; donde en esta, su cuarta versión se ofertaron seis talleres precongreso en modalidad virtual y presencial; Producción de inoculantes bacterianos y uso del biorreactor (virtual), Toma de decisiones mediante información meteorológica (presencial y virtual), Producción de ovinos (virtual), Uso eficiente del agua en un Sistema de Riego por Goteo (presencial y virtual), Manejo integral de apiario y de reinas para inseminación artificial (virtual y presencial) y Manejo de Plagas Urbanas (presencial), impartidos por expertos en el área del TecNM/Roque, CENID, Qro., INIFAP-CEBAJ y profesionales técnicos externos del área.

Además se impartieron seis conferencias magistrales; tres nacionales y tres internacionales, con la temática de: Altos valores de conservación (AVC) caso de estudio: palma de aceite (Universidad Autónoma de Chiapas, Méx.), La agroecología en Paraguay: experiencias y prácticas (Paraguay), Manejando incertidumbre en modelación de estrategias de riesgo (Wageningen University and Research, Holanda), Manejo agroecológico de plagas: extractos vegetales (TecNM, campus Morelia, Méx.), Impacto de las micorrizas en cultivos agrícolas producidos en sistemas de agricultura protegida (CINESTAV-Irapuato, Méx.) y Agro 4.0: Desafíos para la incorporación de nuevas tecnologías (Argentina).

Se presentaron **113** trabajos de Investigación; de los cuales, 86 fueron presentados en la modalidad de ponencias orales y **27** presentados en forma de Cartel. Las áreas del conocimiento consideradas fueron Producción agropecuaria, Fitomejoramiento, producción y calidad de semillas, Agroecología, Agua y recursos naturales, Innovación tecnológica, Biotecnología, Gestión empresarial, Alimentos y Aplicación de las tecnologías de la información. Las áreas del conocimiento más importantes por el número de manuscritos fueron producción agrícola y producción y tecnología de semillas.

Lo más notable de este número fue la contribución institucional; en este sentido, participaron 42 universidades e instituciones de investigación, entre las que se encuentran La Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, La Universidad Intercultural del Edo. de Tabasco, Colegio de Posgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Universidad Politécnica de Puebla, Universidad Veracruzana, así como los Tecnológicos Nacionales de Morelia, Milpa Alta, Apatzingán, Conkal, Salvatierra y Huichapan y centros de investigación INIFAP-Bajío e IINIFAP-San Luis de Paz y muchas, muchas más... Estas instituciones provienen de los Estados de: Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Morelos, Puebla, Yucatán, Campeche, Sonora, Culiacán, Guerrero, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Hidalgo, Jalisco, Coahuila, Puebla, Michoacán, Nuvo León, Veracruz....

Los países participantes en este evento fueron Argentina, Paraguay, Holanda y México como país anfitrión.

El comité organizador agradece la publicación de esta memoria del IV Congreso Nacional y 2º Internacional de Ciencias Agropecuarias del TecNM a través de un número especial a la Revista Tecnológica CEA del TecNM/Roque por poner al alcance de todos, la información vertida en este gran evento de encuentro virtual y de difusión científica y tecnológica.

Dr. Francisco Cervantes Ortiz

CONTENIDO

AVANCE EN LA GENERACIÓN DE VARIEDADES DE GIRASOL ALTO OLEICAS.....	18
CALENDARIOS DE RIEGO SOBRE LA EXPRESIÓN DEL RENDIMIENTO EN DIEZ GENOTIPOS DE TRIGO	24
CARACTERIZACIÓN DE CRECIMIENTO DE LOS ÓRGANOS DEL CULTIVO DE PEPINO	35
CONTENIDO NUTRIMENTAL DE FRUTOS DE VAINILLA (<i>Vanilla planifolia</i> Jacks ex Andrews) DE DIFERENTE EDAD DE COSECHA.....	41
CRECIMIENTO DE MANGOSTAN (<i>Garcinia mangostana</i>) L., A LOS 22 MESES DE EDAD EN EL MUNICIPIO DE TEZONAPA, VERACRUZ.....	48
EFFECTO DEL AMBIENTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE TREINTA Y SEIS GENOTIPOS DE TRIGO HARINERO	54
EFFECTO DEL TIPO DE CAMA PERMANENTE Y EL USO DE RASTROJO EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ	61
EL GIRASOL: CULTIVO ALTERNATIVO PARA LA ROTACIÓN EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN PARA GUANAJUATO.....	71
EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE TRIGO HARINERO EN SEIS REGIONES PRODUCTORAS DE TRIGO EN MÉXICO	76
RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL CULTIVO DE ZANAHORIA (<i>Daucus carota</i>) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS SISTÉMICOS	84
RESPUESTA AGRONÓMICA DE CUATRO HÍBRIDOS DE MAÍZ UTILIZANDO CAOLINITA PARA REDUCIR EL EFFECTO DE ESTRÉS POR ALTAS TEMPERATURAS EN TORREÓN, COAHUILA	90
VALIDACIÓN DEL ENSAYO IYPTE BAJO CONDICIONES DE ALTO RENDIMIENTO EN DOS LOCALIDADES DE MÉXICO	95
ACELERAMIENTO FISIOLÓGICO DEL FRIJOL FLOR DE JUNIO VARIEDAD LEON CON FERTILIZACIÓN FOLIAR	101
ADECUACIÓN DE COMPONENTES PARA INCREMENTAR PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DEL MAÍZ AMARILLO EN EL NORTE DE CELAYA	109
ANÁLISIS DE BASES TEÓRICAS SOBRE LOS BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 Y LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING	117

CAMBIOS EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL NOPAL VERDURA (<i>Opuntia ficus indica</i>) POR TRATAMIENTOS CON CALOR	129
CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS, COMPONENTES TECNOLÓGICOS E INDICADORES ECONÓMICOS EN EL SISTEMA VACA CRÍA EN GGAVATT DEL ESTADO DE GUANAJUATO.....	141
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE <i>Ricinus communis</i> PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL	147
CARBÓN ACTIVADO Y SU EFECTO EN VARIABLES AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE PEPINO (<i>Cucumis sativus</i>)	155
COMPONENTES FUNCIONALES EN VINO TINTO MEXICANO <i>Syrah, Malbec, Merlot y Cabernet sauvignon</i>	161
EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DEL GUSANO COGOLLERO (<i>Spodoptera frugiperda</i> SMITH) EN DIFERENTES GENOTIPOS DE MAÍZ.	168
COSTOS DE LA RESISTENCIA A ABAMECTIAN EN EL DESARROLLO DE <i>Plutella xylostella</i> (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE).....	176
CRECIMIENTO Y ESPORULACIÓN DE TRES CEPAS DE <i>Arthrobotrys sp.</i> AISLADAS DE RAÍCES DE JITOMATE	187
DESARROLLO DE UN PANQUE NUTRITIVO DE MAÍZ AZUL CON MERMELADA DE JAMAICA Y BETABEL.....	193
DESCRIPCIÓN VARIETAL DE SEIS VARIEDADES SINTÉTICAS EN EMERGENCIA DE PLÁNTULA A FLORACIÓN FEMENINA Y MASCULINA	201
DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES MÍNIMAS DE GERMINACIÓN PARA EL MALTEADO ARTESANAL DE SORGO.....	211
DIAGNÓSTICO DE LA GANADERÍA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DE COS, ZACATECAS	216
DIFERENTES DOSIS DE MEGAFOL EN TOMATE TIPO UVA VARIEDAD SWEET HEARTS EN CALIDAD Y RENDIMIENTO EN INVERNADERO	223
EFECTO DE (<i>Trichoderma</i>), ACTINOBACTERIAS Y ÁCIDO SALICILICO EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DE ÁRBOL.....	232
EFECTO DE CACHAZA Y ASERRÍN SOBRE EL DESARROLLO DE CEDRO ROJO (<i>Cedrela odorata</i> L.) EN VIVERO	244
EFECTO DE LOS FRUTOS TRITURADOS DE HUIZACHE (<i>vachellia farnesiana</i>) COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA ENGORDA DE OVINOS.	250

EFFECTO DE LOS GRADOS-DÍA EN LA FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE RÁBANO EN COSAMALOAPAN, VERACRUZ	256
EFFECTO DE VARIEDADES DE MAÍZ EN EL DESARROLLO DEL GUSANO COGOLLERO (<i>Spodoptera frugiperda</i> SMITH)	262
EFFECTO EN LA OVIPOSICIÓN DEL GUSANO COGOLLERO (<i>Spodoptera frugiperda</i> SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DIFERENTES VARIEDADES DE MAÍZ.	277
EFFECTOS DE DIFERENTES GENOTIPOS DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN Y CRECIMIENTO DEL GUSANO COGOLLERO (<i>Spodoptera frugiperda</i> SMITH) (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE) EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.	284
EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA DE SORGO FORRAJERO EN RIEGO POR GOTEO	292
ESPECIES DE <i>Fusarium</i> PRESENTES EN CUATRO SUELOS AGRÍCOLAS DEL CENTRO DE MÉXICO.	304
ESTABLECIMIENTO <i>in vitro</i> DE SEMILLAS DE AGAVE MEZCALERO (<i>Agave cupreata</i> TRELL)	311
ESTADO QUE GUARDA EL BANCO DE GERMOPLASMA DE AGUACATE DEL CEBAJ	325
ESTIMACION DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN MAÍZ FORRAJERO (<i>Zea mays</i> L.) BAJO DIFERENTES NIVELES DE EVAPOTRANSPIRACION	331
ESTRATEGIAS PARA INICIAR UNA AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LAS PYMES	337
EVALUACIÓN DE HABILIDADES BLANDAS EN LA ÚLTIMA ETAPA ACADÉMICA DE LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL DEL TECNOLÓGICO DE ROQUE	346
EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA EL CULTIVO DE CANAVALIA (<i>Canavalia ensiformis</i>) EN CLIMA CÁLIDO.	361
EVALUACIÓN DE TRES DISEÑOS DE HUERTO FAMILIAR BIOINTENSIVO EN LA COMUNIDAD DEL CHARAPE LA JOYA, QUERÉTARO	375
EVALUACIÓN DEL EFFECTO DEL CONSUMO DE UN ALIMENTO PREENTRENAMIENTO ELABORADO CON CAMOTE (<i>Ipomoea batatas</i> L.) EN DEPORTISTAS.	382
EVALUACIÓN DEL EFFECTO DEL ESTRÉS DURANTE LA PANDEMIA POR SARS-CoV2 EN LOS ESTUDIANTES DE GESTIÓN EMPRESARIAL DEL TECNOLÓGICO EXT. APASEO EL ALTO	389
RENDIMIENTO DE FRIJOL VARIEDAD LEÓN (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.)	396

MODELO AGROECOLÓGICO PARA FOMENTAR LA CULTURA DE LA SUSTENTABILIDAD EN EL TECMM, UNIDAD ACADÉMICA PUERTO VALLARTA	536
NIVEL DE DOMINIO EN HABILIDADES BLANDAS DE LOS ESTUDIANTES DE SEMESTRES INTERMEDIOS DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL DEL TECNOLÓGICO DE ROQUE.....	547
NIVELES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN SOBRE EL POTENCIAL HÍDRICO, TEMPERATURA Y RENDIMIENTO EN MAÍZ FORRAJERO EN RIEGO POR GOTEO.....	558
<i>Pantoea agglomerans</i> -INI5503 ALIVIA EL EFECTO DE UNA BAJA DISPONIBILIDAD DE Fe EN CONDICIONES DE INVERNADERO	566
PREFERENCIA EN LA ALIMENTACIÓN Y CRECIMIENTO DEL GUSANO COGOLLERO (<i>Spodoptera frugiperda</i> L.) (Lepidoptera: Noctuidae) EN DIFERENTES GENOTIPOS DE MAÍZ.	572
RESUMENES CORTOS.....	580
EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA SOBRE FENOLES, FLAVONOIDES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN FRUTOS DE PERA.....	581
EXTRACTOS ETANÓLICOS DE FLOR DE GARDENIA (<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis) EN CULTIVO DE TEMPORAL.....	582
EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE TRES CULTIVARES DE LILIO HÍBRIDO ASIÁTICO EN ASTACINGA, VERACRUZ	583
EXTRACTOS DE MUERDAGO PARA CONTROL DE HONGOS ASOCIADOS A LAS ENFERMEDADES DEL TOMATE	584
CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE VARIEDADES DE TRIGO	586
AISLAMIENTO DE CEPAS DE <i>Trichoderma</i> spp Y SU CAPACIDAD ANTAGÓNICA FRENTE A FITOPATÓGENOS DE PLANTAS <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Phytophthora capsici</i>	587
EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SEMILLA DE CINCO VARIEDADES DE Jitomate HEIRLOOM.....	588
EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES INOCULADOS EN SORGO.....	589
DESARROLLO VEGETATIVO DE TRIGO INOCULADO CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES	590
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE LECHUGA INOCULANDO HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES	591

PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DEL SUELO RELACIONADA CON GLOMALINA (PSRG)	
DE DISTINTOS CONSORCIOS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES	592
CALIDAD DE SEMILLA DE JITOMATE SALADETTE INOCULADO CON MICORRIZAS ..	593
VIABILIDAD DE SEMILLAS DE FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) GENERADAS	
MEDIANTE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.	594
VIGOR DE SEMILLA DE JICAMA (<i>Pachyrhizus erosus</i>) A TRAVES DE LA PRUEBA DE	
SOAK TEST.....	596
EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE VARIEDADES MEJORADAS DE MAICES DE COLOR EN	
GUANAJUATO	597
VIGOR DE SEMILLA DE CEBOLLA (<i>Allium capa</i> L.) A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE	
ENVEJECIMIENTO ACELERADO	598
CARACTERIZACIÓN DE UNA POBLACION NATIVA DE MAÍZ RAZA CELAYA	599
EVALUACIÓN DE LINEAS ELITE DE CARTAMO (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) EN EL VALLE	
DEL YAQUI, SONORA, MÉXICO	601
EVALUACIÓN DE BIOINSUMOS DEL TRÓPICO HÚMEDO EN LA ALIMENTACIÓN DE	
POLLOS (<i>Gallus gallus domesticus</i>) DE TRASPATIO EN TABASCO	602
CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ORÉGANO EN AGUACATLÁN, MUNICIPIO	
DE EL CARDONAL, HIDALGO	603
COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y BIOMASA DE FRIJOL PINTO RARÁMURI	
(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) BAJO CONDICIONES DE SEQUÍA TERMINAL	604
EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ALIMENTICIOS EN LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA	
(<i>Eisenia foetida</i>).....	605
DIVERSIDAD DE ACTINOMICETOS DEL SUELO EN 23 REGIONES DE MÉXICO	607
ACTINOMICETOS CON ACCIÓN ANTIFÚNGICA PARA EL CONTROL DE	
<i>Rhizoctonia solani</i>	609
PROYECTO DE ESCALAMIENTO DE FERTILIDAD INTEGRAL EN	
GUANAJUATO	610
VIABILIDAD DE SEMILLAS DE <i>Phalaris</i> spp. ALMACENADA POR 17 AÑOS.....	611
FERTILIZACIÓN CON BASE EN ANÁLISIS DE SUELO EN MAÍZ CON	
PRODUCTORES COOPERANTES DE AMEALCO, QRO	612
CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO ₂ EN ANDOSOLES	
EROSIONADOS	613
CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE ANDOSOLES	614

ADSORCIÓN DE COMPUESTOS ANIÓNICOS TÓXICOS PRESENTES EN AGUA MEDIANTE XEROGELES DE SÍLICE IMPREGNADOS CON ÓXIDOS INORGÁNICOS	615
EVALUACIÓN DEL PERFIL NUTRICIONAL DE LA HARINA DE PITHECELLOBIUM DULCE (GUAMÚCHIL) PARA SU APLICACIÓN EN PANIFICACIÓN	617
EFFECTO QUIMIOPREVENTIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DEL FRUTO <i>Vaccinium leucanthum</i> (CAHUICHE) EN RATONES CD1.....	618
COMPUESTOS ANTIOXIDANTES DE TRES ACCESIONES DE TUNA (<i>Opuntia</i> ssp.) CON DIFERENTE PIGMENTACIÓN	619
CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA FLOR DE CHIPILÍN (<i>Crotalaria longirostrata</i>)	620
CALIDAD ELOTERA DE MAICES NATIVOS RAZA ELOTES OCCIDENTALES DE LA ZONA BAJIO	621
IDENTIFICACIÓN DE ACTINOMICETOS DEL SUELO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO	622
INOCULANTES MICORRIZICOS Y EL DESARROLLO VEGETATIVO DE FRESA	623
LA SUSTENTABILIDAD DEL AGROECOSISTEMA CAÑA DE AZÚCAR DE SIHOCHAC, CHAMPOTÓN, CAMPECHE	624
MANEJO AGRONÓMICO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE UMBELA DE CEBOLLA	625
OBTENCION DE UNA MASA MADRE TIPO I CON HARINA DE SEMILLAS DE HUAUZONTLE	626

ALTERNATIVA PARA PRODUCIR FORRAJE, ROTACIÓN DE CULTIVO Y SERVICIO ECOSISTÉMICO EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL BAJÍO

Andrés Mandujano-Bueno^{1*}, Juan J. Garcia-Rodriguez¹, Miguel A. Ávila-Perches, Alfredo J. Gámez-Vázquez¹ y Francisco P. Gámez-Vázquez¹

¹Investigador del Campo Experimental Bajío, INIFAP. Km 6.5 Carr. Celaya – San Miguel Allende, Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: mandujano.andres@inifap.gob.mx

RESUMEN

En El Bajío existe gran demanda de forraje para el ganado; la alfalfa es el cultivo forrajero por excelencia, sin embargo, en invierno escasea y encarece, por otro lado, para sistemas de agricultura de conservación hay pocas alternativas de rotación de cultivo. El objetivo fue evaluar el cultivo de la mezcla avena-ebo como alternativa para producir forraje, rotar cultivos y generar servicios ecosistémicos. La evaluación se realizó en los sistemas de labranza convencional y de conservación en un suelo Vertisol típico de El Bajío. Los resultados indican que la mezcla avena-ebo produce 53 % más forraje, genera una relación beneficio costo 0.74 mayor que el cultivo de avena, además el rebrote cubre entre 75 y 100 % del suelo lo que reduce erosión y captura nitrógeno atmosférico para el siguiente cultivo, esto la convierte en una alternativa viable para producir forraje, rotar cultivos y generar servicios ecosistémicos en agricultura de conservación.

Palabras clave: Rotación, Labranza, Maíz-Avena-Ebo.

ABSTRACT

In El Bajío there is great demand for livestock forage; Alfalfa is the forage crop par excellence, however in winter it is scarce and more expensive, on the other hand, for conservation agriculture systems there are few alternatives for crop rotation. The objective was to evaluate the cultivation of the oat-ebo mixture as an alternative to produce forage, rotate crops and generate ecosystem services. The evaluation was carried out in the conventional tillage and

conservation systems in a typical Vertisol soil of El Bajío. The results indicate that the oat-ebo mixture produces 53% more forage, generates a cost benefit ratio 0.74 greater than the oat crop, in addition the regrowth covers between 75 and 100% of the soil, which reduces erosion and captures atmospheric nitrogen for the next cultivation, this conversion into a viable alternative to produce forage, rotate crops and generate ecosystem services in conservation agriculture.

Keywords: *Rotation, Tillage, Corn-Oats-Ebo.*

INTRODUCCIÓN

En Guanajuato hay gran demanda de forraje para alimento del ganado; la alfalfa es el forraje por excelencia, sin embargo, entre enero a junio escasea y encarece; por otro lado, para sistemas de agricultura de conservación de El Bajío hay pocas alternativas de rotación de cultivos, la rotación común es cereal-cereal, que afecta la fertilidad de los suelos, demanda mayor cantidad de fertilizante y agua, y propicia la presencia de plagas y enfermedades. El clima de El Bajío es Semicálido-subhúmedo (A)C(wo), con 585 mm de precipitación, entre los meses de junio a octubre y temperatura promedio de 20.5 °C (García, 1981); predominan suelos *Vertisoles*. En promedio, un agricultor cuenta con 5 a 15 ha, produce dos cosechas por año, con una rotación cereal – cereal que en conjunto con la quema de residuos de cosecha reducen las reservas orgánicas de los suelos (Báez *et al.*, 2012), que actualmente representan el 1 %. Los cultivos principales en primavera-verano (PV) son maíz y sorgo, y en otoño-invierno (OI) son trigo y cebada. El fertilizante nitrogenado se aplica hasta en 400 unidades ha⁻¹ por ciclo. Los rendimientos van de 8 a 12 t ha⁻¹ para maíz y sorgo, y de 5 a 7 t ha⁻¹ para trigo y cebada, respectivamente. Hidrológicamente El Bajío pertenece a la cuenca Lerma – Chapala y dispone de 1,109 millones de m³ (Mm³) de agua en las presas Solís, Allende y La Purísima para regar 116,930 ha con una eficiencia de conducción de 70 %. Además, existen 15,297 pozos de entre 10 y 270 m de profundidad que generan un déficit de 1,041 millones de m³ y abaten el manto freático entre 3 y 5 m anualmente; lo que impacta negativamente la agricultura y su rentabilidad. Lo anterior requiere implementar prácticas de cultivo para producir forraje, conservar el suelo y hacer uso eficiente del agua. El presente trabajo se estableció con la

finalidad de identificar el potencial de producción, rentabilidad de forraje y aporte ecosistémico de la producción de avena-ebo, en dos sistemas de labranza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en los ciclos OI 2018-2019 y OI 2019-2020 en labranza de conservación en camas permanentes de 1.5 m de ancho donde la preparación del terreno para la siembra fue un desvare y la reformación de camas, y en labranza convencional donde se dieron dos pasos de subsuelo, una rastra y el trazo de camas de siembra de 1.5 m de ancho. La rotación de cultivo fue maíz en PV y avena (+ Ebo) en OI. En el tratamiento 3 además del manejo definido se aplicaron 10 L de caldo sulfocálcico 50 DDS, para prevenir enfermedades y complementar la fertilización sólida (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos con rotación de cultivos, labranzas y variedades para la producción de forraje, Acámbaro, Guanajuato, Ciclos OI 2018-2019 y 2019-2020.

Trat	Rotación	Labranza	Nomenclatura
1	Maíz – Avena – Ebo	Conservación	MAECons
2	Maíz – Avena – Ebo	Convencional	MAEConv
3	Maíz – Avena – Ebo	Conservación + caldo orgánico	MAEConsCS
4	Maíz–Avena (Chihuahua)	Conservación	MACHi
5	Maíz–Avena (Karma)	Conservación	MAKar
6	Maíz–Avena (Obsidiana)	Conservación	MAObs

En ambos ciclos se sembraron seis hilos de la mezcla de 60 kg de avena más 40 kg de ebo ha⁻¹ en el lomo de las camas. Con base en análisis de fertilidad del suelo, se aplicó la fertilización 180N-40P-00K, fraccionada en dos aplicaciones: en la siembra 50 % del nitrógeno y todo el fosforo y 50 % del nitrógeno a los 35 días después de la siembra (DDS). En etapa de encañe se aplicaron 3 riegos a los 0, 35 y 65, DDS, no hubo plagas y para control de *Fusarium*, 37 DDS, se aplicaron 300 ml de Tebuconazole más Trifloxystrobin, al 22.63 %.

A los 100 DDS, en la floración del ebo y llenado de grano de la avena, se cortó el forraje cuatro centímetros por encima del suelo, en una superficie de 1.5 m² por repetición y se determinó el peso fresco; el material fue secado al sol hasta lograr 30 % de humedad (peso seco). Después

de empacar el forraje, se le aplicaron 100 kg de sulfato de amonio y un riego al rebrote para después de 30 días visualmente medir el % de cobertura del suelo en un área de 0.25 m², con las clases: 1 Escasa: 0-5 %, 2 Leve: 5-20 %, 3 Moderada 20-50 %, 4 Alta 50-75 % y 5 Muy Alta: 75-100 % (Agüero et al., 2018). Las variables evaluadas fueron peso fresco, peso seco y % de cobertura. Con los costos directos, y un precio de \$80 por paca de 40 kg de forraje al 30% de humedad, se determinó ingreso bruto y relación beneficio costo. El diseño experimental fue bloques completos al azar con seis repeticiones. A las variables evaluadas se les practicó un ANOVA, prueba de medias (DMS, $P \leq 0.05$) y contrastes ortogonales con el SAS ver 9.3 (SAS, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos para peso fresco, peso seco y % de cobertura. Se observaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) entre labranza convencional y de conservación y entre la rotación maíz-avena-ebo y maíz-avena. Los coeficientes de variación indican que el trabajo fue homogéneo, el análisis adecuado y los datos confiables.

Cuadro 2. Análisis de varianza del peso fresco y seco de forraje en seis tratamientos, Acámbaro, Guanajuato, OI 2018-2019 y 2019-2020.

Fuentes de variación	G. L.	Cuadrados medios					
		Peso fresco		Peso seco		% Cobertura	
Tratamientos	5	931290948	**	83815554	**	7.9	**
Bloques	5	19950425		1795785		0.2	
Error	25	13276293		1194872		0.41	
Coeficiente Variación (%)		12.0		11.9		18.4	
Maíz-Avena-Evo vs Maíz-Avena	1	1138241398	**	102441388	**	13.4	**

La mayor producción de forraje fresco y seco se obtuvo en los tratamientos 3 y 1 respectivamente que corresponden a la mezcla avena-ebo en rotación con maíz en labranza de conservación. El rendimiento promedio de ambos tratamientos fue estadísticamente superior ($P \leq 0.001$) y superó con 7,470 y 2,241 kg ha⁻¹ el rendimiento fresco y seco, respectivamente del tratamiento 2, donde la producción se realizó en labranza tradicional. La

diferencia en rendimiento fresco y seco entre los tratamientos 3 y 1 fue de 251 y 75 kg ha⁻¹ a favor del tratamiento 3 donde se aplicó caldo sulfocálcico, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Los menores rendimientos fresco y seco se encontraron en los tratamientos 4, 5 y 6 donde se produjo avena en rotación con maíz, en labranza de conservación. Al contrastar estos rendimientos con los tratamientos 1, 2 y 3 donde el cultivo fue la mezcla avena-ebo, se observa una diferencia de 21,899 kg ha⁻¹ de peso fresco y de 6,570 kg ha⁻¹ de peso seco a favor de la mezcla avena-ebo.

En los tratamientos 4,5 y 6 donde se cultivó avena en labranza de conservación, la mejor variedad fue Karma, estadísticamente no presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con Chihuahua, pero si con Obsidiana, siendo esta de 1,810 kg ha⁻¹.

La mayor cobertura de suelo con el rebrote, se logró con la avena-ebo, con una cobertura alta a muy alta, la cual fue superior al cultivo de avena cuya cobertura fue de leve a moderada; esto sugiere que es posible conservar el rebrote de avena-ebo para el posterior ciclo de maíz. El rebrote cubre el suelo y evita la erosión, además el ebo fija nitrógeno atmosférico para el siguiente cultivo.

Cuadro 3. Prueba de medias y contrastes ortogonales de los tratamientos, labranzas y rotación de cultivos, Acámbaro, Guanajuato, OI 2018-2019.

Tratamiento	Peso Fresco (kg ha ⁻¹)		Peso Seco (kg ha ⁻¹)		% Cobertura		
MAE-Cons	43,733	a	13,120	a	4.7	ab	
MAE-Conv	36,389	b	10,917	b	4.0	b	
MAE-ConsCO	43,984	a	13,195	a	4.8	a	
MA-Chi	20,410	c	6,123	c	2.8	c	
MA-Ka	22,017	c	6,605	c	2.5	c	
MA-Obs	15,983	d	4,795	d	2.1	c	
Contraste							
Maíz-Avena-Ebo	41,369	a	Maíz-Avena-Ebo	12,411	a	4.5	a
Maíz-Avena	19,470	b	Maíz-Avena	5,841	b	2.5	b

El análisis de rentabilidad ha⁻¹, arrojó costos directos de producción de \$18,000 el ingreso bruto para el tratamiento 3 donde se logró el mayor rendimiento seco fue de \$ 26,390, con esto, se logra una relación beneficio costo de 1.47, lo que indica que el productor recupera el costo de producción.

CONCLUSIONES

La mezcla avena-ebo producida en condiciones de labranza de conservación generó mayor cantidad de forraje y mejor rentabilidad que el cultivo de avena producido en labranza convencional o de conservación, lo que lo convierte en una alternativa para la producción de forraje y para la rotación de cultivos en el sistema de labranza de conservación.

LITERATURA CITADA

- Agüero, A. R., A. M. Rodríguez R., M. I. González L., P. Portugues G. y E. Brenes P. 2018. Abundancia y cobertura de arvenses bajo manejo convencional y orgánico de café y banano. *Agronomía mesoamericana* 29(1):85-93.
- Báez, P. A., J. M. Arreola T., B. Triomphe, A. Bautista C. y P. J. Licea M. 2012. Implementación de la siembra directa para producción de cebada maltera en el estado de Guanajuato. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(8): 1509-1519.

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 252 p.
- SAS, Statistical Analysis System (2018) The SAS system por Windows user's guide. Release 9.3 SAS Institute Inc, Cary, N. C., USA.

AVANCE EN LA GENERACIÓN DE VARIEDADES DE GIRASOL ALTO OLEICAS

Miguel Hernández Martínez* y Víctor Montero Tavera.

Investigadores del INIFAP del Campo Experimental Bajío, Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38010, Celaya, Gto. *Autor de correspondencia: hernandez.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El girasol es originario del centro y norte México, EUA y el sur de Canadá. Actualmente el 95% del grano se importa de Argentina, EUA y Canadá por la industria aceitera para el consumo humano. El mercado demanda aceite tipo alto oleico, por lo que las empresas ofrecen agricultura por contrato para su siembra a los productores interesados. La realidad es que no se ha generado variedades oleicas mexicanas y las empresas trasnacionales ofrecen híbridos, con un alto costo. El INIFAP para desarrollar variedades de girasol alto oleico ha iniciado, a partir de generaciones avanzadas de híbridos comerciales, mediante el método de mejoramiento Selección Recurrente Entre Progenies Autofecundadas (SREPA). El avance es, se tienen las líneas élite en S4 y falta 2 ciclos de ensayos de rendimiento para seleccionar al menos una variedad para su liberación.

Palabras Clave: *Calidad de aceite, omega 9, consumo humano.*

ABSTRACT

The sunflower is native to central and northern Mexico, the USA and southern Canada. Currently 95% of the grain is imported from Argentina, USA and Canada by the oil industry for human consumption. The market demands high oleic type oil, so the companies offer contract farming for sowing to interested producers. The reality is that Mexican oleic varieties have not been generated and transnational companies offer hybrids, at a high cost. The INIFAP to develop high oleic sunflower varieties has started, from advanced generations of commercial hybrids, through the breeding method Recurrent Selection Among Selfed Progenies (SREPA).

The advance is, we have the elite lines in S4 and there are 2 cycles of yield trials to select at least one variety for release.

Keywords: *Oil quality, omega 9, human consumption*

INTRODUCCIÓN

México es parte del centro de origen y de diversidad del girasol (*Helianthus annuus* L.), el cual está constituido por 49 especies, 12 anuales y 37 perennes, además de 19 subespecies (Bye and Lentz, 2006). Todas las subespecies son naturales de América (Harter, 2004); el hábitat natural del girasol es desde la parte centro y el norte de México (Lentz *et. al.*, 2006), hasta el sur de Canadá (Heiser, 1969). De América fue llevado a Europa por colonizadores españoles, ingleses y franceses (Vranceanu, 1977), sin embargo, se le ha dado poca o nula importancia al cultivo en México. El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos, considera que solo el 25% se ha colectado de la diversidad (SINAREFI, 2016).

En los últimos años (2016 a 2019), se está promoviendo la siembra del cultivo de girasol alto oleico, por las empresas aceiteras (ANIAME, 2018). Los estados en donde se está sembrando son Sonora, Jalisco, Guanajuato, Zacatecas, Durango y Tamaulipas, en una superficie de 12,000 hectáreas, bajo agricultura por contrato con las empresas Pepsico, AK de Jalisco y Tron Hermanos. La problemática que enfrenta el cultivo, es la baja: productividad, rentabilidad y competitividad del cultivo.

El objetivo es: Desarrollar variedades de girasol mexicanas alto oleico, que demanda la industria aceitera, de alto rendimiento y semilla de bajo costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la generación de variedades de girasol con alto contenido de aceite oleico, se partió de los híbridos comerciales Syngenta, Pioneer, Olisum, Nuseed, a los cuales se verificó que no hay problema de usar las generaciones avanzadas, aunque estén patentados. Se aplicó el método de mejoramiento Selección Recurrente Entre Progenies Autofecundadas (SREPA) propuesto por Benítez, 2002. A continuación, se describe las diferentes actividades del método SREPA, que se han realizado ciclo por año:

Primer ciclo. La SREPA consiste en que a partir del establecimiento en campo de la generación avanzada F2 (So = población original) de los híbridos comerciales alto oleico sobresalientes, al iniciar la floración se debe auto-fecundar 200 plantas (precoces, porte bajo, vigorosas y con fitosanidad), para la identificación de cuales de las 200 progenies S1 son alto oleico, se realizó en campo mediante la SAMM (Selección Asistida por Marcadores Moleculares), el muestreo foliar del DNA y análisis por marcadores moleculares si son oleicas o no, para tener la certeza de ello (Akkaya, 2018) y preceder a las autofecundaciones. Al cosecharlas las 200 S1, se mide el diámetro del capítulo, se desgranar y se pesan en forma individual, a las cuales se aplica una presión de selección del 15%; es decir se seleccionan sólo las 30 mejores por peso (rendimiento), contenido de aceite (en laboratorio) y demás características agronómicas de campo, para seleccionar las mejores.

Segundo ciclo. Cada una de las mejores selecciones, se siembran individualmente (selección por surco) y en floración se autofecundan (S2) individualmente 5 (siguiendo los criterios de precocidad, porte bajo, vigorosas y con fitosanidad). Se cosecha individualmente dentro de cada selección las 150 S1, a las cuales se mide el diámetro del capítulo, se desgranar, se pesan en forma individual, y se aplica una presión de selección del 15 a 17%, para seleccionar sólo las 25 mejores por peso (rendimiento), contenido de aceite (en laboratorio) y demás características agronómicas de campo.

Tercer ciclo. Cada una de las mejores selecciones, se siembran individualmente (selección por surco) y en floración se autofecundan (S3) individualmente 5 (siguiendo los criterios de precocidad, porte bajo, vigorosas y con fitosanidad). Se cosecha individualmente dentro de

cada selección las 125 S3, a las cuales se mide el diámetro del capítulo, se desgranar, se pesan en forma individual, y se aplica una presión de selección del 15 a 17%, para seleccionar sólo las 20 mejores por peso (rendimiento), contenido de aceite (en laboratorio) y demás características agronómicas de campo.

Cuarto ciclo. Cada una de las mejores selecciones, se siembran individualmente (selección por surco) y en floración se autofecundan (S3) individualmente 5 (siguiendo los criterios de precocidad, porte bajo, vigorosas y con fitosanidad). Se cosecha individualmente dentro de cada selección las 100 S3, a las cuales se mide el diámetro del capítulo, se desgranar, se pesan en forma individual, y se aplica una presión de selección del 15 a 17%, para seleccionar sólo las 15 mejores por peso (rendimiento), contenido de aceite (en laboratorio), por sus características agronómicas de campo, por uniformidad de altura y sincronía de la floración.

Quinto ciclo. En el ciclo invierno-primavera bajo riego, se establecerá ensayos uniformes en 3 localidades en Guanajuato, de las 15 mejores selecciones (en total 60 de los 4 híbridos iniciales) en arreglo de lotice 8 x 8, incluyendo los testigos comerciales. En forma separada se realizará la autofecundación S4 a cada selección. Actualmente hasta aquí, se tiene el avance del presente trabajo y los ciclos que faltan se detallan a continuación (en el sexto y séptimo ciclo).

Sexto ciclo. En el ciclo primavera-verano bajo temporal, se establecerá ensayos uniformes en 3 localidades en Guanajuato, de las 15 mejores selecciones (en total 60 de los 4 híbridos iniciales) en arreglo de lotice 8 x 8, incluyendo los testigos comerciales. En forma separada se realizará la autofecundación S5 a cada selección.

Séptimo ciclo. Una vez obtenido los resultados de las evaluaciones de las 6 localidades en los 2 ciclos, se seleccionará por rendimiento, análisis de estabilidad, alto contenido de aceite oleico y características agronómicas sobresalientes, al menos una o dos variedades alto oleico para su registro y liberación. Para el registro y liberación se establecerá el ensayo de caracterización varietal, empleando el catálogo internacional de la UPOV de Directrices de

Examen TG/81/6 de 2004 y proceder a su registro y liberación, registrando también la huella genética de la nueva variedad oleica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el método de mejoramiento Selección Recurrente Entre Progenies Autofecundadas (SREPA), el avance que se tiene, se detalla a continuación: a) Se cumplió el primer ciclo cosechando las 200 S1 por SAMM, a las cuales se les aplicó una presión de selección del 15%; para seleccionar sólo las 30 mejores por peso (rendimiento), contenido de aceite (en laboratorio) y demás características agronómicas de campo, para seleccionar las mejores. b) En el segundo ciclo se seleccionó sólo las 25 mejores. c) En el tercer ciclo se seleccionó las 20 mejores. d) En el cuarto ciclo es hasta donde se ha avanzado, seleccionando sólo las 15 mejores por peso (rendimiento), contenido de aceite (en laboratorio), por sus características agronómicas de campo, por uniformidad de altura y sincronía de la floración. Faltarían los últimos 3 ciclo (quinto al séptimo) para lograr la obtención de la generación de variedades alto oleico de girasol.

CONCLUSION

Con base en el método de mejoramiento SREPA, el avance es que se tiene 4 ciclos de autofecundaciones de mejores líneas de girasol alto oleico, las cuales se evaluarán en ensayos uniformes durante 2 ciclos para seleccionar las mejores variedades para su caracterización varietal, registro y liberación.

LITERATURA CITADA

- Akkaya, M. R. (2018). Prediction of fatty acid composition of sunflower seeds. *J. of food Science and Technology*, 55(6), 2318-2325.
- ANIAME. 2018. Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas. Oleaginosas en cadena. *Girasol, situación actual mundial y nacional*. Boletín bimestral No. 18. México, D.F.
- Benítez, R. I. 2002. Selección recurrente con progenies endogámicas de especies autógamas: Eficiencia de Campo. *Agrociencia*, vol. 36, núm. 1, enero-febrero, 2002, pp. 55-65; Colegio de Postgraduados; Texcoco, México.
- Bye, R., E. Linares y D. L. Lentz. 2009. México: centro de origen de la domesticación del Girasol. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 12(1):5-12.
- Harter, A.V. 2004. Origin of extant domesticated sunflowers in eastern North America. *Nature* 430, 201-205.
- Lentz, D.L., Pohl, M.E.D., Pope, K.O. & Wyatt, A.R. 2001. Preshistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in México. *Economic Botany* 55:370-376.
- SINAREFI, 2016. Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), *SNICS*. Tlalnepantla, Edo. De México. 88p.
- Vrănceanu, A. V. 1977. El Girasol. *Ed. Mundi-Prensa*. Madrid España.

CALENDARIOS DE RIEGO SOBRE LA EXPRESIÓN DEL RENDIMIENTO EN DIEZ GENOTIPOS DE TRIGO

Salvador Montero-Ramos¹, José Carmen B. Álvarez-Mandujano¹, Ma. Cristina Vázquez-Hernández², Alfredo J. Gámez-Vázquez³, Ernesto Solís-Moya³ y Luis A. Noriega-González^{2*}

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. ²Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8. ³Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende. *Autor de correspondencia: noriega_gonza@hotmail.com

RESUMEN

La producción de trigo en México depende en más de 90% de las zonas de riego las cuales están clasificadas con escasez alta de agua por lo que se deben sembrar variedades eficientes en el uso de agua. De tal manera que el objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento del rendimiento en diez genotipos de trigo en tres calendarios de riego (CR). Los genotipos utilizados fueron Conacist, Ibis, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Valles, Noreste, Faisán y Cortázar; y se establecieron en un diseño de parcelas divididas con parcelas grandes arregladas como un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Los riegos se realizaron en tres calendarios: 0-43 (A1-embuche), 0-43-70 (A2-floración) y 0-43-70-105 (A3-llenado de grano). La reducción en el CR de A3 a A2 generó la disminución del rendimiento de grano en 14.9% y la interacción genotipo x ambiente determinó que el mejor ambiente fue el A3, y el genotipo Faisán con la mayor productividad. En el ambiente A2, el comportamiento superior para rendimiento se expresó en el genotipo Elia; en condiciones limitantes de humedad (ambiente A1), Valles respondió satisfactoriamente para rendimiento.

Palabras clave: *Genotipo, calendario de riego, rendimiento, interacción genotipo x ambiente.*

ABSTRACT

Wheat production in Mexico depends on more than 90% of the irrigated areas which are classified with high water scarcity, so water-efficient varieties should be planted. Thus, the objective of the research was to evaluate the yield performance of ten wheat genotypes in three irrigation schedules (CR). The genotypes used were Conacist, Ibis, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Valles, Noreste, Faisán and Cortázar; and were established in a split plot design with large plots arranged as a randomized complete block design, with three replications. Irrigations were made in three schedules: 0-43 (A1-budding), 0-43-70 (A2-flowering) and 0-43-70-105 (A3-grain filling). The reduction in CR from A3 to A2 generated a decrease in grain yield of 14.9% and the genotype x environment interaction determined that the best environment was A3, and the Pheasant genotype with the highest productivity. In the A2 environment, the superior performance for yield was expressed in the genotype Elia; in moisture limiting conditions (A1 environment), Valles responded satisfactorily for yield.

Key words: *Genotype, irrigation schedule, yield, genotype x environment interaction.*

INTRODUCCIÓN

Una de las limitantes en las principales zonas de producción de trigo como son el sur de Sonora y el Bajío es la baja disponibilidad del agua por lo que ambas regiones están clasificadas dentro de las zonas hidrológicas con grado de estrés alto (CONAGUA, 2015). En Guanajuato se siembra anualmente más de 90% de su superficie bajo condiciones de riego colocándose en los tres primeros lugares de la superficie sembrada y el sexto lugar en la producción nacional (SIAP, 2018). De acuerdo con Bolaños *et al.* (2001) en un estudio realizado en Guanajuato de doce cultivos analizados, el trigo se ubicó en el tercer lugar con el mayor gasto en su lámina de riego con 0.97 m por ciclo agrícola siendo superior a los del garbanzo, tomate, jitomate, cebolla, brócoli, espárrago, maíz, ejote y frijol. Lo anterior, indica la dependencia de la producción nacional de trigo respecto del agua de riego y la escasez de este recurso en las principales zonas de producción (Solís *et al.*, 2014; Solís *et al.*, 2019). De tal manera, que se debe de promover el uso eficiente del agua evaluando el rendimiento de grano en función del

número de riegos aplicados en el ciclo del cultivo para que bajo estas condiciones puedan mantenerse los rendimientos (Xu *et al.*, 2018; Solís *et al.*, 2019). De acuerdo con Ledesma *et al.* (2012) existen variedades de trigo harinero recomendados para el Bajío que presentaron buen potencial de rendimiento en condiciones de riego normal y limitado, lo cual se debe en parte a que en etapas segregantes del proceso de mejoramiento genético se seleccionaron con base en su rendimiento bajo riego limitado. López *et al.* (2007) comentaron los efectos del déficit hídrico en el rendimiento del trigo en 3 estadios fenológicos. 1) El cultivo es sensible al déficit de agua en la etapa de los órganos reproductivos y en el momento de la floración. 2) El déficit de agua en la etapa de crecimiento reduce significativamente el rendimiento del grano debido a la reducción en el número de granos de pico. 3) Los tejidos de los órganos reproductivos son susceptibles al daño por déficit de agua, lo que afecta la formación de polen, así como la fertilización. También otros autores han reportado el efecto del déficit hídrico en genotipos en diferentes etapas del cultivo aplicando diferente número de riegos (Shirazi *et al.*, 2014), con suministro de riego y bajo sequía (Li *et al.*, 2011), por su parte Moreno *et al.* (2010) indican que es posible producir adecuados rendimientos de grano con solo 3 riegos: uno en la fecha de siembra y dos más a lo largo de la temporada de cultivo, en lugar del régimen de 4 riegos que se aplican actualmente en las regiones Noroeste y Bajío de México. Lo anterior nos brinda un panorama para que la selección de genotipos de trigo debiera basarse en la evaluación de materiales ante diversos grados de estrés hídrico (Li *et al.*, 2011). Lo anterior permitirá identificar genotipos con mayor tolerancia a la sequía, así como variables asociadas al rendimiento que contribuyan a disminuir el efecto desfavorable de la falta de agua. Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento del rendimiento en diez genotipos de trigo en tres calendarios de riego.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental de campo se estableció en la comunidad de La Tijera del municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato. De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), el clima de esta región es semicálido BS1Hw(e), con una precipitación media anual de 550 a 710 mm. El régimen térmico medio anual es de 18.4 °C. Con base en la clasificación de los suelos de la FAO-UNESCO, es un suelo del tipo Vertisol Pélico. El suelo se preparó con barbecho a 30 cm de profundidad, dos pasadas de rastra; posteriormente se formaron camas de 1.60 m y se fertilizó de fondo con dosis de 36N-92P-25K + microelementos, el re-abone se realizó 44 días posteriores a la siembra con dosis de 197N-0P-0K, obteniendo una dosis total de 233N-92P-25K. La siembra del material genético se desarrolló el 14 de diciembre de 2020 en forma manual, a chorrillo, sobre suelo seco, a tres hileras por cama de siembra de 1.60 m y se aplicó el mismo día el riego de germinación. Se utilizaron 120 kg ha⁻¹ de semilla para realizar la siembra. La semilla previó a la siembra fue inoculada con los microorganismos Trichodermas y Micorrizas. Los genotipos establecidos fueron: Conacist, Ibis, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Valles, Noreste, Faisán y Cortázar. El diseño utilizado fue parcelas divididas con parcelas grandes arregladas como un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones.



Figura 1. Genotipos de trigo manejados con tres calendarios de riego. Izquierda A3 y derecha A1. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-1 2020-21.

Las unidades experimentales consistieron de 1 cama con tres hileras de siembra cada una de 20 metros de largo (Figura 1). Los riegos se realizaron en tres calendarios: 0-43 (A1-embuche) con una lámina de riego aproximada de 0.45m, 0-43-70 (A2-floración) con lamina de riego de 0.65m y 0-43-70-105 (A3-llenado de grano) con 0.85m de lámina de riego (Figura 2). El número cero indica el riego de siembra y los números siguientes los días a los cuales se aplicaron los riegos de auxilio. La letra A indica el ambiente. Las malezas se controlaron con la aplicación de Amber (Triasulfuron) y Sigma (Mesosulfuron-metil/Iodosulfuron-sodio) a los 50 días después del riego de siembra. Se realizó una aplicación a los 59 días con Imidacloprid para combatir el pulgón verde en el cultivo. Las variables medidas fueron altura de planta, días a espigamiento, longitud de espiga, número de granos por espiga, biomasa, peso de mil granos, rendimiento de grano, numero de granos por metro cuadrado, índice de cosecha y numero de espigas por metro cuadrado. Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS Institute, 2002) y se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para identificar las diferencias entre calendarios de riego y variedades. Adicionalmente se realizó la prueba de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI) en GEA-R.



Figura 2. Aplicación de primer riego de auxilio y determinación de lámina de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-1 2020-21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas en las variables altura de planta, peso de mil granos, rendimiento de grano e índice de cosecha para el calendario de riego; este comportamiento se atribuye a que la disponibilidad del agua de riego afecta la productividad del cultivo de trigo y coincide con Gizaw *et al.* (2016), quienes indicaron que la disponibilidad de humedad en el suelo y la temperatura ambiental explicaron 86% de la variación del rendimiento en diferentes años y localidades. Así mismo este comportamiento concuerda con Hussain (2018) quien encontró que el rendimiento de grano es afectado por el riego, genotipo y aplicación de nitrógeno. Para el caso de genotipos la mayoría de variables presentaron diferencias significativas, excepto para biomasa, granos y espigas por metro cuadrado. En el factor calendario de riego, no se logró identificar diferencias significativas para longitud y número de granos de espiga, biomasa, número de granos y espigas por metro cuadrado; lo que indica probablemente que estas variables se incrementaron paralelamente en todos los genotipos en función de este factor; este comportamiento fue observado también por Martínez *et al.* (2020), donde no se presentaron diferencias estadísticas para espigas por metro cuadrado para genotipos, pero sí para el índice de cosecha y para el caso de la lámina de riego no localizaron diferencias para el peso de mil granos. En la interacción calendario de riego por genotipo no se localizaron diferencias estadísticas para ninguna variable estudiada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios y grados de libertad de variables agronómicas en diez genotipos de trigo con tres calendarios de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-1 2020-21.

FV	g.l	AP	ESPIG	L. ESP	GRA/ESP	BIOMASA	PMG	RG	GPMC	IC	EMPC
Bloques	2	13.26	9.95	0.8	151.82	54.79	4.28	11.68	36061541	0.117	23659
Calendario de riego (C)	2	42.46*	11.35 ^{ns}	2.68 ^{ns}	233.88 ^{ns}	20.57 ^{ns}	44.82**	14.20**	3758096 ^{ns}	0.1387**	8784 ^{ns}
Error (a)	4	24.26	6.04	5.5	245.91	85.8	3.37	16.73	146436302	0.1699	37206
Genotipos (G)	9	179.87*	1634.26**	227.04**	1109.78*	59.05 ^{ns}	46.62**	16.18**	92192652 ^{ns}	0.1618**	25578 ^{ns}
C * G	18	44.42 ^{ns}	53.53 ^{ns}	12.13 ^{ns}	538.11 ^{ns}	66.02 ^{ns}	15.17 ^{ns}	6.01 ^{ns}	101435104 ^{ns}	0.0617 ^{ns}	28693 ^{ns}
Error (b)	54	341.8	138	61.11	2941.6	223.33	47	33.46	294364588	0.3369	97265
Total	89	646.1	1853.15	309.29	5221.12	509.58	161.28	98.29	674248285	0.9863	221188
Media		29.1	79	9.88	48	12.71	7.91	16.19	12968	0.48	265
% CV		8.6	2	10.8	15.3	16	11.8	4.9	18	16	16

*, **= significativas con $p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$; FV= fuente de variación; g.l= grados de libertad; % CV= coeficiente de variación; AP= altura de planta; ESPIG= días a espigamiento; L.ESP= longitud de espiga; GRA/ESP= granos por espiga; BIOM= biomasa; PMG= peso de mil granos; RG= rendimiento de grano; GPMC= granos por metro cuadrado; IC= índice de cosecha; EPMC= espigas por metro cuadrado.

En la Figura 3, se presenta la interacción genotipo x ambiente y se aprecia que el mejor ambiente fue A3-llenado de grano, y el genotipo que expresó mayor productividad en este fue Faisán (9). Después le sigue el ambiente A2-floración, y el mejor comportamiento para rendimiento se localizó en Elia (3). En el ambiente A1-embuche, se presentó menor respuesta para rendimiento, pero el genotipo con mejor expresión fue Valles (7); El modelo AMMI explicó con el primer eje (CP1) el 76.63 % y con el CP2 el 23.37 % de la variación total del rendimiento, por lo que el biplot generado con el modelo AMMI explicó el 100% de la variación total (Figura 3). El genotipo con mayor estabilidad fue el 10 (Cortázar) pero con bajos rendimientos y el de mayor inestabilidad fue el 9 (Faisán), pero con el mayor rendimiento (Figura 4). Los genotipos con rendimientos superiores a la media fueron Conacist (1), Elia (3), Cortázar (10), Faisán (9), Cisne (4) y Alondra (5), respectivamente.

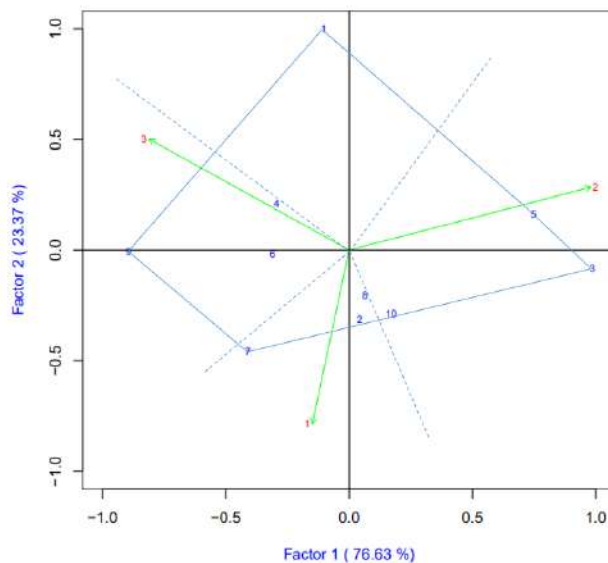


Figura 3. Interacción genotipo – ambiente de 10 genotipos de trigo, evaluados en 3 calendarios de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo OI 2020-21

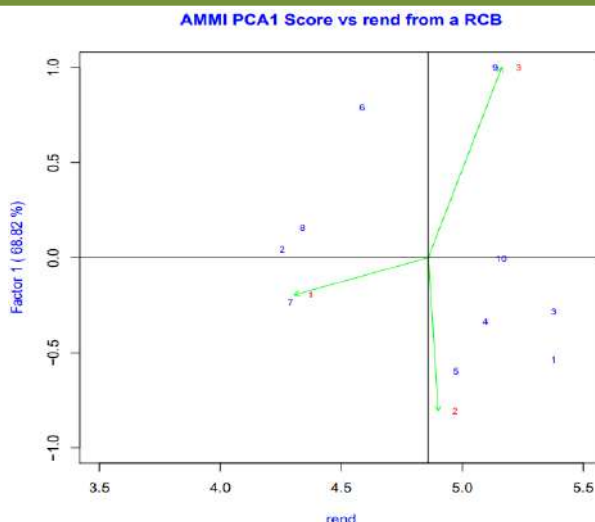


Figura 4. Patrón de respuesta de genotipos de trigo evaluados con tres calendarios de riego (ambientes). La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo OI 2020-21.

En el Cuadro 2, se presentan los promedios por calendario de riego de las variables analizadas. El ambiente A3, se asoció con los valores mayores de rendimiento, peso de mil granos e índice de cosecha. Estas variables mostraron una disminución en el ambiente A2 en un 14.9, 18.2 y 14.9 %, respectivamente; esta disminución en rendimiento es similar a la reportada por Martínez *et al.* (2020), en estudio con láminas de riego donde se encontró una reducción del 14.4%, al reducir de 1 a 0.8 m. También Paquini *et al.* (2016) reportaron porcentajes de 12.4 y 17.9 para la primera y segunda fecha de siembra, respectivamente, al pasar de riego normal a riego restringido en Celaya, Guanajuato. Lo anterior concuerda con lo indicado por Ayed *et al.* (2017); Valdés *et al.* (2017) y Thapa *et al.* (2019) quienes manifestaron que el rendimiento y algunos componentes disminuyen con la aplicación de menor agua de riego.

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento y sus componentes en trigo con tres calendarios de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo OI 2020-21.

Calendario de riego	AP	ESPIG	L. ESP	GRA/ESP	BIOMASA	PMG	RG	GPMC	IC	EPMC
3	29.8 a	80a	9.8a	49a	13.2a	8.90a	5.4a	12808a	0.54a	275a
2	29.3ab	79a	10.1a	49a	12.8a	7.53b	4.7b	13256a	0.47b	268a
1	28.2b	79a	9.7a	46a	12.1a	7.30b	4.5b	12839a	0.45b	252a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p = 0.05$). CR= Calendario de riego; AP= altura de planta (cm); ESPIG= días a espigamiento; L. ESP= longitud de espiga (cm); PMG= peso de mil granos (g); RG= rendimiento de grano (t ha⁻¹); GPMC= Numero de granos por metro cuadrado; IC= índice de cosecha; EPMC= Número de espigas por metro cuadrado.

En el Cuadro 3, se observa que los genotipos Conacist, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Faisán y Cortázar, presentaron rendimientos estadísticamente iguales con un rango de valores de 4.58 a 5.37 t ha⁻¹. Sin embargo, para el peso de mil granos sobresalen los genotipos Alondra, Faisán y Cortázar, con valores de 8.77, 8.55 y 9.11 gr, respectivamente. Para la longitud de espiga el mejor comportamiento se observó en Valles F2015, con un valor de 12.58 cm y en precocidad sobresalió Cisne F2016 con 72 días a floración. Los genotipos sobresalientes en rendimiento de grano presentan el mismo patrón de comportamiento para la variable de índice de cosecha.

Cuadro 3. Comparación de medias del rendimiento y sus componentes, por genotipo de trigo bajo condiciones de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-1 2020-21.

GENOTIPO	AP	ESPIG	L. ESP	GRA/ESP	BIOM	PMG	RG	GPMC	IC	EPMC
Conacist	28.66abc	80c	6.18e	47abc	13.71a	8bc	5.37a	14073a	0.54a	286a
Ibis	28.11bc	78d	10.77bc	51ab	12.30a	7d	4.26c	12868a	0.43b	256a
Elia	27.88bc	78d	11.42b	53a	14.08a	7.44cd	5.37a	15302a	0.54a	294a
Cisne	3.31a	72e	10.04cd	43bc	12.72a	8bc	5.09abc	13290a	0.51a	265a
Alondra	30.11ab	77d	10.10cd	50ab	13.10a	8.77ab	4.97abc	12142a	0.50a	273a
Fuerte Mayo	26.77c	87a	9.27d	47abc	12.81a	8bc	4.58abc	12019a	0.46b	267a
Valles	28.11bc	84b	12.58a	52a	11.95a	6.77d	4.29c	13233a	0.43b	249a
Noreste	28.77abc	85b	9.26d	46abc	11.23a	7.44cd	4.34bc	12227a	0.43b	234a
Faisán	30.22ab	77d	9.82cd	51ab	13.11a	8.55ab	5.13ab	12623a	0.51a	273a
Cortázar	31a	76d	9.36d	42c	12.07a	9.11a	5.16ab	11901a	0.52a	252a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p = 0.05$). AP= altura de planta; ESPIG= días a espigamiento; L.ESP= longitud de espiga; GRA/ESP= granos por espiga; PMG= peso de mil granos; RG= rendimiento de grano; GPMC= granos por metro cuadrado; IC= índice de cosecha; EPMC= espigas por metro cuadrado.

CONCLUSIONES

El rendimiento de grano y sus componentes se afectaron en mayor medida cuando se suspendió el riego en la etapa de espigamiento. El mejor calendario de riego fue el 3 y el genotipo con mejor expresión fue Faisán, este presenta un excelente peso de mil semillas. Bajo condiciones limitantes de humedad (Calendario de riego 1), el genotipo Valles responde satisfactoriamente para rendimiento. En condiciones intermedias de humedad (Calendario de riego 2), la mejor expresión se presentó en el genotipo Elia, además presenta excelente precocidad.

LITERATURA CITADA

- Ayed, S.; Rezgui, M.; Othmani, A.; Rezgui, M.; Trad, H.; Silva, J. A. y Kharrat, M. 2017. Respuesta al estrés hídrico de trigos duros (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) y harineros (*Triticum aestivum* L.) de Túnez. *Agrociencia*. 51(1):13-26.
- Bolaños-González, M.; Palacios-Vélez, E.; Scott, C. y Exebio-García, A. 2001. Estimación del volumen de agua usado en una zona de riego mediante una imagen de satélite e información complementaria. *Agrociencia*. 35(6):589-597.
- CONAGUA. 2015. Comisión Nacional del Agua. Statistics on Water in Mexico 2015. Edition. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015-ing.pdf>.
- Gizaw, S. A.; Garland-Campbell, K. and Carter, A. H. 2016. Evaluation of agronomic traits and spectral reflectance in Pacific Northwest winter wheat under rain-fed and irrigated conditions. *Field Crops Res.* 196(9):168-179.
- Hussain, M. 2018. Improving the performance of bread wheat genotypes by managing irrigation and nitrogen under semi-arid conditions. *Archives Agron. Soil Sci.* 64(12):1678-1689.
- Khakwani, A. A.; Dennett, M. D.; Munir, M. and Abid, M. 2012. Growth and yield response of wheat varieties to water stress at booting and anthesis stages of development. *Pak. J. Bot.* 44(3):879-886.
- Ledesma, R. L.; Solís, M. E.; Suaste, F. M. P.; Rodríguez, C. J. F. y Cruz, G. M. L. D. 2012. Análisis GGE BIPLLOT del rendimiento de trigo (*Triticum* spp.) con riego normal y restringido en el Bajío, México. 2012. *Agrociencia*. 46(2):119-131.
- Li, P.; Chen, J. and Wu, P. 2011. Agronomic characteristics and grain yield of 30 spring wheat genotypes under drought stress and nonstress conditions. *Agron. J.* 103(6):1619-1628.
- López-Bellido, R.J., López-Bellido, L., Benítez-Vega, J., and López-Bellido, F.J. 2007. Tillage system, preceding crop, and nitrogen fertilizer in wheat crop: II. Water utilization. *Agronomy Journal* 99:66-72
- Martínez, C. E.; Espitia, R. E.; Villaseñor, M. H. E.; Hortelano, S. R. y Muñiz, R. E. 2020. La productividad del trigo harinero bajo diferentes condiciones de riego. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11(6):1349-1360.

- Moreno-Ramos, O.H., Rodríguez-Casas, J., Canseco-Vichis, E.P., Martin, E., Herrera-Andrade, H., y Turrent, A. 2010. Época de aplicación del primer riego y densidad de plantas en el cultivo de trigo. *Biotecnia* 12(3):32-41.
- Paquini-Rodríguez, S. L.; Benítez-Riquelme, I.; Villaseñor-Mir, H. E.; Muñoz-Orozco, A. and Vaquera-Huerta, H. 2016. Incremento en el rendimiento y sus componentes bajo riego normal y restringido de variedades mexicanas de trigo. *Rev. Fito. Mex.* 39(4):367-378.
- SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's Guide, Software versión 9.0. Cary, N. C., USA. 4424 p.
- Shirazi, S. M.; Zardari, N. H.; Yusop, Z.; Ismail, Z. and Othman, F. 2014. Performance of wheat crop under different irrigation regimes and nitrogen levels. A field experiment. *J Environ. Protec. Eco.* 15(3):973-982.
- SIAP. 2018. Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx.
- Solís, E., Huerta, J., Villaseñor, H.E., Pérez, P., Ramírez, A., Ledesma, L., et al. 2014. Luminaria F2012, nueva variedad de trigo harinero para riego restringido en El Bajío. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(2):325-330.
- Solís-Moya, E.; Huerta-Espino, J.; Villaseñor-Mir, H. E.; Mariscal-Amaro, L. A.; Ledesma-Ramírez, L. y Pérez-Herrera, P. 2019. Elia m2016, nueva variedad de trigo harinero para riego restringido en el Bajío, México. *Rev. Fito. Mex.* 42(1):79-81.
- Thapa, S.; Xue, Q.; Jessup, K. E.; Rudd, J. C.; Liu, S.; Marek, T. H.; Devkota, R. N.; Baker, J. A. and Baker, S. 2019. Yield determination in winter wheat under different water regimes. *Field Crops Res.* 233(3):80-87.
- Ul-Allah, S.; Iqbal, M.; Maqsood, S.; Naeem, M.; Ijaz, M.; Ashfaq, W.
- Xu, X.; Zhang, M.; Li, J.; Liu, Z.; Zhao, Z.; Zhang, Y.; Zhou, S. and Wang, Z. 2018. Improving water use efficiency and grain yield of winter wheat by optimizing irrigations in the North China Plain. *Field Crops Res.* 221(5):219-227.

CARACTERIZACIÓN DE CRECIMIENTO DE LOS ÓRGANOS DEL CULTIVO DE PEPINO

Ricardo Yáñez-López^{1*}, Carlos Cuellar Zambrano¹, Juan Ángel Quijano Carranza¹, Luis Patricio Guevara Acevedo², Daniel Rodríguez Mercado³, Hugo Cesar Cisneros López³, Antonio Vázquez Ortega² y José Honorato Arreguin Centeno²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5. Autor de correspondencia; ²Tecnológico Nacional de México Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8. *Autor de correspondencia: yanez.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El estudio de la fisiología del es importante para la generación de información que permitan mejorar el manejo agronómico. Con el objetivo de realizar la caracterización del cultivo de pepino en cuanto a la ganancia de materia seca durante su ciclo de cultivo se realizaron semanalmente muestreos destructivos para la toma de muestras de materia seca y fenología. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que, aunque durante toda la etapa de vida del cultivo los órganos se mantienen en constante crecimiento a partir de la etapa de reproducción es prioridad para la planta garantizar la formación de los frutos, por lo que la mayoría de la materia seca que se genera a partir de la fotosíntesis es canalizada a los órganos reproductivos. Con la caracterización de los cultivos se puede realizar recomendaciones de manejo como nutrición y labores de campo.

Palabras clave: *Materia seca, Fenología, agricultura protegida.*

ABSTRACT

The study of the physiology of the is important for the generation of information that allow to improve the agronomic management. In order to perform the characterization of the cucumber crop in terms of the gain of dry matter during its cultivation cycle. Destructive samplings were carried out weekly to take samples of dry matter, phenology. According to the results obtained, we can conclude that, although during the entire life stage of the crop the organs remain in

constant growth from the reproduction stage, it is a priority for the plant to guarantee the formation of the fruits, with the characterization of the crops, management recommendations such as nutrition and field work can be made.

Key words: *Dry matter, phenology, protected agriculture*

INTRODUCCIÓN

La producción y la superficie sembrada en el cultivo de pepino ha aumentado en los últimos 20 años. Más del 60% del pepino exportado por México se produce en invernaderos con tecnología que incluye el uso de genotipos de alto rendimiento, larga vida de anaquel, siembra de precisión, acolchados, maquinaria especializada para empaque y uso de fertirrigación hidropónica (Reho, 2015). El monitoreo de cultivos es esencial en la agricultura protegida ya que de manera constante se conoce el estado del sistema de producción. El monitoreo del clima, suelo la planta y la automatización de procesos ha aportado de manera importante a estos sistemas de producción.

México es el segundo exportador mundial de pepino y el primer proveedor del mercado de Estados Unidos, principalmente en la época de invierno, cuando se produce esta hortaliza en invernaderos y se aumenta significativamente el rendimiento, desde 25-50 ton·ha⁻¹ (campo abierto) hasta 80-180 t ha⁻¹, en vista principalmente del control computarizado del clima, mejoramiento en las técnicas de producción e introducción de sustratos artificiales y genotipos de alta productividad (Intagri, 2012). La SAGARPA (2015) reporta en el 2014 una superficie cultivada bajo el sistema de agricultura protegida de 23,482 hectáreas, de las cuales el 60 % son invernaderos y el 40 % mallas casa-sombra, cultivadas con jitomate (70 %), pimienta (16 %) y pepino (10 %).

La producción agrícola bajo invernadero ha permitido obtener productos de calidad y rendimientos elites, en relación a los sistemas tradicionales de cielo abierto. La selección apropiada de la variedad de las hortalizas determina el rendimiento y calidad de la cosecha (Ortiz, 2011).

Dada la importancia de caracterización de los cultivos hortícolas y que en México el cultivo de pepino en invernadero es un sistema de producción cada vez más en expansión por las crecientes posibilidades de exportación, además que no se tienen suficientes estudios básicos sobre aspectos de la fisiología de su crecimiento, se realizó la presente investigación con el objetivo Contabilizar la ganancia de materia seca en las distintas etapas de cultivo de pepino en invernadero y ajustar la ecuación o modelo que represente el comportamiento del incremento.

MATERIALES Y MÉTODOS

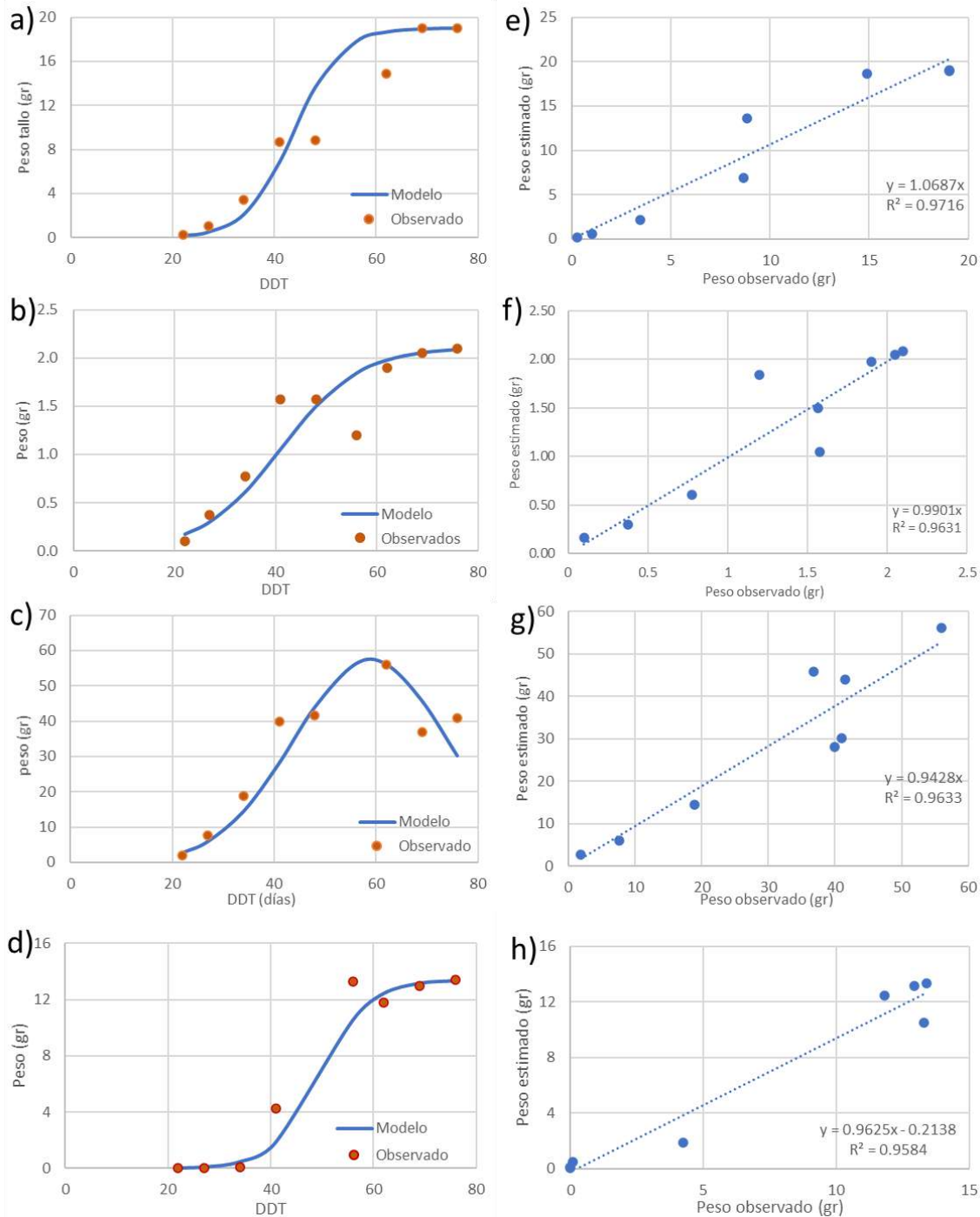
La investigación se llevó acabo en los invernaderos del campo experimental del Instituto Tecnológico de México-Roque. La variedad utilizada fue proporcionada por la compañía ENZA ZADEN® GEN-2. La unidad experimental consistió en cinco camas en las que la distribución de las plantas fue de 15 cm entre planta y a dos hileras por cada cama con 9 m de largo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar para la toma de muestras de materia seca, en cuanto a fenología se seleccionaron cinco plantas.

Se realizo un muestreo destructivo de manera semanal para determinar materia seca de tallos, hojas, raíz, flores y frutos. La selección de la muestra se determinaba al azar en las tres camas centrales. Para obtener el peso seco, las muestras vegetales se secaron en estufa de secado Felisa® FE_133D, a 70° C hasta la obtención del peso constante y se pesaron en una báscula digital Ohaus Scout Pro® Modelo: 30253019. Después de 12 días del trasplante se monitoreo el crecimiento fenológico dos veces por semana en el que se registraron datos de altura, grosor del tallo, numero de hojas, flores y frutos de las plantas seleccionadas en las tres camas centrales. Se tomaron además datos de rendimiento total por planta durante la etapa de fructificación del cultivo expresado en gramos. Para la determinación de los modelos se ajustaron varios tipos de curvas hasta encontrar la que mejor ajustaba al comportamiento de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados indican que la materia seca de hojas presento una trayectoria sigmoide a través del tiempo. La materia seca de tallo mantuvo un aumento lineal en las muestras. En lo que concierne a la materia seca del fruto se observa un pico, mientras que en la tercera semana se presentó un descenso y se mantiene constante en las últimas muestras. Al igual que el tallo los resultados obtenidos de la materia seca de la raíz muestran un aumento lineal. Cada órgano va acumulando materia seca conforme el ciclo avanza, pero se observaron algunos declives en cuanto a hojas y frutos, esto se debe posiblemente al inicio de cosecha y los deshojes programados. En cuanto al tallo y raíz se mantiene de la mano con la acumulación de unidades calor, es decir conforme aumentan las UCA la generación de materia seca aumenta tal como lo reporta Hoyos (2012). El comportamiento de la fracción de o partición por órgano, se puede observar como la proporción de hoja siempre fue mayor en comparación con los demás órganos, estando por encima del 50% a lo largo de todo el ciclo.

En el caso del fruto se observa un incremento de proporción simultáneo a la disminución de la hoja seguido de una disminución debido a las prácticas de cosecha realizadas, mientras que la raíz y tallo mantuvieron un ligero incremento a lo largo de todo ciclo. La capacidad de intercepción de luz por parte de la planta depende directamente de la proporción o fracción de hoja, la cual, a su vez, depende de la etapa fenológica, o de las unidades calor. El avance en el desarrollo del cultivo incrementa la capacidad de intercepción de luz de planta, pudiendo aprovechar la mayor cantidad de energía disponible. La variación en la producción en fotosíntesis bruta y el incremento en materia seca, indicó que la planta presenta en crecimiento logístico de la misma durante el ciclo de cultivo, lo que coincide con lo reportado por Barraza (2012).



En la Figura 1 se puede observar la curva ajustada para la acumulación de materia seca por órgano y la regresión lineal entre el dato observado y calculado, encontrando que los valores de R^2 son altamente significativos.

CONCLUSIONES

La caracterización de cultivos como línea de investigación nos permite conocer el comportamiento de crecimiento y desarrollo de las plantas. En el caso de los cultivos de crecimiento indeterminado es de relevancia conocer las modificaciones en el crecimiento. Debido a los hábitos de crecimiento del cultivar utilizado en el estudio podemos concluir que, aunque durante toda la etapa de vida del cultivo los órganos se mantienen en constante crecimiento a partir de la etapa de reproducción es prioridad para la planta garantizar la formación de los frutos por lo que la energía que la planta produce a través de la fotosíntesis es destinada a la formación de los mismos.

LITERATURA CITADA

- Barraza Alvarez, F. (2012). Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. Temas Agrarios, 17(2), 18-29. <https://doi.org/10.21897/rta.v17i2.699>.
- Hoyos G. D., Morales O. J. Gonzalo C. A. H. Montoya R. A. P., Correa L., G., Jaramillo V. S. (2021). Acumulación de Grados-Día en un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) en un Modelo de Producción Aeropónico. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín [en línea]. 2012, 65(1), 6389-6398[fecha de Consulta 31 de Julio de 2021]. ISSN: 0304-2847. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179924340009>
- López-Cruz, I. L., Ramírez-Arias, A., y Rojano-Aguilar, A. (2005). Modelos matemáticos de hortalizas en invernadero: trascendiendo la contemplación de la dinámica de. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(2): 257-267.
- Reho, A. (2015). En: Meister Media Worldwide. Recuperado el 17 de octubre de 2020, de El pepino sinaloense continúa escalando su exportación. <http://www.hortalizas.com/horticultura-prottegida/el-pepino-sinaloense-continua-escalando-su-exportacion>

CONTENIDO NUTRIMENTAL DE FRUTOS DE VAINILLA (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews) DE DIFERENTE EDAD DE COSECHA

Vargas Hernández Juan^{1*}; Arévalo Galarza Ma. de Lourdes²; Delgado Alvarado Adriana³; García Osorio Cecilia²; Jaén Contreras David².

¹INIFAP, Campo Experimental San Luis. Ejido Palma de la Cruz Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México; ³Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Puebla, México. *Autor de correspondencia: vargas.juan@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer la cantidad de macro y micronutrientes que se acumulan en el fruto de vainilla verde y beneficiado a diferente edad (20, 24, 28 y 32 semanas después de la polinización (SDP)). Los frutos de cada edad se cosecharon en una huerta ubicada en la Huasteca Potosina y se trasladaron al laboratorio de nutrición para realizar la determinación de los macro y microelementos. Los resultados mostraron que el K fue el elemento con mayor contenido con 1.01% en frutos de 20 SDP, seguido de Ca y N, siendo los micronutrientes con mayor concentración: Mn y B. En fruto beneficiado el Ca y Fe fueron los elementos que disminuyeron debido al proceso de curado, el resto de los macro y micro elementos incrementaron conforme avanzó la edad de los frutos.

Palabras clave: *Calidad de vainilla, Macronutrientes, Micronutrientes.*

ABSTRACT

The aim of this study was to know the content of macro and micronutrients that accumulate in green and cured vanilla fruit at different ages (20, 24, 28 and 32 weeks after pollination (WAP)). Fruits of each age were harvested in an orchard located in the Huasteca Potosina and they were transferred to the nutrition laboratory to carry out the determination of the macro and microelements. Results showed that K was the element with the highest content with 1.01% in fruits of 20 (WAP, followed by Ca and N, being the micronutrients with the highest

concentration: Mn and B. In benefited fruit, Ca and Fe were the elements that decreased due to the curing process, the rest of the macro and micro elements increased as the age of the fruits advanced.

Keywords: *Quality of Vanilla. Macronutrients. Micronutrients.*

INTRODUCCIÓN

La nutrición de la planta de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews) es un tema crítico cuando se trata manejo de huertas comerciales, debido a que el sistema radicular es superficial y se desarrolla sobre la capa de materia orgánica del suelo. Las raíces de la planta de vainilla absorben los nutrimentos de la hojarasca en descomposición, de ahí la utilidad del uso de abonos orgánicos (Ramírez *et al.*, 1999). Por lo general, los productores de vainilla utilizan residuos vegetales en descomposición o composta. La mayoría de los sustratos que se utilizan para el cultivo comercial de vainilla es hojarasca, corteza descompuesta de árboles, fibra de coco, aserrín y vermicomposta (Hernandez y Lubinsky, 2011).

Algunos estudios han demostrado que el uso de biofertilizantes en los sustratos orgánicos como *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp. y diferentes bacterias solubilizadoras de fósforo empleados en las plantaciones de vainilla promueven el crecimiento de la planta (Anilkumar, 2004). Las recomendaciones en fertilización química tienden a variar, sin embargo, se han reportado incrementos en el crecimiento de plantas de vainilla luego de aplicar fertilizantes químicos a los sustratos orgánicos (Poole y Seeley, 1978). Osorio *et al.* (2014), observaron que la longitud de los brotes de las plantas de vainilla se incrementó significativamente con dosis de fertilización nitrogenada de 20 g por planta con algunos sustratos. Monnin y Perret, (2013), determinaron a través de curvas de absorción la cantidad de nutrientes que requiere mensualmente una planta de vainilla (4.32 kg/ha de N; 0.41 kg/ha de P; 6.0 kg/ha de K; 1,5 kg/ha de Ca y 6.2 kg/ha de Mg). Sin embargo, no existen reportes del contenido nutrimental de los frutos a diferente edad, y los cambios que se llevan a cabo después del proceso de beneficio. Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue conocer

la cantidad de macro y micronutrientes que se acumulan en el fruto de vainilla verde y beneficiado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos se obtuvieron del municipio de Coxcatlán, San Luis Potosí, México (21° 31' 56'' N y 98° 56' 21'' O) a 306 m de altitud. Con base en el periodo de desarrollo del fruto hasta la cosecha se establecieron 4 fechas de muestreo correspondientes a 20, 24, 28 y 32 semanas después de la polinización (SDP). El proceso de beneficio, se realizó en la casa beneficiadora "30 Soles" ubicada en la localidad Jalpilla Viejo, Axtla de Terrazas, San Luis Potosí.

Análisis nutricional: Se tomaron 3.5 g de tejido de vainilla procedente de cuatro frutos (verde y beneficiada) por tratamiento, se trituraron y pesaron. El material se secó a 70 °C durante 48 h en estufa con circulación forzada de aire (NOVATECH™) posteriormente se molió (molino con cuchillas de acero inoxidable-CAT-THOMAS: 38C L10), y se tamizó en malla no. 20 0.9 mm de apertura. Las muestras se procesaron en los laboratorios de Nutrición y Fertilidad de suelos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se midió el contenido de macro y micronutrientes de tejidos. Nitrógeno se determinó mediante el método de Microkjeldahl (Bremner, 1965). El potasio se midió por colorimetría del complejo fosfo-vanado-molibdato, de acuerdo con el método descrito por la AOAC (1980), con las lecturas a 470 nm en un espectrofotómetro Milton Roy® modelo Spectronic 20 (USA). Los elementos K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn y Fe se analizaron mediante espectrofotómetro de absorción atómica (AES-ICP) marca Varian® modelo 725-ES (Mulgrave, Australia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los elementos más importantes para el crecimiento de las plantas se clasifican, según su concentración en: macronutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), secundarios (calcio, magnesio) y micronutrientes (azufre, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre) (Clarkson y Hanson, 1980; Blume *et al.* 2010). Al realizar análisis nutricional en fruto verde y beneficiado de cuatro etapas de desarrollo, se observaron que las concentraciones de macronutrientes incrementaron con la edad del fruto, el mismo comportamiento se encontró con los micronutrientes (Cuadro 1).

El K fue de mayor en porcentaje en la primera semana de evaluación con 1.01% en 20 SDP, seguido de Ca y N, sin embargo, el Ca fue mayor a partir de 24 SDP hasta la semana 32 y N se mantuvo en tercer sitio en todas las fechas de evaluación, en general todos los macronutrientes incrementaron conforme la edad del fruto. Durante el desarrollo del fruto la demanda de K es alta, ya que participa en la activación de numerosas enzimas útiles en la fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos. El Ca mantiene la estructura de la pared celular, ya que sirve como puente entre las sustancias pécticas (Alandes *et al.*, 2006). El N participa directamente en la síntesis de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y otros constituyentes celulares necesarios para el desarrollo del fruto (Stitt, 1999). Los micronutrientes con mayor concentración fueron Mn y B. La importancia de Mn es que actúa como co-factor para varias enzimas fundamentales en la biosíntesis de los metabolitos secundarios de la planta asociados con la vía de ácido shiquímico, incluyendo aminoácidos aromáticos fenólicos, cumarinas, ligninas y flavonoides (Römheld y Kirkby, 2010), y B ayuda al movimiento de las moléculas altamente polares de azúcar a través de la pared celular (Gómez y Leguizamon, 1975).

Cuadro 1. Contenido de macro y micronutrientes de fruto verde y beneficiado de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews) de diferente edad.

Macronutrientes (%)	Edad a cosecha (SDP)							
	Fruto verde				Fruto beneficiado			
	20	24	28	32	20	24	28	32
N	0.93	1.00	1.07	1.12	1.70	1.68	1.75	1.82
P	0.06	0.07	0.11	0.15	0.10	0.08	0.17	0.23
K	1.01	1.15	1.17	1.22	2.11	1.94	2.73	3.12
Ca	0.98	1.19	1.35	1.47	2.90	2.06	1.9	1.56
Mg	0.04	0.07	0.10	0.12	0.40	0.33	0.3	0.28
Micronutrientes(mgkg ¹)								
B	19.04	22.15	23.15	24.36	23.19	23.15	30.15	35.95
Cu	4.13	5.9	6.12	7.16	7.10	9.12	7.20	8.57
Fe	14.2	19.12	19.27	19.54	34.1	33.00	30.12	28.01
Mn	20.15	26.30	26.95	27.84	25.3	37.50	46.19	56.86
Zn	14.17	15.01	16.4	17.64	24.4	24.20	24	23.97

En fruto beneficiado el Ca fue el elemento que disminuyó con la edad del fruto de 2.90 a 1.56% en 20–32 SDP (Cuadro 1). Esta disminución podría relacionarse por el efecto que tuvo el escaldado del fruto que produce la ruptura de la membrana celular causando ablandamiento del tejido, que está asociado a modificaciones que ocurren en los polímeros de la pared celular (Angeletti *et al.*, 2010) y a un conjunto de enzimas que contribuyen a los cambios en la pared y membrana celular (Rose *et al.*, 2003), que favorecen a la pérdida de firmeza que es muy evidente en los frutos beneficiados.

CONCLUSIONES

La concentración de macro y microelementos en el fruto de vainilla aumentó conforme avanzó la edad, hasta la cosecha, lo que indica la acumulación de materia seca en los frutos, un aspecto fundamental considerado para definir el índice de cosecha de los frutos. A mayor acumulación de materia seca se logrará mayor acumulación de glucósidos precursores del aroma característico de la vainilla.

LITERATURA CITADA

- Alandes, L., Hernando, I., Quiles, A., Pérez, M. I., y Lluch, M. A. (2006). Cell wall stability of fresh-cut Fuji apples treated with calcium lactate. *Journal of Food Science*. 71(9), S615-S620. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00180.x>.
- Angeletti, P., Castagnasso, H., Miceli, E., Terminiello, L., Concellón, A., Chaves, A., y Vicente, A. R. (2010). Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. *Postharvest Biology and Technology*. 58(2), 98-103. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.05.015>.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemist (1980) Official Methods of Analysis. 13th ed. Washington, D.C. 100 p.
- Anilkumar, A.S. (2004). Vanilla cultivation: A profitable agri-based enterprise. *Kerala Calling*.1: 26-30. <https://www.yumpu.com/en/document/read/16509787/vanilla-cultivation-a-profitable-agri-based-oldkeralagovin>.
- Blume, H. P., Brümmer, G. W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., y Welp, G. (2010). Scheffer/Schachtschabel. *Lehrbuch der Bodenkunde*. 16:123-174.
- Bremner, J. T. 1965. Inorganic forms of nitrogen. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Propertie*. 9:1179-1237. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.c33>.
- Clarkson, D. T., y Hanson, J. B. (1980). The mineral nutrition of higher plants. *Annual review of plant physiology*. 31(1):239-298. DOI.0066-4294/80/060 1-0239\$0 1.00.
- Gómez, A., y Leguizamon, J. (1975). *Importancia del Boro para las plantas*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).1- 4
- Hernández, J., y Lubinsky. P. (2011). Cultivation Systems. En: E. Odoux y M. Grisoni, eds. *Vanilla. Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 75-95.
- Monnin, M. E., y Perret, J. (2013). Absorption of nutrients and growth of vanilla (*Vanilla planifolia*). *Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad*, 9(1):29-37.

- Osorio, A. I., Osorio Vega, N. W., Díez, M. C., y Moreno, F. H. (2014). Nutrient status and vegetative growth of *Vanilla planifolia* Jacks plants as affected by fertilization and organic substrate composition. *Acta Agronómica*, 63(4), 326-334.
- Poole, H. A., y Seeley, J.G. (1978). Nitrogen, potassium and magnesium nutrition of three orchid genera. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103 (4), 485-488.
- Ramírez, C., Rapidel, B., y Matthey, J. (1999). Principales factores agronómicos restrictivos en el cultivo de la vainilla y su alivio en la zona de Quepos, Costa Rica. In XI Congreso Nacional Agronómico, Costa Rica. 309-313.
http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-II_309.pdf.
- Römheld, V., y Kirkby, E. A. (2010). Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and Soil*. 335(1),155-180. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0520-1>.
- Rose, J. K. C., Catalá C., Gonzalez, C. C., Zinnia, H., y Roberts, J. (2003). Plant cell wall disassembly. The plant cell wall Oxford Blackwell Publishing 264 - 324.
- Stitt, M. (1999). Nitrate regulation of metabolism and growth. *Current Opinion In Plant Biology*. 2(3):178-186.
<http://arquivo.ufv.br/dbv/pgfvg/BVE684/htms/pdfsrevisao/metabolismo/nitatestitt.pdf>.

CRECIMIENTO DE MANGOSTAN (*Garcinia mangostana*) L., A LOS 22 MESES DE EDAD EN EL MUNICIPIO DE TEZONAPA, VERACRUZ

Monroy-Rivera. Carlos R^{1*}, Santiago-Trinidad Olga², Pablo- Mendoza. María C³, Tlaxcala-Méndez, Rolando M⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental El Palmar. Km 16
Carr. Tezonapa-El Palmar. Tezonapa, Veracruz, México. *Autor para correspondencia:

monroy.carlos@inifap.gob.mx

RESUMEN

La supervivencia y el establecimiento de los árboles en campo están limitados por las características genéticas de la especie en combinación con los factores ambientales. En este trabajo se evaluó el crecimiento de las plantas de *Garcinia mangostana* L., que fueron producidas en vivero bajo tratamiento convencional con sustrato formados cascabillo de café, cachaza de caña de azúcar y tierra fértil. La plantación se estableció en campo con un arreglo en marco real con distancia entre árboles de 6 x 6 metros con un total de 301 plantas de mangostan con injerto de aproximación. Las variables evaluadas fueron crecimiento en altura y diámetro al cuello, para ambas variables hasta los 22 meses en campo. Las relaciones funcionales edad-altura, y edad-diámetro al cuello, fueron ajustadas al modelo exponencial y al modelo no lineal propuesto por Korsun (Oliver y Larson, 1990), los cuales registraron el mayor ajuste a los datos de campo, con evidencia altamente significativa indicado por los coeficientes de regresión y la significancia de los modelos ajustados.

Palabras clave: Mangostan, edad-altura, modelo no lineal

ABSTRACT

The survival and establishment of trees in the field are limited by the genetic characteristics of the species in combination with environmental factors. In this work, the growth of *Garcinia mangostana* L. plants was evaluated, which were produced in a nursery under conventional treatment with substrates formed by coffee husks, sugar cane and fertile soil. The plantation

was established in the field with a real frame arrangement with a distance between trees of 6 x 6 meters with a total of 301 mangosteen plants with approximation graft. The variables evaluated were growth in height and diameter, for both variables up to 22 months in the field. The functional age-height and age-diameter relationships were adjusted to the exponential model and the non-linear model proposed by Korsun (Oliver and Larson, 1990), which registered the best fit to the field data, with highly significant evidence indicated by the regression coefficients and the significance of the fitted models.

Key words: *Garcinia mangostana*, *age-height relation*, *non lineal model*

INTRODUCCIÓN

El Mangostan (*Garcinia mangostana* L.) nativo del sureste asiático, fue introducido a México finales de los años sesenta en el Campo Experimental “El Palmar” (Díaz y Picón, 2007). En este sitio de investigación en la década de los noventa, se iniciaron actividades de investigación sobre este frutal, para las regiones tropicales húmedas del país. Otros pequeños huertos se han establecido en el Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz y el Campo Experimental “Huichihuayán” en S. L. P. A nivel comercial el cultivo del mangostán no ha sido difundido, aunque existen pequeñas áreas de producción, localizadas en Veracruz no mayores a media hectárea (del Angel y Rebolledo, 2009). Recientemente (Díaz *et al*, 2011) señala que, aun y cuando no existen estadísticas oficiales, se estima que, en la región del Soconusco, Chiapas se concentra el 98% de la superficie sembrada con mangostán de México (720 ha). El conocimiento de la especie tanto en vivero como en plantación, permitirá generar tecnología para establecer plantaciones comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La plantación de mangostan fue establecida en el Campo Experimental “El Palmar” del Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el municipio de Tezonapa, Ver., localizado en el kilómetro 16 de la carretera municipal Tezonapa-Palmar (18° 31' 13" N y 96° 47' 40" O, 180 msnm). La temperatura media anual de la región es de 24°C. La planta que se utilizó fue producida en el vivero del C.E. El Palmar, en semillero y trasplante a bolsa de polietileno. Las plantas se establecieron en Julio de 2010 bajo un diseño de marco real con una distancia de 6 x 6 mm entre filas e hileras con un total de 301 plantas de 3 años de edad con injerto de aproximación. Las mediciones se realizaron a los 17,18,19,20,21 y 22 meses, se incluyó el diámetro al cuello y altura total de cada una de las plantas. Se utilizó el paquete de análisis de datos STATISTICA 7.0 for windows. La ecuación de regresión fue elegida de acuerdo a los mejores valores de los indicadores estadísticos (Proporción de varianza, C.V. y R.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 17 meses después del establecimiento de la plantación, el mayor crecimiento en altura fue de 170 cm y de 2.70 cm de diámetro al cuello de los árboles de mangostán; en contraparte se registro un valor mínimo de 41 cm de altura total y un mínimo de 1.24 cm de diámetro al cuello cm de los árboles evaluados. El valor promedio a los 17 meses de edad para la variable altura fue de 116.46 cm y para la variable diámetro al cuello fue de 1.87 cm. Cinco meses después, es decir a los 22 meses del establecimiento de la plantación, el mayor crecimiento en altura fue de 187 cm y de 2.92 cm de diámetro al cuello de los árboles de mangostán; Rueda (2014) reporto un valor de 2.15 cm a los 24 meses de edad, menor al registrado en la presente evaluación; en contraparte se registró un valor mínimo de 29 cm de altura total y un máximo de 187 cm de altura total de los árboles evaluados. El valor promedio a los 22 meses de edad para la variable altura fue de 132 cm, mientras que Rueda (2014), reportó 100 cm de altura a los 24 meses de edad, un valor menor al reportado en la presente evaluación. En la figura 1, se ilustra el comportamiento promedio de las variables, diámetro al cuello en función de la edad

de los 17 meses a los 22 meses, con una variación ascendente gradual en diámetro de 1.86 cm a 2.77 cm, respectivamente.

Función altura-edad.

Los datos registrados en las mediciones, fueron la base para realizar el ajuste de la función de tipo exponencial $F(x) = b^x$.

Los resultados de los datos edad-diámetro mediante análisis de regresión indicaron evidencia altamente significativa de la relación existente entre el crecimiento en altura y la variable edad, expresada en forma no lineal para *Garcinia mangostana*, lo cual fue indicado por los intervalos de confianza de los coeficientes de regresión del modelo, con valores numéricos al 95%, así como por la proporción de varianza explicada, que fue de un 98.85% y con un coeficiente de correlación de 99.42. En la Figura 1, se observa una confiable predicción del modelo a partir de los 17 meses de edad y hasta 23 meses, con una altura estimada de 1.328 m al final del período de medición.

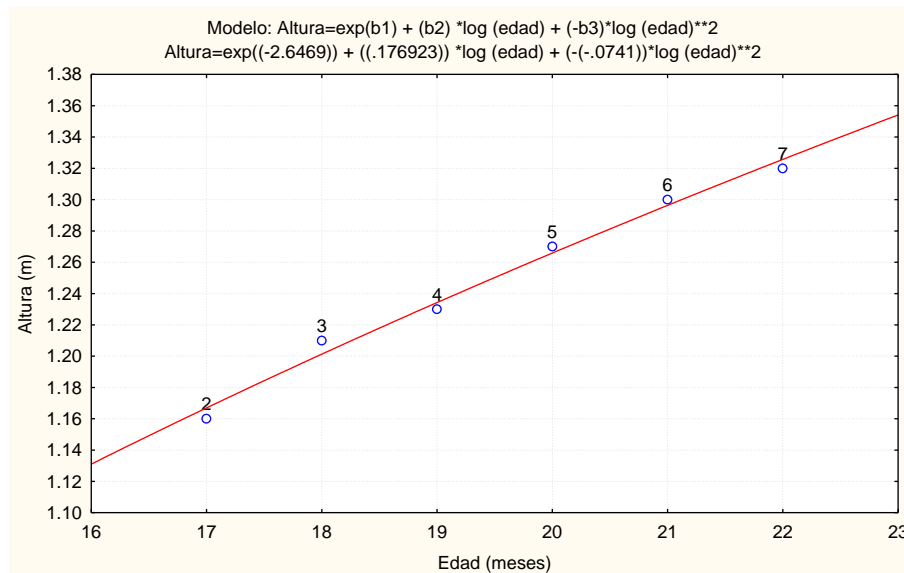


Figura 1. Relación entre la altura y la edad para los árboles de mangostan (*Garcinia mangostana* Muell. Arg), en Veracruz, México.

La ecuación predice un crecimiento de 136 cm a los 23 meses de edad con un elevado nivel de precisión.

Función diámetro al cuello-edad.

Los datos registrados en las mediciones, fueron la base realizar el ajuste de la función de tipo exponencial $F(x) = b^x$.

De forma paralela para, los resultados de los datos edad-diámetro al cuello mediante análisis de regresión, indicaron evidencia altamente significativa de la relación existente entre el crecimiento en diámetro y la variable edad, expresada en forma no lineal para *Garcinia mangostana*, lo cual fue indicado por los intervalos de confianza de los coeficientes de regresión del modelo, con valores numéricos al 95%, así como un coeficiente de correlación de 0.9366. En la Figura 2, se observa una confiable predicción del modelo a partir de los 17 meses de edad y hasta 23 meses, con un diámetro estimado de 2.8 cm al cuello de la planta al final del período de medición,

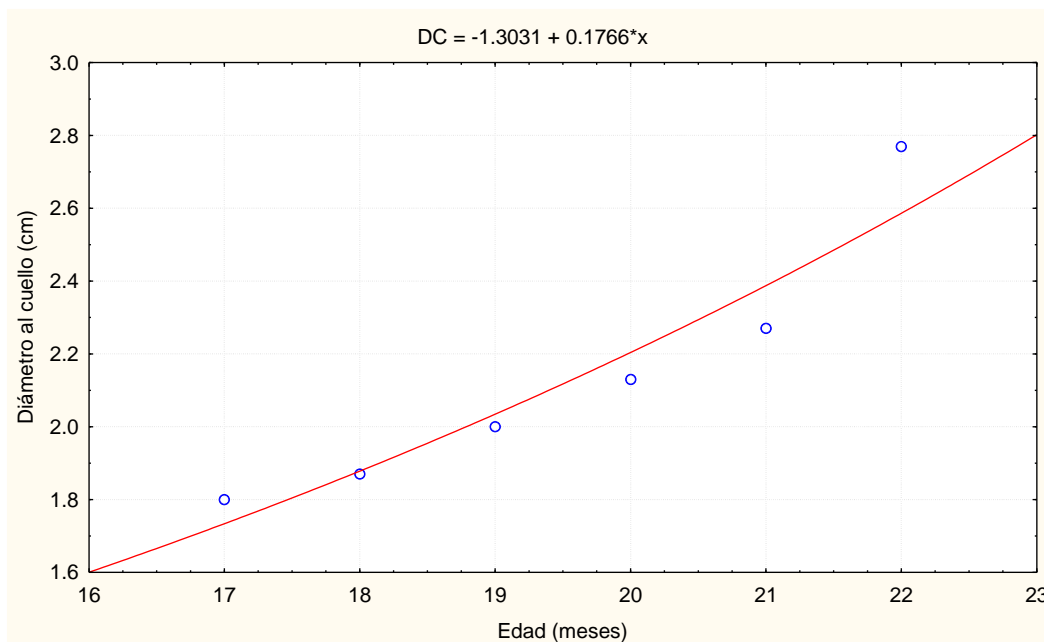


Figura 2. Relación entre el diámetro al cuello y la edad para los árboles de mangostan (*Garcinia mangostana*), en Veracruz, México.

CONCLUSIONES

El ajuste de los modelos no lineales de crecimiento generados para el árbol de mangostán, representan la tendencia de desarrollo en altura y en diámetro al cuello en función de la edad estimados de los 16 a los 23 meses de establecida la plantación en el C.E. El Palmar, Tezonapa, Ver.

LITERATURA CITADA

- Del Angel, P. A.L. y A. Rebolledo M. (2009). El mangostán (*Garcinia mangostana* L.): Cultivo, propiedades medicinales y usos. Agroentorno, Fundación Produce Veracruz, A.C. 4 p.
- Díaz F. V. H.; Ruíz-Cruz, Pablo A.; Nájera-Domínguez, Wendy; Iracheta-Donjuán, Leobardo; Gálvez-Marroquín, Luis A. (2019). Comportamiento productivo inicial del mangostán (*Garcinia mangostana* L.) en el Soconusco, Chiapas, México. Agro productividad 12 (3): 17-22.
- Oliver, C.D. and B.C. Larson. (1990). Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill.Inc. New York. 67 p.

EFFECTO DEL AMBIENTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE TREINTA Y SEIS GENOTIPOS DE TRIGO HARINERO

Lourdes Ledesma-Ramírez^{1*}; Ernesto Solís-Moya¹; Manuel Jeronimo-Arriaga²; María del Pilar Suaste Franco³; Javier Ireta-Mreno⁴; Elizabeth García-León⁵

¹Campo Experimental Bajío-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. A. P. 112 C. P. 38000 Celaya Gto., México. Tel: 01 800 088 2222. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Zitácuaro. Av. Tecnológico No.186, 61534, Zitácuaro, Mich; México. ³Universidad Tecnológica de San Miguel de Allende. UTSMA, Camino a San Julián No.8 Col. Casco de Landeta, 37700 San Miguel de Allende, Gto. ⁴INIFAP Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Av. Biodiversidad No 2470, Jalisco, ⁵INIFAP Campo Experimental Valle del Fuerte, Carretera Internacional México-Nogales km 1609, Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa *Autor de correspondencia: lulis_amigui@hotmail.com

RESUMEN

El ambiente afecta la expresión de los rasgos agronómicos de los cultivos. El objetivo de este trabajo fue identificar genotipos de trigo superiores en rendimiento, características agronómicas y estables a través de ambientes. El experimento se evaluó en siete localidades representativas de las zonas de producción de México (Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California y Coahuila). Las variables que se evaluaron fueron: días a floración (DF); días a madurez (DM); altura de planta (AP); rendimiento de grano (RG); peso de mil granos (PMG); índice de cosecha (IC); biomasa (BIO); granos por metro cuadrado (GPM2) y espigas por metro cuadrado (EPM2). El modelo AMMI explicó el 69.01% de la suma de cuadrados. El genotipo 9416 obtuvo el mayor rendimiento y fue el más estable en todos los ambientes.

Palabras clave: *Avance genético; Interacción; rasgos agronómicos.*

ABSTRACT

The environment affects the expression of the agronomic traits of the crops. The objective of this work was to identify wheat genotypes superior in yield, agronomic characteristics and stable across environments. The experiment was evaluated in seven representative localities of the production areas of Mexico (Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California and Coahuila). The variables that were evaluated were: heading days (DF); maturity days (MD); plant height (AP); grain yield (RG); thousand grain weight (PMG); harvest index (IC); biomass (BIO); grains per square meter (GPM2) and ears per square meter (EPM2). The AMMI model explained 69.01% of the sum of squares. Genotype 9416 obtained the highest yield and was the most stable in all environments.

Keywords: *Genetic progress; Interaction; Agronomic traits.*

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es el mayor desafío de nuestro tiempo, las pautas meteorológicas cambiantes, amenazan la producción de alimentos (ONU, 2021). Aumentar el rendimiento del trigo será esencial para garantizar la seguridad alimentaria futura, dados los desafíos duales de una población mundial en aumento y los impactos negativos del cambio climático (Zhaoyan *et al.*, 2020). El estrés térmico afecta directamente el rendimiento de los cultivos, se estima que el trigo será uno de los cultivos mayormente afectados por el estrés térmico en los próximos diez años debido fundamentalmente a la estrecha relación del rendimiento con la cantidad de horas frío que necesita el cultivo (Argentel *et al.*, 2017). El objetivo de este trabajo fue identificar genotipos de trigo superiores en rendimiento, características agronómicas y estables a través de ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo 2020-2021 se evaluó la población del 10°SATYN con 36 genotipos. La evaluación se realizó en siete localidades representativas de las zonas de producción de México: Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California y Coahuila. La fecha de siembra, de cosecha y el manejo agronómico dado a los experimentos fue de acuerdo a cada una de las localidades.

En cada localidad se midieron diferentes caracteres fenotípicos. En las localidades de Baja California, Guanajuato y Coahuila se midieron días a floración (DF), días a madurez (DM); altura de planta (AP); rendimiento de grano (RG); peso de mil granos (PMG); índice de cosecha (IC); biomasa (BIO); granos por metro cuadrado (GPM2) y espigas por metro cuadrado (EPM2). En el estado de Jalisco se evaluaron dos localidades La Barca y Poncitlán las variables que se tomaron en estos dos ambientes fueron DF; AP; RG; calificación agronómica (AS) esta es una escala del 1 al 5 donde 5 = es el mejor y plantas por metro cuadrado (PPM2). En las localidades de Sinaloa y Sonora se tomaron las variables de DF; DM; AP y RG.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de componentes principales de tres localidades (Baja California, Guanajuato y Coahuila).

El primer componente principal (PC1) presentó asociación positiva con las variables altura de planta (AP), rendimiento de grano (RG), granos por metro cuadrado (GPM2) y espigas por metro cuadrado (EPM2); y una asociación negativa con la variable días a floración (DF). El segundo componente (PC2) mostró asociación positiva con biomasa (BIO), días a madurez (DM) y GPM2; y negativa con índice de cosecha (IC) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Correlaciones de los autovectores con las variables originales de genotipos de trigo evaluados en tres localidades del experimento SATYN 2020-2021.

Variable	CP1	CP2
DF	-0.83	-0.02
DM	-0.49	0.80
AP	0.72	-0.15
RG	0.92	0.31
PMG	-0.36	0.20
IC	0.55	-0.67
BIO	0.35	0.93
GPM2	0.73	0.63
EPM2	0.90	-0.17

DF = días a floración, DM = Días a madurez; AP = Altura de planta; RG = Rendimiento kg/ha; PMG = Peso de 1000 granos; IC = índice de cosecha; BIO = Biomasa; GPM2 = Granos por metro cuadrado; EPM2 = Espigas por metro cuadrado; PC1 = Componente principal 1; PC2 = Componente principal 2.

En la Figura 1 describe el comportamiento de los componentes principales, con las variables de estudio, los genotipos y las localidades. Cada localidad está representada por los 36 genotipos evaluados, el color azul y los puntos con forma redonda representan la localidad de Baja California, el color gris y los puntos de forma de cuadrados representan a Guanajuato y el color amarillo y los puntos con forma triangular a Coahuila. Los vectores muestran el comportamiento de las variables evaluadas (flechas negras) y el comportamiento con respecto a los genotipos de cada una de las variables. De esta forma existe una mayor asociación entre los genotipos que se encuentren más cercanos al vector de la variable, por ejemplo, se obtuvo una asociación alta entre los genotipos que se sembraron en la localidad de Baja California con las variables de AP, EPM2 e IC; así mismo, entre los genotipos que se sembraron en la localidad de Guanajuato con la variable BIO.

El CP1 explicó el 53.5% de la variación y mostró asociación positiva con las variables AP, RG, GPM2 y EPM2 y negativa con DF, esto significa que los valores más altos de estas variables corresponderán a los genotipos con valores positivos, los genotipos que se sembraron en Baja California son los que mostraron las mayores alturas, mayor rendimiento, mayor número de granos por metro cuadrado y mayor número de espigas por metro cuadrado y los ciclos más cortos de floración. El CP2 explicó el 18.1% de la variación y presentó asociación positiva con las variables GPM2, BIO y DM y negativa con la variable IC. Así los genotipos que se

sembraron en la localidad de Guanajuato son los que registraron mayor número de granos por metro cuadrado, mayor biomasa y ciclos más largos a madurez y los menores índices de cosecha.

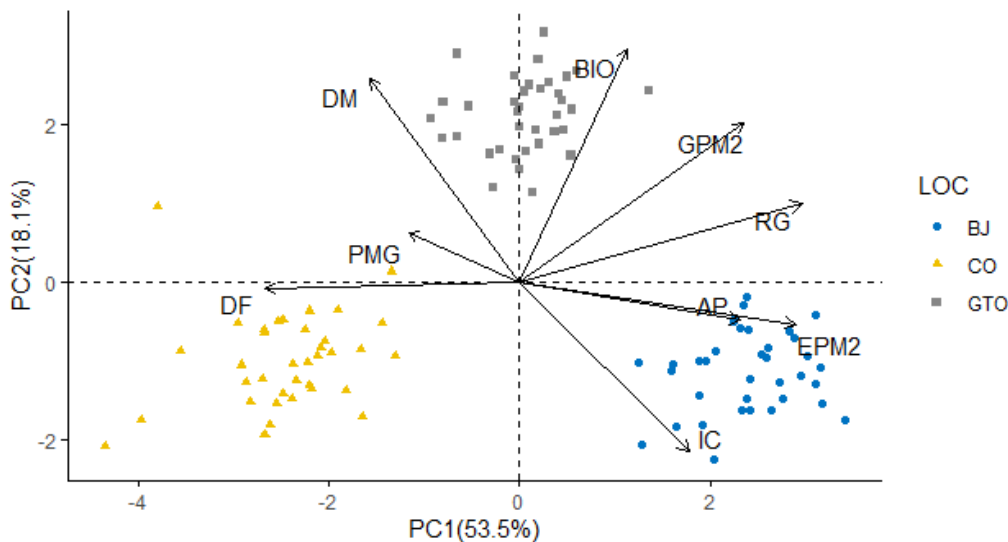


Figura 1. Biplot de la evaluación fenotípica del experimento SATYN 2020-2021. Los genotipos están representados por puntos.

Análisis de la interacción genotipo por ambiente con la variable rendimiento de grano en las siete localidades.

El análisis de varianza de todas las localidades con respecto a la variable rendimiento mostró un efecto del ambiente altamente significativo ($p < 0.01$) con un 73.08 % de la variación de la suma de cuadrados del total (SCT). El factor genotipos fue altamente significativo ($p < 0.01$) registrando 6.29 % de la SCT. La interacción genotipo por ambiente fue significativa ($p < 0.01$), obteniendo 20.62 % de la SCT. El modelo AMMI mostró los dos primeros ejes del CP altamente significativos ($p < 0.01$), explicando 43.03 y 25.98 % de la SC de la interacción, respectivamente. EL CP3 fue significativo con el 13.85 % de la SCT y los CP4, CP5, CP6 y CP7 no fueron significativos. El modelo AMMI retuvo el 69.01 % de la SCT utilizando 78 grados de libertad (Cuadro 2). El estudio de la interacción realizado con el AMMI se completó con el empleo del biplot (Figura 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza del modelo AMMI para 36 genotipos de trigo evaluados en 7 ambientes.

FV	GL	SC	CM	%SC
AMB	6	386555995	64425999.2	73.08 **
GEN	35	26779126.4	765117.9	6.29 **
Rep(AMB)	6	11262034.5	1877005.7	
SubBlock(Rep)	10	5127027.1	512702.7	
AMB*GEN	210	109087717.1	519465.3	20.62 **
CP1	40	46012137.02		43.03 **
CP2	38	27786161.47		25.98 **
CP3	36	14814984.93		13.85 *
CP4	34	9808550.103		9.17
CP5	32	4812418.083		4.50
CP6	30	3698962.869		3.46
CP7	28	0		0
Error	235	61242071.3	260604.6	
Total	503	606935646.4		
CV			12.53	
MEDIA			4072	

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; %SC = porcentaje de la suma de cuadrados; AMB= ambientes; GEN = genotipos; CP = componente principal.

La interpretación de los resultados del análisis AMMI se facilitó con la representación gráfica, en el mismo espacio, de genotipos y ambientes. En el eje de las abscisas (X) de la Figura 2, se lee el rendimiento de grano de los genotipos y ambientes. La línea perpendicular a este eje indica el rendimiento medio que fue de 4072 kg ha⁻¹. El eje de las ordenadas (Y) en cambio, mide la estabilidad de los genotipos y ambientes: aquéllos con valores cercanos a cero son estables mientras los que presentan valores altos del primer componente principal son inestables.

De acuerdo a esta información el genotipo con mayor rendimiento fue el 9416 con 4618 kg ha⁻¹ y el genotipo con menor rendimiento fue el 9401 que representa el rendimiento medio de los testigos con 3474 kg ha⁻¹. La localidad de Jalisco 1 fue la que obtuvo el mayor rendimiento con 5057 kg ha⁻¹ y la localidad de menor rendimiento fue Coahuila con 2241 kg. Mostrando una diferencia de 2816 kg. Los genotipos más estables, con valores de CP1 bajos o cercanos a cero, fueron los genotipos 9413, 9405, 9412, 9417, 9435, 9403, 9426, 9415, 9414, 9409, 9430, 9418, 9402, 9420, 9406, 9408, 9434, 9416, 9428, 9404, 9428 y 9410, destacando el 9416 ya

que su rendimiento fue el más alto del ensayo, lo que indica que es un material que rinde bien en todos los ambientes.

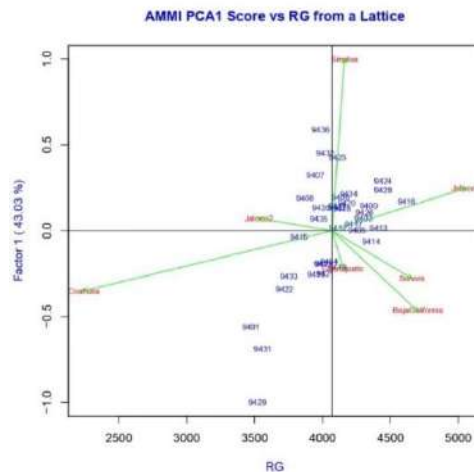


Figura 2. Biplot de rendimiento de grano de 36 genotipos evaluados en el experimento Satyn durante el ciclo OI 2020-2021.

CONCLUSIONES

El 9416 fue el que mostró el mayor rendimiento y tuvo un comportamiento estable en todos los ambientes.

LITERATURA CITADA

- Argentel, M. L., Garatuza P. J., Armendáriz O. M. M., Yépez G. E. A., Arredondo M. J. T. y González A. J. (2017). Revisión bibliográfica ESTRÉS TÉRMICO EN CULTIVO DEL TRIGO. IMPLICACIONES FISIOLÓGICAS, BIOQUÍMICAS Y AGRONÓMICAS. Cultivos Tropicales, 2017, vol. 38, no. 1, pp. 57-67. ISSN impreso: 0258-5936
- Zhaoyan, C, Xuejiao C, Lingling C, Zihao W, Dejie D, Zhihui W, Ruolin B, Aiju Z, Mingming X, Weilong G, Zhaorong H, Huiru P, Yingyin Y, Qixin S y Zhongfu N. (2020). Pleiotropic QTL influencing spikelet number and heading date in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Theoretical and Applied Genetics. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03556-6>.

EFFECTO DEL TIPO DE CAMA PERMANENTE Y EL USO DE RASTROJO EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ

Luis A. Noriega-González¹; Ma. Cristina Vázquez-Hernández¹; Ma. Maricela Caballero-Palacio¹; Carlos A. Flores-Gómez¹; Enrique Andrio-Enríquez^{1*}

¹Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8.

*Autor de correspondencia: andrio@itroque.edu.mx

RESUMEN

La agricultura de conservación se basa en tres principios fundamentales, el mínimo movimiento del suelo, la rotación de cultivos y la cobertura del suelo con residuos de cosecha. Las camas permanentes que se manejan en el país pueden tener dos variantes angostas con dimensiones de (0.75–0.80 m de ancho) y anchas (1.50–1.60 m de ancho). Por otra parte, la presencia de rastrojos puede ir desde el 30 hasta 100 % del residuo de cosecha del cultivo anterior como cobertura del suelo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de dos camas de siembra permanentes (0.75 y 1.50 m) y dos porcentajes de rastrojo en el suelo (0 y 100 %) sobre el rendimiento de maíz, en cuatro años consecutivos. El ancho de la cama no afectó significativamente el rendimiento del cultivo. Por lo cual, los productores de temporal pueden elegir la cama que mejor se adapte a sus necesidades y que evite hacer movimientos innecesarios en sus implementos agrícolas. La presencia de rastrojo en cobertura y el año si presentaron diferencias estadísticas sobre la expresión del rendimiento.

Palabras clave: Cama permanente, rastrojo, rendimiento, temporal.

INTRODUCCIÓN

La agricultura de conservación en México, se ha implementado principalmente bajo un sistema de camas permanentes, donde el movimiento del suelo se limita a la reformación en surcos de camas elevadas (Sayre y Hobbs, 2004; Govaerts *et al.*, 2005). La práctica del uso de camas permanentes en los sistemas de labranza en el país, son más aceptadas por los agricultores en la agricultura de conservación, que la implementación de cero labranza y la siembra directa. En condiciones de temporal el surco ayuda a drenar el exceso de agua y en terrenos inclinados, las crestas a lo largo de los contornos de la pendiente reducen la erosión (Liu *et al.*, 2014; Quinton y Catt, 2004). La siembra en camas permanentes ayuda a reducir la compactación del suelo a través del tráfico controlado; también permite el uso de métodos mecánicos para el control de malezas y facilita el manejo de rastrojos en el suelo (Sayre y Hobbs, 2004; Govaerts *et al.*, 2005; Gebreegziabher *et al.*, 2009). En la implementación de camas permanentes, existen diferencias prácticas entre camas anchas y estrechas. Si no se dispone de maquinaria con discos de corte para cortar el residuo durante la reformación del surco, las camas anchas pueden ser más prácticas ya que permiten más residuos en la parte superior, que no dificultarán a la hora de reformar los surcos y permitirán que la cama tenga una mayor área de cobertura del suelo. En camas anchas, el consumo de combustible requerido para la reformación de camas también es menor, ya que hay menos surcos para reformar. En camas angostas, es posible realizar un mejor control mecánico de malezas mediante el deshierbe mecánico, que es una práctica común en los sistemas convencionales, y la conservación del agua del suelo (Saldivia *et al.*, 2021). Por otro lado, en las últimas décadas, ha habido un mayor interés en la reutilización de rastrojos de cultivos para la ecología del suelo (Ocio *et al.*, 1991; Sun *et al.*, 2008). Se ha encontrado que la retención de residuos vegetales tiene muchos beneficios a largo plazo en todo el mundo. Estos rastrojos de cultivo constituyen una cubierta de mantillo que protege el suelo contra la escorrentía y la erosión (Freebaim y Boughton, 1985), y aumenta el porcentaje de materia orgánica en la capa superficial del suelo (Roldan *et al.*, 2003). La capacidad de la superficie del suelo para interceptar la lluvia mejora debido a los cambios en la rugosidad del suelo, la porosidad de la superficie del suelo y la conductividad hidráulica de la parte superior del suelo. El acolchado también reduce las temperaturas extremas (Radford *et al.*, 1995; Shineers *et al.*, 1994) y evaporación directa (Liu *et al.*, 2000;

Steiner, 1989). Como resultado, la productividad de los cultivos a menudo mejora. Sin embargo, de acuerdo con los problemas existentes de utilización racional y efectiva de los recursos de rastrojos en diferentes suelos y condiciones climáticas, la elección de la utilización más adecuada de los rastrojos debe ser armoniosa para un entorno agroecológico particular (Huang *et al.*, 2012).

Se pronostica que el cambio climático afectará fuertemente los rendimientos de maíz en los próximos años en México, debido a un aumento de la temperatura y un patrón de lluvias más errático (Ureta *et al.*, 2020). Esta condición hace más importante la adopción de sistemas de producción que ayuden a adaptarse al impacto del cambio climático en la agricultura, como la agricultura de conservación, que es un sistema de producción basado en tres principios: labranza mínima, cobertura permanente del suelo y diversificación de cultivos (Sayre y Hobbs, 2004). Este sistema de agricultura mejora las propiedades del suelo (físicas, químicas y biológicas), lo cual puede inducir el incremento de los rendimientos del cultivo de maíz e incrementar la rentabilidad (Verhulst *et al.*, 2011; Fonteyne *et al.*, 2019; Fonteyne *et al.*, 2021). Se ha demostrado que la agricultura de conservación es un sistema de producción climáticamente inteligente, aplicable a una amplia gama de entornos; sin embargo, la práctica debe adaptarse a las condiciones de cada región, dependiendo del clima, las condiciones del suelo y el sistema de producción (Williams *et al.*, 2018). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del ancho de cama permanente y la presencia de rastrojo en el suelo sobre el rendimiento de maíz en condiciones de temporal.

MATERIALES Y METODOS

El experimento en campo se llevó a cabo del 2015 al 2018 en la plataforma de investigación MasAgro instalada en el Tecnológico Nacional de México/ITRoque en Apaseo el Alto, Guanajuato. El suelo de la plataforma es vertisol con un 43.8 % de arcilla, 30.5 de arena y 25.8 de limo. El clima de esta región es semicálido BS1Hw(e), con una precipitación media anual de 550 a 710 mm. El régimen térmico medio anual es de 18.4 °C. El suelo se reforma cada ciclo, utilizando una cultivadora convencional (en camas anchas y angostas) y acoplado “t’s” invertidas para realizar la roturación vertical sobre la línea de siembra (Figura 1); el rastrojo

que se deja como cobertura del suelo se desvara y dispersa de manera uniforme, y en otros tratamientos se retira. A pesar de que esta plataforma cuenta con doce tratamientos, solo se seleccionaron 2 en camas anchas (uno con rastrojo al 100% y otro sin la presencia) y 2 más en camas angostas con y sin rastrojo como el caso anterior, además el testigo de la región (Cuadro 1). Las camas angostas se formaron a 75 cm y las anchas a 1.50 m. Para la siembra se utilizó una sembradora neumática de precisión modelo SD-2011-DSCF-2 de la empresa “Sembradoras del Bajío” y la densidad de población promedio fue 85 mil plantas por hectárea. El material genético utilizado fue la variedad sintética VS322 y en el testigo el criollo de la región. Los tratamientos seleccionados se establecieron con maíz en monocultivo y se les aplico el mismo manejo.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en 2 tipos de cama, con presencia y ausencia de rastrojo en cobertura de suelo. Apaseo el Alto, Guanajuato.

Tratamiento	Tipo de cama	Cantidad de rastrojo en %
1	Angosta permanente	0
2	Angosta permanente	100
3	Ancha permanente	0
4	Ancha permanente	100
5 (Test)	Angosta	0

La fertilización promedio en estos años fue de 160N-60P-60K y el manejo agronómico de acuerdo a las prácticas sustentables como el manejo agroecológico de plagas, uso inteligente de herbicidas y uso de variedades mejoradas (Figura 2). El diseño experimental de esta plataforma fue bloques completos al azar con tres repeticiones.



Figura 1. Reformación de camas angostas. Cultivadora con acoplamiento de t invertida.



Figura 2. Trampas de feromonas en el cultivo de maíz.

El rendimiento de grano se determinó cosechando las plantas de un área de 2.25 m², en cada parcela, se determinó la humedad del grano y se ajustó al 14 %. Se realizó un análisis de varianza combinado a través de años con los factores tipo de cama y rastrojo como cobertura utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS Institute, 2002) y se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para identificar las diferencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza combinado a través de cuatro años no detectó diferencias estadísticas para el tipo de cama (ancha y angosta), este comportamiento también fue reportado por Saldivia *et al.* (2021); sin embargo, para el porcentaje de rastrojo y años si encontró diferencia

(Cuadro 2), en el rendimiento de maíz p (0.01). El rendimiento varió significativamente a lo largo de los años, principalmente debido a la cantidad de precipitación y su distribución durante el desarrollo del cultivo. El rendimiento promedio del estudio en los cuatro años fue de 3.80 t ha⁻¹.

Cuadro 2. Análisis de varianza combinado del rendimiento de maíz en cuatro años en condiciones de temporal. Apaseo el Alto, Guanajuato.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr >F
Tipo de cama	1	1.0923	1.0923	0.93	0.3406 ^{ns}
Rastrojo	1	16.885	16.885	14.35	0.0005**
Año	3	105.587	35.1956	29.9	<0.0001**
Año(Rastrojo)	3	2.5325	0.8441	0.72	0.5470 ^{ns}
Tipo de cama*Rastrojo	1	0.6084	0.6084	0.52	0.4760 ^{ns}
Tipo de cama*Año(Rastrojo)	6	5.0792	0.8465	0.72	0.6361 ^{ns}
Error	44	51.7853	1.1769		
Total	59	183.5699			

^{ns}= Sin diferencias estadísticas; **= diferencias significativas con $p \leq 0.01$.

En el Cuadro 3, se presentan los promedios de rendimiento en maíz de cuatro años consecutivos para el tipo de cama y porcentaje de rastrojo. Entre la cama de siembra ancha y angosta en condiciones de temporal y con el manejo descrito en el presente estudio, no se presentan diferencias en rendimiento; sin embargo, existe una tendencia numérica superior en el promedio de esta variable en camas anchas en un 7.5 %, comparado con lo registrado en camas angostas. Este comportamiento se observó principalmente en años secos, probablemente a que una cama ancha puede acumular mayor cantidad de humedad durante las etapas fenológicas del cultivo, esto coincide con lo reportado por Verhulst *et al.* (2011) y Fonteyne *et al.* (2021). De acuerdo a la cantidad de rastrojo en el suelo, se puede observar que este factor si contribuye de forma notable al incremento del rendimiento a través del tiempo (Cuadro 3). Se determinó un incremento del 33 % en el rendimiento del maíz, al utilizar el 100 % del residuo de cosecha como cobertura del suelo, en comparativa, con no utilizarlo.

Cuadro 3. Comparación de medias de rendimiento en maíz por tipo de cama y porcentaje de rastrojo. Apaseo el Alto, Guanajuato.

Rendimientos promedios de maíz		
Tipo de cama	Angosta	Ancha
	3.69a	3.97a
Rastrojo	100%	0%
	4.47a	3.36b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p=0.05$).

La Figura 3, muestra el comportamiento en el rendimiento promedio en cuatro años de evaluación, se puede observar una estabilidad los primeros ciclos; sin embargo, en el cuarto año se generó un incremento significativo en el rendimiento comparado con anteriores años, y el mejor tratamiento fue el 2 (cama angosta con el 100% de rastrojo). El comportamiento del año 2016, se debió probablemente a una fecha de siembra tardía, un manejo agronómico deficiente en el control de plagas (chapulín y diabrotica) y la nutrición del cultivo.

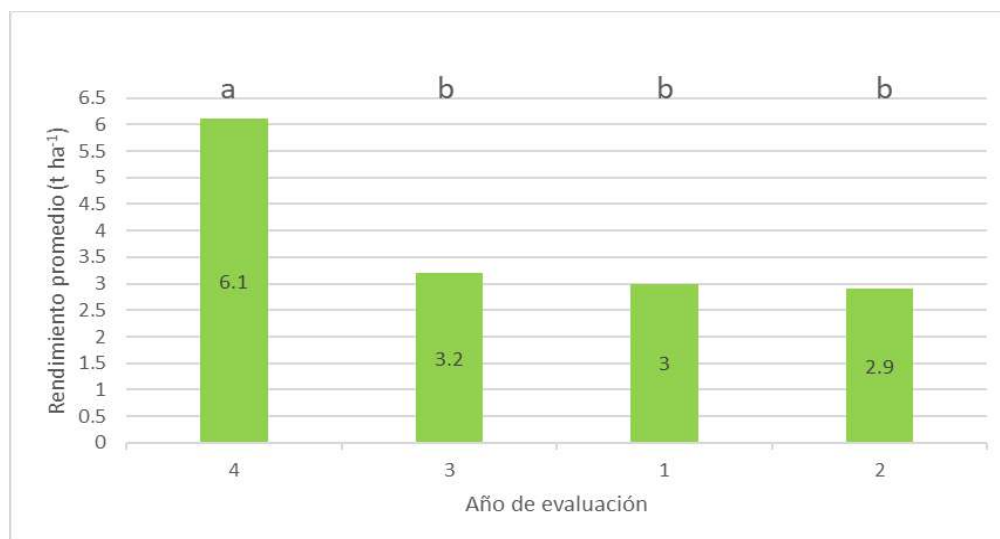


Figura 3. Comparación de medias del rendimiento en investigación con tipos de camas de siembra y porcentajes de rastrojo. Apaseo el Alto, Guanajuato.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p=0.05$). 1 (2015), 2 (2016), 3 (2017) y 4 (2018).

CONCLUSIONES

El ancho de la cama no afectó significativamente el rendimiento del cultivo; por lo tanto, los agricultores deben utilizar el tipo de cama que mejor se adapte a sus necesidades prácticas.

La utilización del 100 % de rastrojo como cobertura del suelo podría representar una respuesta para incrementar el rendimiento del cultivo de maíz en la región Sureste del estado de Guanajuato.

Agradecimientos por el Financiamiento

Este trabajo fue parte de "Cultivos para México/MasAgro", "MasAgro Guanajuato", y CRP MAIZE and WHEAT, hecho posible gracias al apoyo del Gobierno mexicano a través de SADER, y el Gobierno del estado de Guanajuato a través de SDAyR y varios donantes W1 y W2.

LITERATURA CITADA

- Fonteyne, S.; Martínez Gamiño, M.A.; Tejeda, A.S.; Verhulst, N. (2019). La agricultura de conservación mejora el rendimiento a largo plazo y la calidad del suelo en la rotación de maíz y avena de regadío. *Agronomía*. 9,845.
- Fonteyne, S.; Burgueño, J.; Albarrán Contreras, B.A.; Andrio Enríquez, E.; Castillo Villaseñor, L.; Enyanche Velázquez, F.; Escobedo Cruz, H.; Espidio Balbuena, J.; Espinosa Solorio, A.; García Meza, P. (2021). Efectos de la agricultura de conservación en la salud fisicoquímica del suelo en 20 ensayos basados en maíz en diferentes regiones agroecológicas de México. *Degradación de tierras. Desarrollador*. 32,2242–2256.
- Freebairn D.M. y Boughton W.C. (1985). "Hydrologic effects of crop residue management practices", *Australian Journal of Soil Research*, vol. 23, no. 1, pp. 23–35.
- Gebreegziabher, T.; Nyssen, J.; Govaerts, B.; Getnet, F.; Behailu, M.; Haile, M.; Deckers, J. (2009). Surcos de contorno para la conservación in situ del suelo y el agua, Tigray, norte de Etiopía. *Labranza del suelo Res*. 103,257–264.

- Govaerts, B.; Sayre, K.D.; Deckers, J. (2005). ¿Altos rendimientos estables con cero labranza y siembra permanente en cama? *Cultivos de campo Res.* 94,33–42.
- Govaerts, B.; Sayre, K.D.; Lichter, K.; Dendooven, L.; Deckers, J. (2007). Influencia de la siembra permanente en camas elevadas y el manejo de residuos en la calidad física y química del suelo en sistemas de maíz/trigo de secano. *Plant Soil.* 291,39–54.
- Huang G. B; Luo Z. Z; Li L.L; Zhang R. Z; Li G. D; Cai L. Q y Xie J. H. (2012). Effects of stubble management on soil fertility and crop yield of rainfed área Western Loess Plateau, China. *Applied and Environmental Soil Science Hindawi.* Vol 12.
- Liu Z. Y, Wang C. P, Lu H. Y., Lei L. F. e Wu Y.S. (2000). The effect of different mulching methods with whole maize straw in dryland on maize yield. *Shanxi Agricultural Science*, vol. 28, no. 3, pp. 20–22, 2000.
- Liu, Q.J.; Zhang, H.Y.; An, J.; Wu, Y.Z. (2014). Procesos de erosión del suelo en las pendientes laterales de las filas dentro de los sistemas de contorno. *Catena*, 115, 11–18.
- Ocio J. A., Brookes P.C. y Jenkinson D. S. (1991). "Field incorporation of straw and its effects on soil microbial biomass and soil inorganic N", *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 23, no. 2, pp. 171-176.
- Quinton, J.N.; Catt, J.A (2004). Los efectos de la labranza mínima y el cultivo de contorno en la escorrentía superficial, la pérdida de suelo y el rendimiento de los cultivos en el Experimento de Referencia de Erosión de Woburn a largo plazo en suelo arenoso en Woburn, Inglaterra. *Uso del suelo Manag.* 20,343–349.
- Radford B. J., Key A. J, Robertson L. N. y Thomas G. A. (1995). Conservation tillage increases soil water storage, soil animal populations, grain yield, and response to fertilisers in the semi-arid subtropics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, vol. 35, no. 2, pp. 223–232.
- Roldán A., Caravaca F., Hernández M. T. (2003). No-tillage, crop residue additions, and legume cover crop cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). *Soil and Tillage Research*, vol. 72, no. 1, pp. 65–73.
- Saldivia Tejeda, A.; Contreras Albarrán, B.A.; Fonteyne, S. (2021). *Avances en Agricultura Sustentable, Resultados Plataformas de Investigación Bajío e INGP 2010–2019*; CIMMYT: Texcoco, México; ISBN 978-607-8263-80-6.

- Shinners K. J., Nelson W. S y Wang R. (1994). Effects of residue-free band width on soil temperature and water content. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, vol. 37, no. 1, pp. 39–49.
- Steiner J. L. (1989). Tillage and surface residue effects on evaporation from soils", *Soil Science Society of America Journal*, vol. 53, no. 3, pp. 911–916.
- Sun X., Liu Q., Wang D. J. y Zhang B. (2008). Efecto de la aplicación a largo plazo de la paja en el suelo. *Fertility Chinese Journal of Eco-Agriculture*, vol. 16, no. 3, pp. 587–592.
- Sayre, K.; Hobbs, P. (2004). El sistema de cultivo en cama elevada para condiciones de producción de regadío. En *Agricultura Sostenible y el Sistema Internacional Arroz-Trigo*; Lal, R., Hobbs, P.R., Uphoff, N., Eds.; CRC Press: Boca Ratón, FL, Estados Unidos, pp. 337–355.
- Ureta, C.; González, E.J.; Espinosa, A.; Trueba, A.; Piñeyro-Nelson, A.; Álvarez-Buylla, E.R. (2020). Rendimiento de maíz en México bajo cambio climático. *Agric. Syst.* 177, 102697.
- Verhulst, N.; Kienle, F.; Sayre, K.D.; Deckers, J.; Raes, D.; Limón-Ortega, A.; Tijerina-Chávez, L.; Govaerts, B. (2011). Calidad del suelo afectada por el manejo de residuos de labranza en un sistema de siembra de lecho irrigado de trigo y maíz. *Suelo Vegetal.* 340, 453–466.
- Williams, A.; Jordania, N.R.; Smith, R.G.; Hunter, M.C.; Kammerer, M.; Kane, D.A.; Koide, R.T.; Davis, A.S. (2018). Una implementación adaptada regionalmente de la agricultura de conservación ofrece mejoras rápidas en las propiedades del suelo asociadas con la estabilidad del rendimiento de los cultivos. *Sci. Rep.* 8, 8467.

EL GIRASOL: CULTIVO ALTERNATIVO PARA LA ROTACIÓN EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN PARA GUANAJUATO

Miguel Hernández Martínez

Investigador del INIFAP; Campo Experimental Bajío, Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38010, Celaya, Gto., E-mail: hernandez.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

En Guanajuato existe un potencial adecuado para la siembra de girasol, tanto de riego como bajo condiciones de temporal, con precipitaciones de 400 a 550mm y la altitud de 1500 a 1959 m, adecuada para obtener entre un 38 a 46% de aceite en el grano. Los esfuerzos por implementar la siembra de girasol en Guanajuato, se iniciaron desde el 2010 a la fecha con promocionar a través de parcelas demostrativas con variedades linoleicas (Madero 91, Victoria 86) y a partir del 2013 se inició la siembra de agricultura por contrato a través de las empresas Tron Hermanos, PEPSICO-Syngenta, AK de Jalisco. En el ciclo primavera-verano de 2019 se sembraron alrededor de 1,200 ha. Por otra parte, MasAgro-Guanajuato también ha impulsado la siembra de girasol mediante el establecimiento de parcelas de validación en las plataformas de Irapuato y Acámbaro bajo labranza de conservación. El objetivo presentar al cultivo de girasol como una opción de rotación en el ciclo primavera-verano después del trigo, con base a los resultados de validación en las plataformas MasAgro. Los resultados de las parcelas de validación demostraron que el cultivo de girasol se adapta a la rotación, es rentable y ahorra al menos dos riegos durante el ciclo primavera-verano.

Palabras Clave: Manejo agronómico, lamina de riego, rotación de cultivo.

ABSTRAC

In Guanajuato there is an adequate potential for sunflower planting, both under irrigation and under storm conditions, with rainfall of 400 to 550mm and altitude from 1500 to 1959 m, adequate to obtain between 38 to 46% oil in the grain. Efforts to implement sunflower planting

in Guanajuato began from 2010 to date with the promotion through demonstration plots with linoleic varieties (Madero 91, Victoria 86) and as of 2013 the planting of contract agriculture through of the companies Tron Hermanos, PEPSICO-Syngenta, AK of Jalisco. In the spring-summer cycle of 2019, around 1,200 ha were planted. On the other hand, MasAgro-Guanajuato has also promoted sunflower planting by establishing validation plots on the Irapuato and Acámbaro platforms under conservation tillage. The objective is to present the sunflower crop as a rotation option in the spring-summer cycle after wheat, based on the validation results in the MasAgro platforms. The results of the validation plots showed that the sunflower crop adapts to the rotation, is profitable and saves at least two irrigations during the spring-summer cycle.

Keywords: *Agronomic management, irrigation sheet, crop rotation.*

INTRODUCCIÓN

El girasol es nativo de Norteamérica, se encuentra distribuido del suroeste de los Estados Unidos, Centro y Norte de México en forma silvestre (Harter, 2004). El género *Helianthus* es altamente diversificado, se compone de 49 especies y 19 subespecies con 12 especies anuales y 37 perennes (Bye and Lentz, 2009). En México el girasol representa una alternativa viable en áreas con precipitaciones de 400mm y además posee una mayor tolerancia a la sequía y a heladas. Las empresas aceiteras y los programas de mejoramiento de Argentina y E.U.A. han puesto en el mercado mexicano variedades linoleicas y oleicas, con especial énfasis en el aceite oleico ofertando agricultura por contrato con un precio de compra del grano que varía de \$ 5,800 a \$ 7,200 por tonelada (ANIAME, 2018).

En Guanajuato existe un potencial adecuado para la siembra de girasol tanto de riego como bajo condiciones de temporal con precipitaciones de 400 a 550mm y la altitud (1500 a 1959m) adecuada para obtener entre un 38 a 46% de aceite en el grano. Los esfuerzos por implementar la siembra de girasol en Guanajuato se iniciaron desde el 2010 a la fecha con promocionar a través de parcelas demostrativas con variedades linoleicas Madero 91 y Victoria 86 del INIFAP y a partir del 2013 se inició la siembra de agricultura por contrato ofrecido por

las empresas Tron Hermanos (de Morelia), PEPSICO-Syngenta, AK de Jalisco, las cuales promueven la siembra de girasol oleico en Guanajuato, Jalisco, Zacatecas, Durango y Tamaulipas, sembrando en total cerca de 12,000 hectáreas en dichos estados. En INIFAP a través del Campo Experimental Bajío en apoyo al programa MasAgro Guanajuato, ha impulsado la siembra de girasol mediante el establecimiento de parcelas de validación y transferencia, en las plataformas MasAgro, ubicadas en los en el Distrito de Riego No. 11 “Alto Lerma” de Irapuato y en la plataforma de Loreto en Acámbaro. El objetivo fue validar el cultivo de girasol, como una opción de rotación en el ciclo primavera-verano, después del trigo, con base a los resultados de rendimiento, adaptación a la labranza de conservación y su rentabilidad en las plataformas MasAgro durante dos años (2015 y 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo primavera-verano (P-V) de 2015 y 2016 se estableció parcelas de validación de girasol, bajo agricultura de conservación en rotación al trigo, en las plataformas MasAgro-Guanajuato en Irapuato y Loreto en Acámbaro, Guanajuato de las variedades Madero-91 en 2014 y Bienvenido Paisano y SYN 3950HO.

En el Cuadro 1 se muestra el manejo agronómico que se aplicó en forma general a las plataformas al cultivo de girasol, desde nombre de la variedad, distancia entre hileras de siembra, número de plantas por metro lineal, tratamiento de fertilización, control químico de maleza, calendario de riegos recomendado y no se tuvo presencia de plagas y enfermedades durante los dos años.

Cuadro 1. Manejo agronómico bajo labranza de conservación de los componentes tecnológicos de los cultivos alternativos en plataformas de Irapuato y Acámbaro, Guanajuato en rotación con gramíneas.

Componente de manejo del cultivo	Variedades de girasol y manejo agronómico		
Variedad	Madero 91	SYN3950HO	Bienvenido Paisano
Distancia entre hileras de siembra	76 cm hilera sencilla		
Número de plantas promedio por metro lineal	4 a 6		
Formula de fertilización base	60-40-00		
2ª. Fertilización y 35 días a la aplicación.	60-00-00	60-00-00	60-00-00
Control químico de maleza	Premerlin 2.0 L ha ⁻¹ preemergencia para hoja ancha y angosta		
Calendario de riegos recomendado	0-45-75-110		
Control químico de plagas	No se presentó plagas		
Enfermedades	No se presentó enfermedades		

Las variables medidas fueron días a la nacencia, días a floración, altura de planta, días a la cosecha, rendimiento y contenido de aceite en el grano. Así también se determinó la rentabilidad en base a la relación costo-beneficio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, se muestra los resultados obtenidos en las plataformas Mas Agro de validación de las variedades de girasol que se establecieron en el Distrito de Riego No. 11 “Alto Lerma” en Irapuato y en la localidad de Loreto del municipio de Acámbaro, destaca que solo regó al inicio y en la etapa de llenado de grano.

Cuadro 2. Año de validación en las plataformas de Irapuato y Acámbaro y variables agronómicas en las diferentes variedades en el ciclo P-V 2015 y 2016.

Año-localidad/ variable	P-V 2015		P-V 2016		Promedio Localidades /variedades
	Acámbaro	Irapuato	Acámbaro	Irapuato	
Variedad	Madero	Madero	B. Paisano	SYN9530HO	
F. de siembra	29/ mayo	2/ junio	24/ abril	10/ julio	
Días a flor	68	58	56	82	68.5
Altura (m)	1.72	1.58	1.52	1.78	1.65
Días cosecha	138	144	135	146	141
% de aceite	44%	42%	43%	40%	42.25
Rend. kg/ha	2,215	2,420	2315	2080	2,257.50

Rentabilidad del cultivo de girasol.

En el Cuadro 3 se muestra la rentabilidad, relación beneficio/costo de la validación de las variedades de girasol linoleicas y del híbrido alto oleico de Syngenta.

Cuadro 3. Rentabilidad y relación beneficio/costo (B/C) del girasol.

Año-localidad/ variable	P-V 2015		P-V 2016	
	Acámbaro	Irapuato	Acámbaro	Irapuato
Variedad	Madero-91	Madero-91	B. Paisano	SYN9530HO
Total \$ inversión	8,750	8,750	8,824	9,099
Rendimiento kg/ha	2,215	2,420	2,315	2,080
Precio tonelada \$	6,000	6,000	6,000	6,500
Ingreso bruto	13,290	14,520	13,890	13,520
Relación B/C	1.52	1.66	1.57	1.49
Ingreso estímulo	3,000	3,000	3,000	3,000
Ingreso total	16,290	17,520	16,890	16,520
Relación B/C total	1.86	2.0	1.91	1.82

CONCLUSION

En base a los resultados de validación en las plataformas de MasAgro-Guanajuato, se demuestra que el girasol es una opción rentable para la siembra en primavera-verano en rotación después del trigo, para la parte centro y sur de Guanajuato.

LITERATURA CITADA

- ANIAME. (2018). Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas. Oleaginosas en cadena. *Girasol, situación actual mundial y nacional*. Boletín bimestral No. 18. México, D.F.
- Bye, R., E. Linares y D. L. Lentz. (2009). México: centro de origen de la domesticación del Girasol. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 12(1):5-12.
- Harter, A.V. (2004). Origin of extant domesticated sunflowers in eastern North America. *Nature* 430, 201-205.

EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE TRIGO HARINERO EN SEIS REGIONES PRODUCTORAS DE TRIGO EN MÉXICO

*Ernesto Solís-Moya¹; *Lourdes Ledesma-Ramírez¹; Manuel Jeronimo-Arriaga²; Sarahyt Santamaria Gonzalez-Figueroa¹; Gabriela Chávez-Villalba³; Dagoberto Flores-Marin⁴

¹INIFAP, Campo Experimental Bajío, km 6.5 carretera Celaya – San Miguel Allende, C. P. 38010 Celaya Gto., México. Tel: 5538718700. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Zitácuaro. Av. Tecnológico No.186, 61534, Zitácuaro, Mich; México. ³INIFAP Campo Experimental Norman E. Borlaug, s/n, calle Norman E. Borlaug s/n km. 12, Son. ⁴INIFAP Campo Experimental Saltillo Carretera Saltillo - Zacatecas km. 342+119 # 9515 Hacienda de buena vista c.p. 25315 *Autor de correspondencia: solis.ernesto@inifap.gob.mx

RESUMEN

El trigo ha sido la materia prima principal en la alimentación de la población; en la actualidad es importante tener variedades que permitan a los productores mantener la rentabilidad del cultivo y respondan a las necesidades de la industria; El objetivo de este trabajo fue identificar líneas experimentales de trigo harinero que superan el rendimiento de los testigos y que pueden ser consideradas como líneas candidatas a nuevas variedades comerciales que aumente la producción de grano de trigo en el país. El ensayo se evaluó en seis localidades: Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California y Coahuila; se midieron los caracteres fenotípicos, días a madurez (DM); altura de planta (AP); rendimiento de grano (RG); peso de mil granos (PMG); índice de cosecha (IC); biomasa (BIO); granos por metro cuadrado (GPM2) y espigas por metro cuadrado (EPM2). El análisis de componentes principales mostró que CP1 se asoció positivamente con BIO, AP, DM y RG, mientras que, el CP2 se asoció positivamente con IC y EPM2 y negativamente con GPM2. El modelo AMMI mostró los dos primeros ejes del CP altamente significativos ($p < 0.01$), explicando 50.95 y 20.35 % de la SC de la interacción, respectivamente; Los genotipos 26, 14, 6 y 28 pueden utilizarse como progenitores o futuras variedades ya que sus rendimientos fueron los más altos del experimento.

Palabras clave: Ambiente, Avance genético, Rendimiento.

ABSTRACT

Wheat has been the main raw material in the population's diet; At present it is important to have varieties that allow producers to maintain the profitability of the crop and respond to the needs of the industry; The objective of this work was to identify experimental lines of bread wheat that exceed the yield of the controls and that can be considered as candidate lines for new commercial varieties that increase the production of wheat grain in the country. The trial was evaluated in six locations: Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California, and Coahuila; phenotypic characters were measured, maturity days (MD); plant height (AP); grain yield (RG); thousand grain weight (PMG); harvest index (IC); biomass (BIO); grains per square meter (GPM2) and ears per square meter (EPM2). The principal component analysis showed that CP1 was positively associated with BIO, AP, DM and RG, while CP2 was positively associated with IC and EPM2 and negatively with GPM2. The AMMI model showed the first two highly significant CP axes ($p < 0.01$), explaining 50.95 and 20.35% of the SC of the interaction, respectively; Genotypes 26, 14, 6 and 28 can be used as parents or future varieties since their yields were the highest in the experiment.

Keywords: Genetic progress, Environment, Yield.

INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los cereales que ha estado en la base de la alimentación en distintas civilizaciones y por miles de años. El trigo aporta proteínas, grasas, calcio, hierro, tiamina, rivo flavina y niacina que contribuyen a una buena alimentación. Las persistentes condiciones de sequía en varios de los principales países productores de cereales originaron una disminución de 29,3 millones de toneladas respecto al año 2020. Entre los cereales principales, el pronóstico sobre la producción mundial de trigo en 2021 ha ido a la baja, con una reducción de 15,2 millones de toneladas, es decir un 0,7 % por debajo de la producción del año 2020 (FAO, 2021). El objetivo de este trabajo fue identificar líneas experimentales de

trigo harinero que superan el rendimiento de los testigos y que pueden ser líneas candidatas a nuevas variedades comerciales que aumente la producción de grano de trigo en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el presente ciclo 2020-2021 se evaluó la población del 8°WYCYT con 33 genotipos. Esta población se evaluó en seis localidades diferentes representativas de las zonas de producción de México: Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California y Coahuila. La fecha de siembra y de cosecha y el manejo agronómico fue dado de acuerdo a cada localidad.

En cada localidad se midieron diferentes caracteres fenotípicos. En la localidad de Baja California se midieron los caracteres días a madurez (DM); altura de planta (AP); rendimiento de grano (RG); peso de mil granos (PMG); índice de cosecha (IC); biomasa (BIO); granos por metro cuadrado (GPM2) y espigas por metro cuadrado (EPM2). En las localidades de Guanajuato y Coahuila se midieron las variables de días a floración (DF), DM, AP, RG, PMG, IC, BIO, GPM2 y EPM2. En la localidad de Jalisco se tomaron las variables de DF, DM, AP, RG, calificación agronómica (AS) y plantas por metro cuadrado (PPM2). En las localidades de Sinaloa y Sonora se tomaron las variables de DF, DM, AP y RG.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de componentes principales para tres localidades (Baja California, Guanajuato y Coahuila).

El primer componente principal (PC1) presentó asociación positiva con las variables biomasa (BIO), altura de planta (AP), días a madurez (DM) y rendimiento de grano (RG). El segundo componente (PC2) mostró asociación positiva con índice de cosecha (IC), espigas por metro cuadrado (EPM2) y peso de mil granos (PMG) y mostró una asociación negativa con la variable de granos por metro cuadrado (GPM2) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Correlaciones de los autovectores con las variables originales de genotipos de trigo evaluados en tres localidades del experimento WYCYT 2020-2021.

	CP1	CP2
DM	0.91	-0.02
AP	0.92	0.12
RG	0.87	0.45
IC	-0.53	0.72
BIO	0.98	-0.16
PMG	0.45	0.51
GPM2	0.70	-0.66
EPM2	0.42	0.70

DM = Días a madurez; AP = Altura de planta; RG = Rendimiento kg/ha; IC = índice de cosecha; BIO = Biomasa; PMG = Peso de 1000 granos; GPM2 = Granos por metro cuadrado; EPM2 = Espigas por metro cuadrado; PC1 = Componente principal 1; PC2 = Componente principal 2.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de los componentes principales, con las variables de estudio, los genotipos y el comportamiento por localidad. Cada localidad está representada por un color, dentro de cada localidad están los 33 genotipos del experimento, el color gris y los puntos con forma de cuadrados representan la localidad de Guanajuato, el color azul y los puntos con forma redonda representan a Baja California y el color amarillo y los puntos con forma triangular a Coahuila. Los vectores muestran el comportamiento de las variables evaluadas (flechas negras) y también el comportamiento con respecto a los genotipos en cada una de las variables; mostrando una mayor asociación entre la variable con el genotipo que se encuentre más cercano al vector de la variable, por ejemplo se observa alta asociación entre los genotipos que se sembraron en la localidad de Guanajuato con las variables de Biomasa (BIO), días a madurez (DM) y altura de planta (AP); así mismo, en los genotipos que se sembraron en la localidad de Baja California mostraron asociación alta con la variable índice de cosecha (IC).

El CP1 (53.5%) tuvo asociación positiva a las variables BIO, AP, DM y RG, esto indica que los valores más altos en estas variables corresponderán a los genotipos con valores positivos, los genotipos que se sembraron en Guanajuato son los que mostraron los ciclos más largos a DM, las mayores alturas de plantas, biomasa y rendimientos. El CP2 (18.1%) tuvo asociación positiva con las variables IC, EPM2 y PMG y negativa con GPM2, indicando que los genotipos que se sembraron en la localidad de Baja California son los que tienen mayor índice de

cosecha, produjeron más espigas por metro cuadrado y mayor peso de mil granos y obtuvieron en menor número de GPM2.

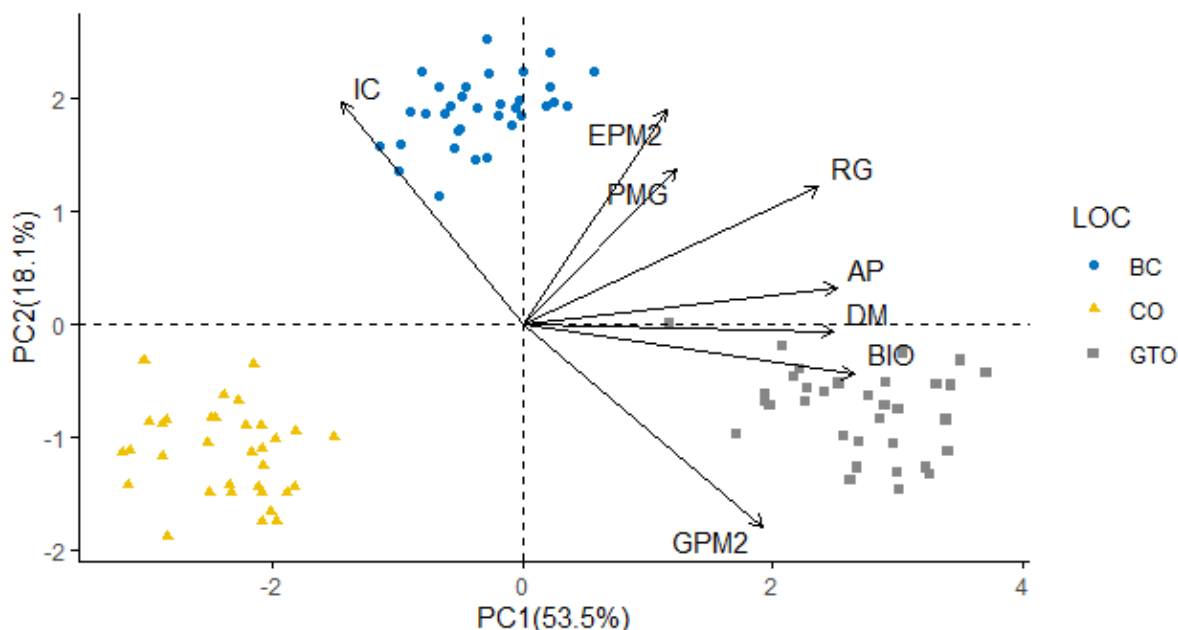


Figura 1. Biplot de la evaluación fenotípica del experimento WYCYT 2020-2021. Los genotipos están representados por puntos.

Análisis de la interacción genotipo por ambiente con la variable rendimiento de grano.

En el Cuadro 2 se presenta el análisis de varianza de todas las localidades con respecto a la variable de rendimiento donde se obtuvo un efecto del ambiente altamente significativo ($p < 0.01$) con un 90.29 % de la variación de la suma de cuadrados del total (SCT). El factor genotipos fue significativo ($p < 0.05$) registrando 2.67 % de la SCT. La interacción genotipo-ambiente fue significativa ($p < 0.01$), obteniendo 7.03 % de la SCT. El modelo AMMI mostró los dos primeros ejes del CP altamente significativos ($p < 0.01$), explicando 50.95 y 20.35 % de la SC de la interacción, respectivamente. EL CP3 fue significativo con el 14.66 % de la SCT y los CP4, CP5 y CP6 no fueron significativos. El modelo AMMI retuvo el 96.54 % de la SCT utilizando 73 grados de libertad. El estudio de la interacción realizado con el AMMI se completó con el empleo del biplot (Figura 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza del modelo AMMI para 33 genotipos de trigo evaluados en 6 ambientes.

FV	GL	SC	CM	% SC
AMB	5	1323513105	264702621 **	90.29
GEN	32	18630808	582213 *	2.67
Rep(AMB)	5	67978442	13595688	
SubBlock(Rep)	20	6799424	339971	
AMB*GEN	160	103085407	644284 **	7.03
CP1	36	49698510.42		50.95 **
CP2	34	19855110.15		20.35 **
CP3	32	14305184.98		14.66 *
CP4	30	9691048.768		9.93
CP5	28	4001571.857		4.1
CP6	26	0		0
Error	172	63149288	367147	
Total	395	1604204886		
CV			10.42793	
MEDIA			5810.614	

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; %SC = porcentaje de la suma de cuadrados; AMB = ambientes; GEN = genotipos; CP = componente principal.

La interpretación de los resultados del análisis AMMI se facilitó con la representación gráfica (gráfico biplot), en el mismo espacio, de genotipos y ambientes. En el eje de las abscisas (X) de la Figura 2, se lee el rendimiento de grano de los genotipos y ambientes. La línea perpendicular a este eje indica el rendimiento medio que fue de 5810 kg ha⁻¹. Así, a la izquierda del eje de las X's se grafican las entradas con menor rendimiento y a la derecha se localizan los genotipos y ambientes de mayor rendimiento. El eje de las ordenadas (Y) en cambio, mide la estabilidad de los genotipos y ambientes: aquéllos con valores cercanos a cero son estables mientras los que presentan valores altos del primer componente principal son inestables.

De acuerdo a esta información los genotipos con mayor rendimiento fueron el 28, 26, 6, 30, 24 y 14 con 6422, 6368, 6296, 6263, 6201 y 6186 kg ha⁻¹ respectivamente, el genotipo con el menor rendimiento fue el 33 con 5084 kg ha⁻¹. Mostrando una diferencia de 1338 kg ha⁻¹. La localidad de Guanajuato fue la que obtuvo el mayor rendimiento con 8267 kg ha⁻¹ y el de menor rendimiento fue la localidad de Coahuila con 2778 kg ha⁻¹.

Los genotipos más estables, con valores de CP1 bajos o cercanos a cero, fueron los genotipos 26, 14, 6, 10, 18, 8, 12, 19, 3, 16, 28 y 7, destacando el 26, 14, 6 y 28 ya que sus rendimientos fueron de los más altos del ensayo, lo que indica que son materiales que rinde bien en todos los ambientes.

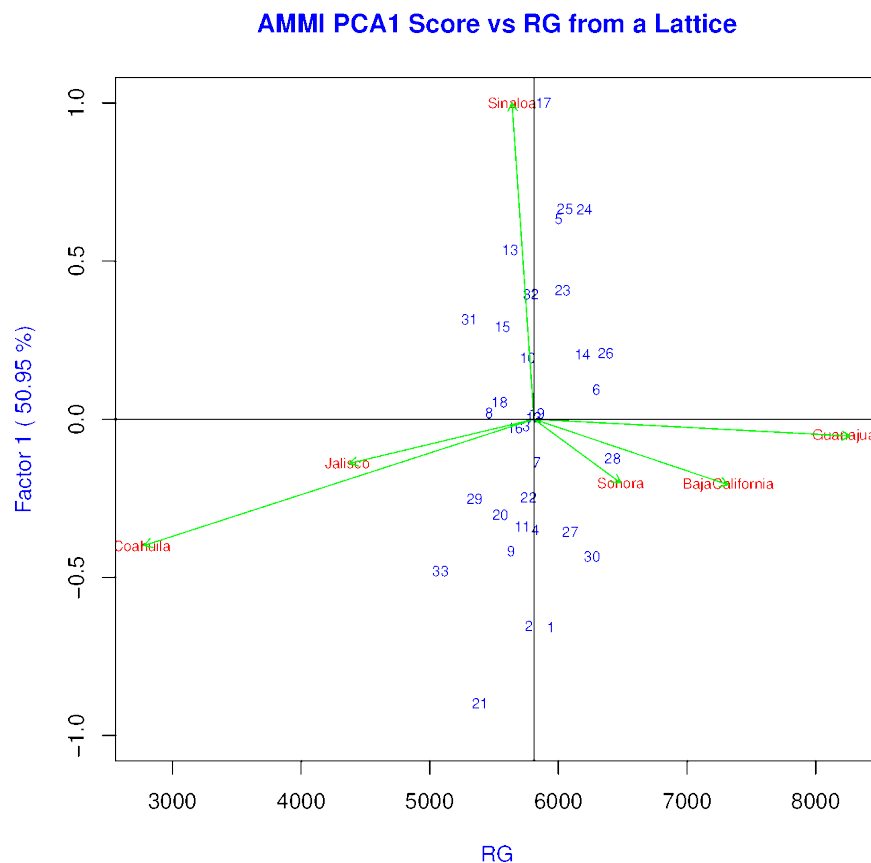


Figura 2. Biplot de rendimiento de grano de 33 genotipos evaluados en el experimento WYCYT durante el ciclo OI 2020-2021.

CONCLUSIÓN

Los genotipos 26, 14, 6 y 28 pueden llegar a ser progenitores o futuras variedades ya que sus rendimientos fueron los más altos del ensayo, y también mostraron ser estables en todos los ambientes, lo que indica que son materiales que rinde bien en todos los ambientes.

LITERATURA CITADA

FAO, (2021). Situación Alimentaria Mundial, consultado el 2 de octubre de 2021, en línea disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>

RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS SISTÉMICOS

Luis Ángel Belman Herrera¹, Blanca Moreno Gómez², Gerardo Armando Aguado Santacruz^{1, 2*}.

¹ BIOQualitum. Oriente 7 # 158, Ciudad Industrial, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México. ²Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende C.P.38110, Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia:

gaguados@gmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la validación de un paquete biotecnológico basado en el empleo de productos biológicos sistémicos en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*, variedad Romance) para verificar su efectividad en función de la rentabilidad y la sanidad del cultivo, frente al manejo convencional basado en el uso de productos químicos. Para demostrar la viabilidad del uso de productos biológicos en el cultivo de zanahoria se aplicaron los productos BactoCROP-TH, Trichonator y NemaCRACK en una parcela ubicada en la comunidad de San Juan de la Vega, Guanajuato, México. Se utilizó una hectárea con manejo convencional como testigo y dos hectáreas para la aplicación de los productos. Los productos se utilizaron siguiendo las instrucciones de uso del proveedor, indicadas en la etiqueta. En la fecha de cosecha de la zanahoria se colectaron 26 muestras control y 26 del tratamiento con los productos biológicos sistémicos. Se determinó el peso, el diámetro, la longitud y el número de hojas de las plantas de zanahoria. Se obtuvieron los promedios de las 26 muestras y se realizó un análisis estadístico utilizando la prueba 't' de student, la cual mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los promedios del peso, diámetro y longitud de las zanahorias, demostrando que el uso de los productos biológicos generó un rendimiento extra del 31.66% en comparación con los productos químicos. Un análisis cualitativo indicó que la sanidad de las zanahorias fue mayor en el área tratada con los productos biológicos, además de que se logró reducir en un 70% la incidencia de nematodos. Finalmente, un análisis de rentabilidad indicó que la aplicación del paquete tecnológico, basado en el uso de los productos biológicos

sistémicos, permitió la obtención de una ganancia adicional de \$93,030.00 por cada ha de zanahoria cultivada.

Palabras clave: *Biofertilizante, biofungicida, rentabilidad, zanahoria, biotecnología.*

ABSTRACT

In this research, the validation of a biotechnological package based on the use of systemic biological products in the cultivation of carrot (*Daucus carota*, Romance variety) was carried out to verify its effectiveness in terms of the profitability and health of the crop, compared to conventional management based on the use of chemical products. To demonstrate the viability of the use of biological products in carrot cultivation, the products BactoCROP-TH, Trichonator and NemaCRACK were applied in a plot located in the community of San Juan de la Vega, Guanajuato, Mexico. One hectare with conventional management was used as a control and two hectares were used for the application of the products. The products were used following the supplier's instructions for use, indicated on the label. On the date of carrot harvest, 26 control samples and 26 samples of the treatment with the systemic biological products were collected. The weight, diameter, length and number of leaves of the carrot plants were determined. Means of the 26 samples were obtained and a statistical analysis was performed using Student's 't' test, which showed significant differences ($P \leq 0.05$) in the averages of carrot weight, diameter and length, demonstrating that the use of the biological products generated an extra yield of 31.66% compared to the chemical products. A qualitative analysis indicated that carrot health was higher in the area treated with the biological products, in addition to a 70% reduction in the incidence of nematodes. Finally, a profitability analysis indicated that the application of the technological package, based on the use of the systemic biological products, allowed an additional profit of \$93,030.00 per hectare of cultivated carrot.

Key words: *Biofertilizer, biofungicide, profitability, carrot, biotechnology.*

INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota*) es una hortaliza perteneciente a la familia Apiaceae, la cual crece en dos ciclos de cultivo al año, ya que su duración es de 5 a 6 meses. En este lapso forma tallos verdes largos con hojas por la parte superficial, y en la raíz forma un tubérculo de tonos naranjas, el cual es la parte comercial de este producto. En México, la producción de zanahoria ocurre principalmente en la época primavera-verano, en donde se genera el 62%, y el resto del año un 38%. La zanahoria se cultiva y cosecha todo el año, pero en los meses de mayo, agosto, septiembre y octubre se genera el 46% de la producción nacional (SAGARPA, 2015). Según datos publicados por la FAO, en el año de 2014 se produjeron en México más de 334,000 toneladas de zanahoria en una superficie de siembra de 11,504 hectáreas, en donde Guanajuato fue el principal productor con 80,000 toneladas. Las zanahorias deben cumplir con ciertos estándares de calidad para ser aceptadas en los mercados meta, que incluyen la ausencia de rajaduras, plagas, y enfermedad, presentar el color típico de la variedad, sin malformaciones físicas y sin sabores ni olores extraños (FAO, 2014). Para satisfacer las necesidades y exigencias alimenticias de la población, la humanidad ha buscado implementar nuevas y mejores tecnologías para incrementar la producción y la sanidad de los cultivos, por lo cual ha optado por utilizar productos de origen biológico con el fin de reducir los efectos adversos que pueden llegar a causar el uso de agentes químicos tanto en el ambiente como en la salud de los consumidores. Es aquí donde la biotecnología, utilizando organismos vivos, tales como hongos y bacterias, ha posibilitado el desarrollo de productos biológicos capaces de mejorar la nutrición y sanidad de las plantas y, de este modo, aumentar la rentabilidad de los cultivos agrícolas (Carrillo Alvarado *et al.*, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Previo a la aplicación del producto, se calibró el tractor con el cual se realizó la aspersión foliar, y se preparó la disolución del paquete biotecnológico siguiendo las instrucciones del manual de usuario proporcionado por el fabricante poniendo especial énfasis en el proceso de filtración, ya que, al ser un producto biológico, requiere de materiales naturales pulverizados que pueden generar residuos que afectan la aplicación foliar por el taponamiento de las

boquillas. Una vez realizado la correcta disolución y filtración se procedió a asperjar abundantemente el área del terreno tratado con una tercera parte del producto y las dos terceras partes restantes se agregaron al sistema de riego.

Los productos biológicos se aplicaron al cultivo de zanahorias según las instrucciones del proveedor de los productos BactoCROP-TH, Trichonator y NemaCRACK. Se procedió a asperjar de manera abundante dos hectáreas del cultivo. Estas aplicaciones se realizaron de manera mensual siguiendo el mismo protocolo de la ficha técnica y la etiqueta de uso. Se visitó periódicamente la parcela, a los 30, 60 y 90 DDS (Días Después de la Siembra) para aplicar el paquete biotecnológico y a verificar la apariencia de la planta desde los primeros brotes de la semilla y su evolución hasta el día de la cosecha. En este lapso de siembra se trataron dos hectáreas con los productos biológicos sistémicos y una hectárea de la siembra en la que no se aplicaron los productos biológicos se usó como testigo. Transcurridos 152 DDS, y después de haberse aplicado el tratamiento biológico a los 30, 60 y 90 DDS, se realizó una visita a la parcela experimental previo a la cosecha para la toma de muestras en forma aleatoria: 26 muestras experimentales del área tratada y la misma cantidad en el área con manejo convencional. Para poder evaluar el efecto del tratamiento en el cultivo, se realizó una prueba estadística 't' de student ($p < 0.05$) donde se compararon las medias obtenidas de cada una de las mediciones tomadas durante la cosecha del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

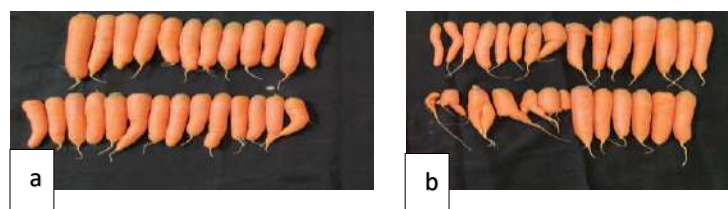


Figura 1. Resultados de la aplicación de los productos biológicos sistémicos en el cultivo de zanahoria.
a) Muestras tomadas del área tratada, b) Muestras tomadas del área control

De las muestras de zanahoria colectadas se separaron aquellas que presentaban daños por agallas y/o bifurcaciones (Fig. 1). En la parcela con el tratamiento se registraron dos piezas dañadas, representando un daño de 7.69%; mientras que en las muestras control no tratadas se encontraron 8 piezas con daño por nematodos, es decir un 30.77% total. Esto indica que se obtuvo una disminución del 70% en la incidencia de nematodos en el cultivo después de utilizar el producto NemaCRACK. Al realizar la prueba de 't', se obtuvieron diferencias significativas en las variables cuantificadas de peso, longitud y diámetro, sin embargo, no hubo diferencias significativas para el número de hojas lo cual pudo deberse a que es la parte aérea del cultivo y, por lo tanto, tiene un mayor contacto con variables climáticas y ambientales que pueden afectar su desarrollo óptimo (López-Pérez *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

Finalmente, se pudo determinar que en el área control se obtuvieron 30 toneladas de rendimiento de zanahoria mientras que en el área tratada con los productos biológicos sistémicos se lograron obtener 39.5 toneladas. Esto muestra un incremento de 9.5 toneladas más por hectárea, lo cual representa un aumento total de producción de un 31.66%. Para calcular las ganancias económicas y la rentabilidad del uso del paquete de productos biotecnológicos, se tomó en cuenta el valor comercial por kilo de zanahoria vigente en la zona y la fecha de cosecha, el cual fue de 10.70 \$/kg, dando un valor de \$321,000.00 MXN con producción convencional y de \$422,650.00 MXN con cultivo orgánico, lo cual arroja una diferencia de \$101,650.00 MXN a favor de la parcela tratada con los productos biológicos. Con estos números se pudo calcular la rentabilidad del uso de estos productos en base a sus costos. Después de realizar el análisis de datos se demostró de manera estadística que la aplicación de los productos biológicos sistémicos tiene un impacto significativo en el peso, diámetro y longitud de las zanahorias, lo cual deriva en un incremento en la producción de hasta un 31.66 %. Trasladando estos últimos datos a la rentabilidad del uso de los productos biológicos de la empresa BIOqualitum S.A. de C.V., el productor obtuvo ganancias extra netas de \$93,030.00 MNX con respecto a la producción obtenida con el manejo convencional de las parcelas.

LITERATURA CITADA

- Carrillo Alvarado, R., Carvajal Mera, T., Valarezo Cely, O., Cañarte Bermúdez, E., Mendoza García, A., Mendoza Zambrano, y Ponce Ferrín, J. (2010). Manual de buenas prácticas agrícolas y estimación de costos de producción para cultivos de ciclo corto en Manabí. Portoviejo, EC: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Núcleo de Transferencia y Comunicación, 2010. 139 p.
- FAO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Ficha técnica. Productos frescos de verduras. S.F. Extraído el 24 de marzo de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/3/au174s/au174s.pdf>.
- López-Pérez, M. E., Rincón-Castro, M. C. D., Muñoz-Torres, C., Ruiz-Aguilar, G. M., Solís-Valdez, S., y Zanol, G. A. (2017). Evaluación de la contaminación por elementos traza en suelos agrícolas del suroeste de Guanajuato, México. Acta Universitaria, 27(6), 10-21.
- SAGARPA. (2015). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Márgenes de comercialización. Marzo. Extraído el 23 de marzo de 2021. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/71250/MargenesComer_Zanahoria_Marzo2015.pdf.

RESPUESTA AGRONÓMICA DE CUATRO HÍBRIDOS DE MAÍZ UTILIZANDO CAOLINITA PARA REDUCIR EL EFECTO DE ESTRÉS POR ALTAS TEMPERATURAS EN TORREÓN, COAHUILA

María J. del Río-Rivas¹; Jorge Quiroz-Mercado^{2*}; Oralia Antuna-Grijalva²; Armando Espinoza-Banda²

¹Estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. ²Académicos del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. *Autor de correspondencia: jorge.quirozm@uaaan.edu.mx

RESUMEN

El estrés por altas temperaturas provoca daños en el crecimiento y desarrollo de las plantas, y está determinado principalmente por las características del cultivo. La utilización de protectantes solares a base de caolinita han sido utilizados como alternativa para aminorar los efectos de altas temperaturas en diversos cultivos. Sin embargo, hay escasa información sobre la utilización de protectantes solares en el cultivo de maíz. Se estableció un experimento en la estación experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad La Laguna en Torreón, Coahuila, durante la temporada primavera-verano de 2019. Se evaluaron cuatro híbridos de maíz y dos tratamientos con caolinita. Se registraron variables agronómicas y rendimiento de grano. Entre híbridos de maíz hubo diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para las variables de altura de planta, número de hojas y rendimiento de grano. Mientras que, para el factor tratamientos con caolinita, no se mostraron diferencias significativas en todas las variables de estudio, excepto para altura de planta. El mayor rendimiento alcanzado por los híbridos lo obtuvo RS-8510 (ROYAL), con un rendimiento promedio de 5.4 t ha^{-1} .

Palabras clave: híbridos de maíz, rendimiento, protectante solar, caolinita.

ABSTRACT

High temperature stress causes damage to the growth and development of plants, and is mainly determined by the characteristics of the crop. The use of kaolinite-based sunscreens has been used as an alternative to lessen the effects of high temperatures on various crops. However, there is little information on the use of sunscreens in maize. An experiment was established at the experimental station of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro La Laguna Unit in Torreón, Coahuila, during the spring-summer season of 2019. Four maize hybrids and two kaolinite treatments were evaluated. Agronomic variables and grain yield were recorded. Among maize hybrids there were highly significant differences ($p \leq 0.01$) for the variables of plant height, number of leaves and grain yield. While, for the factor treatments with kaolinite, no significant differences were shown in all the study variables, except for plant height. The highest yield achieved by the hybrids was obtained by RS-8510 (ROYAL), with an average yield of 5.4 t ha^{-1} .

Keywords: *maize hybrids, yield, sunscreen, kaolinite.*

INTRODUCCIÓN.

El cultivo de maíz es una especie que presenta una gran diversidad genética de materiales criollos y mejorados (Matsouka *et al.*, 2002); y puede adaptarse a diferentes condiciones climáticas, como son ambientes de clima desértico cálido, donde las temperaturas máximas en el año pueden superar los 30°C . (Baradas, 1994). La sensibilidad de una planta a altas temperaturas depende principalmente de las características del cultivo. El estrés por alta temperatura afecta el establecimiento de los cultivos desde la germinación de las semillas, y tiene efectos inmediatos sobre el vigor de las plántulas. En plantas de maíz sometidas a temperaturas superiores a 35°C por más de ocho días durante la etapa de floración sufren una reducción de hasta 74% en el rendimiento (Rincón *et al.*, 2006). Por otra parte, el uso de protectantes solares a base caolinita han sido utilizados como alternativa para aminorar los efectos de altas temperaturas en cultivos de café (Steiman *et al.*, 2007), plátano (Ortiz *et al.* 2013), entre otros. La caolinita tiene un gran uso en su aplicación sobre las hojas y se ha

demostrado gran utilidad para el control del estrés térmico (Steiman *et al.*, 2007; Jiménez, 2003). El uso de protectantes solares en los cultivos puede ser una alternativa que puede ser evaluada para hacer frente a los efectos de altas temperaturas en los sistemas de producción agrícola. Sin embargo, hay muy pocos estudios para conocer la efectividad de la caolinita en maíz para aminorar los efectos de altas temperaturas en el rendimiento y sus características agronómicas en ambientes característicos de la región norte del país, donde las altas temperaturas llegar a superar los 30°C durante el ciclo agrícola de primavera-verano. Por lo anterior, se realizó este trabajo con el objetivo de evaluar la respuesta agronómica de cuatro híbridos de maíz utilizando la caolinita como protector solar para reducir el estrés por altas temperaturas en Torreón, Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El experimento de campo se estableció en la estación experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad La Laguna en Torreón, Coahuila, durante la temporada primavera - verano de 2019. Se evaluaron cuatro híbridos de maíz (CRM54, RS8520, RS8510, 8576) y dos tratamientos con caolinita (con y sin caolinita), utilizando un protectante solar llamado “Surround WP” a base de caolinita. Las aplicaciones del protectante solar fueron realizadas previo a la etapa de antesis (V8-VT). Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se registraron variables agronómicas y rendimiento de grano. Con los datos obtenidos se realizaron los análisis de varianza bajo un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, utilizando el programa estadístico The SAS System versión 9.0. Cuando los valores de F de los análisis de varianza resultaron significativos, se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el Cuadro 1, se observa que para el factor híbridos de maíz hubo diferencias significativas al menos al 0.01 para las variables de altura de planta, número de hojas y rendimiento de grano. Para el factor tratamientos con caolinita, no se mostraron diferencias significativas en todas las variables de estudio, excepto para altura de planta ($p < 0.05$). En estudios realizados en plátano, se reportaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la altura de plantas donde tratamientos con aplicación de caolinita tuvo mayor altura en comparación al tratamiento sin aplicación de caolinita (Ortiz, 2013). En la interacción tratamiento por cultivar no se presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para todas las variables de estudio.

Cuadro 1. Cuadrados de la media y su significancia estadística para días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), altura de planta (AP), número de hojas (NH), temperatura del dosel (TDOSEL), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM) y rendimiento de grano (RG) en el ciclo primavera-verano, 2013.

F.V.	GL	DFM	DFF	AP	NH	TDOSEL	LM	DM	RG
BLOQ	2	160.16ns	69.12ns	0.03ns	0.12ns	6.44**	1.36ns	3.61ns	2.83ns
TRA (T)	1	126.04ns	42.66ns	0.00*	0.37ns	2.87ns	4.00ns	3.84ns	3.83ns
HIB (H)	3	92.81ns	34.83ns	0.00**	0.81***	0.28ns	4.02ns	15.77ns	13.45**
T x H	3	142.37ns	33.11ns	0.00ns	0.15ns	0.44ns	2.01ns	17.26ns	0.31ns
Error	12	128.72	36.18	0.01	0.06	0.64	1.88	14.13	1.41
Media		69.71	70.25	2.31	13.87	24.7	15.53	40.84	4.29
C.V.%		16.28	8.56	4.33	1.89	3.25	8.84	9.2	27.66

ns = no significativo. *, **, *** = significativo al 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente. BLOQ = Bloque; TRAT = Tratamiento de caolinita; HIB = Híbridos de maíz. F.V. = Fuente de variación; C.V. = Coeficiente de variación.

La altura de planta en el tratamiento con caolinita fue significativamente mayor con 2.33 m, mientras que, sin caolinita fue de 2.30 m. El híbrido con mayor altura de planta fue el 8576 con 2.43 m, seguido de los híbridos RS8510, RS8520 y CRM54, quienes alcanzaron alturas de 2.38, 2.24 y 2.19 m, respectivamente. El mayor rendimiento alcanzado por los cultivares lo obtuvo el híbrido RS8510, con un rendimiento promedio de 5.4 t ha⁻¹, quien no difirió estadísticamente de los cultivares CRM54 y RS8520.

CONCLUSIONES.

El tratamiento de caolinita no afectó las variables registradas en este experimento, excepto para la variable altura de planta. Es probable que la falta de diferencias significativas en la mayoría de las variables registradas con el uso de caolinita este determinado por la etapa fenológica (previo a la antesis), en la cual se aplicó el protectante solar. Se mostró variabilidad entre los híbridos de maíz para las variables altura de planta, número de hojas, y rendimiento de grano. El híbrido RS-8510 alcanzó los mayores rendimientos de grano (5.4 t ha^{-1}). Este trabajo puede ser considerado como base para realizar nuevos ensayos en el uso de protectantes a base de caolinita en el cultivo de maíz.

LITERATURA CITADA.

- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sánchez, G. J., Buckler, E., and Doebley, J. (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U. S. A.* 99 (9): 6080-6084.
- Baradas, M. W. (1994). Crop requirements of tropical crops. In: *handbook of agricultural meteorology*. J. F. Griffiths Editor. Oxford Univ. Press. New York. 189-202 pp.
- Rincón, T. J., Castro, N. S., López, S. J. A., Huerta, C., Trejo, L. F., y Briones, E. (2006). Temperatura alta y estrés hídrico durante la floración en poblaciones de maíz tropical. *Rev. Intern. Bot. Exp.* 75:31 - 40.
- Steiman, S. R. (2007). Analysis of kaolin particle film use and its application on coffee. *Hortscience*. Volumen (42). Pp 1605 – 1608.
- Ortiz, R. A. (2013). Aplicación de Surround WP y Green Sol 70 en meristemas de banano en vivero. *XX Reunión Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos)*. Fortaleza. Pp 169.
- Jiménez, J. (2003). Efecto del Surround (kaolinita) en los rendimientos y en el daño de la fruta por quemadura del sol en el melón chino C.V. Century. Informe técnico, programa de hortalizas, 2004. Pp 82 – 84.

VALIDACIÓN DEL ENSAYO IYPTE BAJO CONDICIONES DE ALTO RENDIMIENTO EN DOS LOCALIDADES DE MÉXICO

*Ernesto Solís-Moya¹; *Lourdes Ledesma-Ramírez¹; Manuel Jeronimo-Arriaga²; Jorge Iván Alvarado-Padilla³; Luis Antonio Mariscal-Amaro¹; Oscar Arath Grageda Cabrera¹

¹INIFAP, Campo Experimental Bajío, km 6.5 carretera Celaya – San Miguel Allende, C. P. 38010 Celaya Gto., México. Tel: 5538718700. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Zitácuaro. Av. Tecnológico No.186, 61534, Zitácuaro, Mich; México. ³INIFAP, Campo Experimental Valle de Mexicali, km 7.5 Carretera a San Felipe. 21700, Mexicali, Baja California. *Autor de correspondencia: **solis.ernesto@inifap.gob.mx**

RESUMEN

La generación de materiales de trigo con un mejor comportamiento respecto al cambio climático puede contribuir a resolver el problema de la alimentación de la población. El objetivo de este trabajo fue evaluar líneas élite seleccionadas para condiciones de rendimiento potencial dentro de la plataforma de la red global de la Alianza Internacional para Incrementar el Rendimiento de Trigo (IWYP, por sus siglas en inglés) en dos localidades con condiciones óptimas (alto rendimiento potencial) para el cultivo del trigo. El ensayo 1.o IYPTE se compuso de 30 genotipos que incluyen 25 líneas avanzadas de trigo mejoradas fisiológicamente y 5 genotipos testigo. Los experimentos se sembraron en el ciclo agrícola otoño-invierno 2020-2021 en las localidades de Mexicali (Baja California) y Celaya (Guanajuato). Se midieron los caracteres fenológicos el rendimiento y sus componentes. Se detectaron diferencias altamente significativas para todos los caracteres entre genotipos y para la interacción Localidad x Genotipo. El genotipo 28 destacó en ambas localidades y constituye una opción fuerte para liberarse como nueva variedad comercial.

Palabras clave: *Avance genético; localidad; rasgos agronómicos.*

ABSTRACT

Feeding the population can be ensured with the generation of materials that have a better behavior with respect to climate change; The objective of this work was to evaluate elite lines selected for potential yield conditions within the global network platform of the International Alliance to Increase Wheat Yield (IWYP) in locations with optimal conditions (yield potential) for growing wheat. The 1st IYPTE trial consisted of 30 genotypes including 25 physiologically improved advanced wheat lines and 5 control genotypes; The experiment was sown in the autumn-winter 2020-2021 agricultural cycle in the locations of Mexicali (Baja California) and Celaya (Guanajuato). Regarding the variables, the phenotypic characters representative of the physiological behavior and agronomic traits were evaluated; Between genotypes and for the Locality x Genotype interaction, highly significant differences were detected for all characters. Genotype 28 stood out in both locations and constitutes a strong option to be released as a new commercial variety

Keywords: *Genetic advance; locality; agronomic traits.*

INTRODUCCIÓN

En México, después del maíz y el frijol, el trigo es una de las tres fuentes más importantes de nutrientes de bajo costo en la dieta del mexicano, sobre todo para las poblaciones rurales y urbanas de escasos recursos (Morales *et al.*, 2014). Además, constituye el 40% del total de gasto de los hogares mexicanos en cereales y proporciona el 10% del total de las calorías de la dieta (CANIMOLT 2016). Datos publicados por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, revelan que el consumo de trigo durante el 2018 fue de alrededor de 7 MT, en tanto que la producción fue de apenas 2.9 MT, obligando a importar el 70.8% de la demanda nacional (CEDRSSA, 2019). La demanda de este cereal seguirá aumentado a medida que crece la población mexicana, que, de acuerdo con datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO), en el 2050 será de alrededor de casi 150 millones de personas. Sin embargo, lograr un incremento sustancial en la producción nacional que garantice el abasto nacional representa un reto ante el panorama poco alentador, ya que diversos modelos matemáticos

construidos para el 2050 coinciden en que la temperatura promedio anual en México aumentará entre 1.6 y 2.0 °C en la península de Yucatán y 3.1-3.5° C en el Norte. El objetivo de este trabajo fue evaluar líneas élite seleccionadas para condiciones de rendimiento potencial dentro de la plataforma de la red global de la Alianza Internacional para Incrementar el Rendimiento de Trigo (IWYP, por sus siglas en inglés) en dos localidades con condiciones óptimas para el cultivo del trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo 1.o IYPTE se compone de 30 genotipos que incluyen 25 líneas avanzadas de trigo mejoradas fisiológicamente (seleccionadas para condiciones de rendimiento potencial dentro de la plataforma de la IWYP) y 5 genotipos testigo. Los experimentos se establecieron en el periodo de noviembre-diciembre de 2020 cuando se abre la ventana de siembra para el ciclo agrícola otoño-invierno 2020-2021 en las localidades de Mexicali (Baja California) y Celaya (Guanajuato). El manejo agronómico del experimento en Guanajuato consistió en aplicar cuatro riegos a los 0-45- 75 y 100 días después de la siembra. Se aplicó la dosis de fertilizante 240-60 00, todo el P_2O_5 y 120 kg de nitrógeno a la siembra y 120 kg de nitrógeno en el primer riego de auxilio. La cosecha se realizó el 8 de mayo del 2021. En Baja California se sembró el 19 de diciembre del 2021, se aplicó cinco riegos y una dosis de fertilización de 240-70-00, aplicados todo el P_2O_5 y 66 kg de nitrógeno a la siembra, 92 kg de nitrógeno en el primer riego de auxilio y 82 kg de nitrógeno en el segundo riego de auxilio. La cosecha se realizó el 17 de mayo del 2021. El diseño experimental fue un diseño alfa látice que incluyó a los 30 genotipos del ensayo 1.o IYPTE (25 líneas avanzadas de trigo mejoradas fisiológicamente y cinco genotipos testigo) como tratamientos con tres repeticiones. En Baja California las variables medidas en Baja California fueron las siguientes: días a embuche (DEM); días a espigamiento (DE); días a madurez (DM); altura de planta (AP); rendimiento de grano (RG); peso de mil granos (PMG); índice de cosecha (IC); biomasa (BIO); GM2 = granos por metro cuadrado; EM2 = espigas por metro cuadrado; Clo1 = lectura de clorofila 1; Clo2 = lectura de clorofila 2. En Guanajuato se midieron todas las variables descritas para Baja California Excepto Clo1 y Clo2, adicional a estas variables en Guanajuato se midió: YR = roya lineal amarilla; SHB1 = Lectura 1 spad hoja bandera; SH31 Lectura 1 spad hoja 3; N2N31 = lectura 1 longitud del

entrenado 2,3; SHB2 = Lectura 2 spad hoja bandera; SH32 = Lectura 2 spad hoja 3; N2N31 = lectura 2 longitud del entrenado 2,3; SHB3 = Lectura 3 spad hoja bandera; SH33 Lectura 3 spad hoja 3; N2N31 = lectura 3 longitud del entrenado 2,3; SHB4 = Lectura 4 spad hoja bandera; SH34 Lectura 4 spad hoja 3; N2N34 = lectura 4 longitud del entrenado 2,3. SHB5 = Lectura 5 spad hoja bandera; SH35 Lectura 5 spad hoja 3; N2N35 = lectura 5 longitud del entrenado 2,3; T1...11, Lecturas 1 a 11 de la temperatura del dosel de cada parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Baja California

Los análisis de varianza decretaron diferencias altamente significativas entre genotipos para todas las variables evaluadas. En el ensayo establecido en Baja California, 22 genotipos superaron el rendimiento del testigo local (Nohely F2018) con porcentajes de 0.03 a 18.8%, en general, el testigo mostró similar ciclo a embuche, esigamiento y floración que los genotipos más destacados en rendimiento, pero presentó menor ciclo a madurez y altura de planta. En relación con los componentes fisiológicos y de rendimiento el testigo local fue igual o superior en peso de mil granos, espigas por metro cuadrado, clorofila 1 y clorofila 2 y fue inferior en biomasa, índice de cosecha y granos por metro cuadrado. Las variables que mostraron mayor número de asociaciones fueron DM con cinco y BIO con cuatro, mientras que las que mostraron menos asociaciones fueron AP, DE, Clo1 y Clo2 con 0, 1, 1 y 1, respectivamente. DM se asoció positivamente con RG, GM2 y DEM y negativamente con DF. BIO se asoció positivamente con DEM, RG, IC y EM2. La más alta asociación del RG fue con GM2, aunque también se observó asociación positiva con BIO y DM. Las lecturas de clorofila solo tuvieron correlación entre ellas.

Guanajuato

Los análisis de varianza decretaron diferencias altamente significativas en todas las variables evaluadas. En seis de las 12 variables la mayor parte de la variación fue debida a los genotipos. Seis genotipos superaron el testigo local (1, Cisne F2016), sin embargo, solo uno de ellos superó al testigo nacional (26, Borlaug100 F2014) en ninguno de los casos significativamente. La superioridad de la línea 28 en rendimiento de grano sobre los testigos fue de 11.2 y 3.7%, sin embargo, la línea 28 fue 11 días más tardía a espigamiento y dos a madurez fisiológica que Cisne F2016. Además, la línea 28 produjo un mayor número de espigas por metro cuadrado que el testigo local lo que generó un mayor número de granos y una mayor producción de biomasa. La variedad Cisne F2016 produjo un mayor peso de grano, sin embargo, en este experimento este carácter no se asoció con el rendimiento. El rendimiento y sus componentes se correlacionaron entre ellos y con las variables fisiológicas medidas. El rendimiento de grano mostró asociación con cuatro variables, positivamente ($p \leq 0.01$) con GPM2 y EPM2 y negativamente con la roya lineal amarilla, así, también se asoció positivamente con N2N32. El PMG no se asoció con el rendimiento ni con GPM2, EPM2 o RL, pero si con ocho variables fisiológicas entre ellas las más altas fueron con SH35 positivamente y negativa con T11. GPM2 se asoció con cinco variables, positivamente con RG, EPM2 y T4 y negativamente con PMG y YR. EPM2 se asoció positivamente con RG, GPM2, con las variables fisiológicas solo mostró asociación con T4 y T7 en ambos casos en forma positiva.

Análisis a través de localidades

Los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para localidades (Loc) en todos los caracteres excepto para DE. Entre genotipos y para la interacción Loc*Gen se detectaron diferencias altamente significativas para todos los caracteres. La mayor parte de la variación en DM, AP, PMG, IC, BIO, GPM2 y EPM2 se observó entre localidades, mientras que para rendimiento la mayor parte de la variación la capturó genotipos y en DE fue la interacción Loc*Gen. El ambiente de Guanajuato favoreció un ciclo más largo a madurez lo cual originó una mayor producción de biomasa, de espigas por metro cuadrado y granos por metro cuadrado, sin embargo, el rendimiento obtenido en Baja California fue superior

(Tukey \leq 0.05), la diferencia menor a 200 kg ha⁻¹ a favor de Baja California se debió a un mayor peso del grano (57 vs 50 g) debido tal vez a que algunos genotipos presentaron roya en Guanajuato en la etapa de llenado grano. El genotipo 28 fue el más destacado del experimento superó con 14.7 y 3.5% al promedio de los testigos locales y al de la variedad Borlaug100 F2014. El rendimiento de esta línea avanzada se basó en una mayor producción de GM2 y BIO. En BIO superó a Borlaug100 F2014 y a los testigos locales con 8.0 y 14.2%, mientras que en GM2 los superó con 9.2 y 18.9%. Este genotipo es de ciclo similar a Borlaug100 F2014 pero más tardío (5 días) que los testigos locales, además registró menor peso de mil granos e IC que la variedad Borlaug100 F2014.

CONCLUSIÓN

El genotipo 28 destacó en ambas localidades y constituye una opción fuerte para liberarse como nueva variedad comercial, para ello es necesario incrementar semilla para incluirla en pruebas de validación en los dos estados e iniciar el proceso de descripción de la nueva variedad.

LITERATURA CITADA

- CANIMOLT, (2016). Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, Reporte estadístico 2015 con datos del 2016. Mexico D. F.
<https://drive.google.com/file/d/0Bws40FQdCiaSTGxUQmgtR2JjbEU>
- CEDRSSA, (2019). Producción de granos básicos y suficiencia alimentaria 2019-2024.
- Morales, V.; Martínez, E.; Santiagoy, D.; Fajardo, G.; Morales, V.; Martínez, E.; Santiago, D.; Fajardo, G.; Ramos, M.; Aguilera, V., (2014). Calidad de harina y masa de trigo harinero de temporal, 70–80.

ACELERAMIENTO FISIOLÓGICO DEL FRIJOL FLOR DE JUNIO VARIEDAD LEÓN CON FERTILIZACIÓN FOLIAR

Tapia Villalobos Emanuel¹, Pérez Raya David^{1*}, Francisco Arriaga Maldonado¹, José Adiel Azuara Charnichart², Cisneros López Hugo Cesar^{1*}

¹Instituto Tecnológico de Roque, Celaya Gto, ²CBTA 221 carretera Neutla-Comonfort Km 7.5, C.P. 38220, Comonfort, Guanajuato. *Autor de correspondencia: hugo.cl@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad mostrar los resultados obtenidos en el establecimiento del cultivo de frijol con distinto manejo agronómico, el ciclo siembra de verano otoño del año 2021. Se utilizó la variedad de frijol (flor de junio, variedad león) para los manejos que se llevaron a cabo en la investigación. Dicho proyecto se realizó en predios con la misma superficie terrestre (2.5 ha) con camas de 1.50m utilizando el método de dos hilos en el cual su densidad de siembra fue un total de 127,000 semillas/ ha (60 kg/ha), con una fertilización física de fondo mezcla 20-10-10 N-P-K en la cual se implementó una total de 300 kg/ha. La comparativa de este proyecto fue su fertilización foliar en la cual una siembra se hizo de manera tradicional y en la otra se implementaron una técnica para su aceleramiento fisiológico, con el objetivo de recortar el ciclo fenológico del cultivo obteniendo mejores resultados en su producción.

Palabras clave: *Fisiología, Fertilización de Cobertura, Fenología.*

ABSTRACT

The purpose of this project is to show the results obtained in the establishment of bean cultivation with different agronomic management, the autumn summer planting cycle of the year 2021. The same variety of bean (June flower, lion variety) was used for the two managements that were carried out in the research. This project was carried out on farms with the same land area (2.5 ha) with beds of 1.50 m using the two-wire method in which its sowing density was a

total of 127,000 seeds / ha (60 kg / ha), with a physical fertilization of bottom mixture 20-10-10 N-P-K in which a total of 300 kg / ha was implemented. The comparison of this project was its foliar fertilization in which one planting was done in a traditional way and in the other a technique was implemented for its physiological acceleration, with the aim of cutting the crop cycle obtaining better results in its production.

Keywords: *Physiology, Cover Fertilization, Phenology.*

INTRODUCCIÓN

Los frijoles pertenecen a la familia de las leguminosas. En el mundo se conocen alrededor de 150 especies de frijol, de las cuales 70 se encuentran en México con gran variedad tamaño y colores. Hallazgos confirman que el frijol era cultivado en Mesoamérica hace ya 8,000 años y que fue una de las principales especies que se integró a la dieta básica de las culturas indígenas (SADER, 2020).

El frijol es un elemento fundamental de la mesa mexicana y están presente en la mayoría de los platillos como dieta básica. Del frijol se aprovechan todas sus partes, flores, semillas y vainas (ejotes) ya sean tiernas o maduras. En algunas zonas de México, las semillas se muelen utilizándolas como ingredientes en la preparación de tamales (SADER, 2020). El frijol es un producto estratégico ara México, su producción anual supera el millón 100 mil toneladas, siendo el estado de zacatecas el que ocupa el primer lugar en volumen de producción.

En México, es un cultivo tradicional y se le encuentra en todas las regiones agrícolas del país, su demanda es casi universal e incluye diversas clases de frijol que han sido agrupados de acuerdo con su color en: negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados. Las variedades más consumidas son azufrado, mayocoba, negro Jamapa, peruano. Flor de mayo y flor de junio (SADER, 2020). Los frijoles contienen carbohidratos complejos y entre las vitaminas que aportan se encuentran las del complejo B, asimismo, tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico y son una fuente importante de hierro, magnesio, potasio, zinc, calcio y fosforo.

Además, se es elemento crucial en la alimentación del mexicano por su gran sabor, también representa un pilar para la economía del país. Pero sobre todo es una parte importante de la identidad nacional. Secretaría de agricultura y desarrollo rural, gobierno de México, frijol, historia y sabor (SADER, 2020). En base a la información remitida de servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) nos indica que el ciclo vegetativo desde la siembra hasta su cosecha (trilla) tiene una duración de 110 días (SIAP, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el rancho “EL TANATE” ubicado en Betania Gto. Carretera federal Salvatierra-Yuriria kilómetro 18, 38938 Salvatierra Gto., 20.2147335, -101.0482181.

Parcela 1 (Manejo tradicional)

Manejo agronómico del cultivo del frijol flor de junio variedad león, ubicado en el tanate, Betania Salvatierra, Guanajuato, con un tratamiento agronómico basado en macro y micros nutrientes.

Materiales usados: Tractor, Cultivadora, Sembradora, Rodillo, Aspersora, Semilla, Fertilizante, Agroquímicos y Trilladora.

Cuadro 1. Costos de Producción de 1 ha.

Concepto	Costo \$MXN
Surcado	700
Siembra	1000
Rodillo	200
Fumigar	2800
Escarda	700
Semilla	1200
Fertilizante	2700
Agroquímicos 1	300
Agroquímicos 2	500
Agroquímicos 3	200
Agroquímicos 4	1400
Agroquímicos 5	700
Agroquímicos 6	150
Agroquímicos 7	200
Arrancar	3000
Trilla	2200

Mano de obra	3200
Renta	5000
Total	26150

Preparación del suelo. El día 8 de julio se marcaron las camas de 1.50 m. Ya que el cultivo anterior también fue frijol, también se le aplicaron 2 L ha⁻¹ de gramocil para combatir la maleza.

La siembra se realizó el día 13 de julio del 2021 en un predio de 2.5 ha, las condiciones del suelo fueron a tierra venida donde se sembraron 60 kg/ha de semilla de frijol flor de junio variedad león a dos hilos en camas de 1.50 m, el cual se le hizo una aplicación de 300 kg/ha de mezcla física N-P-K 20-10-10.

Aplicaciones. Posteriormente el día 28/julio/2021 se aplicó una mezcla foliar con 1 kg/ha de PHYTO PHOST K 10-21-36, 300 ml/ha de carbendazim, 1 L/ha de malatión y 250 ml/ha de dix. Segunda aplicación el día 5/agosto/2021 se aplicó un 300 ml/ha de tebuconazole y 200 ml/ha de ader. Posteriormente el día 13 de agosto se realizó la escarda para incorporar oxígeno al suelo y para el brote de posibles malezas.

El día 14 de agosto se le aplicó 1.5 l ha⁻¹ de fusiflex y 250 ml/ha Ader para combatir la maleza. Tercera aplicación el día 20 de agosto del 2021 se volvió a hacer una mezcla foliar con 1 kg/ha de 20-30-10, 300 ml/ha de bionare, 250 ml/ha de germimax, 1 kg/ha de terramicina y 200 ml/ha ader. Cuarta aplicación el día 4 de septiembre del 2021 se volvió a hacer una mezcla foliar con 1 kg/ha de 10-30-10, 500 ml/ha de aminomex, 500 ml/ha de cipermetrina y 200ml/ha ader.

Cuarta aplicación el día 18 de septiembre del 2021 se aplicó 1 kg/ha de Grogreen, 1 kg/ha de PHYTO PHOST K 10-21-36, 200 ml/ha de Dix. Cumpliendo 96 días después de la siembra el frijol llegó a su ciclo de senescencia por lo que se realizó la actividad de arrancar las plantas para que se pudiera secar por completo. El 24 de octubre del 2021 se ingresó la maquinaria para su cosecha del frijol ya cumpliendo un total de 103 días después de su siembra. Con un rendimiento de 1.8 t ha⁻¹ siendo comprado a un precio de \$13.50 por kg

Parcela 2 (aceleramiento fisiológico).

Manejo agronómico del cultivo del frijol flor de junio variedad león, ubicado en el tanate Betania Salvatierra Guanajuato, con un tratamiento agronómico basado en macro, micros, hormonas vegetales de crecimiento, aminoácidos.

Materiales: Tractor, Rastra, Cultivadora, Sembradora, Rodillo, Aspersora, Semilla, Fertilizante, Agroquímicos y Trilladora.

Tabla 2. Costo de producción de 1 ha.

Concepto	Costo \$MNX
Rastreo	1000
Surcado	700
Siembra	1000
Rodillo	200
Fumigar	2000
Escarda	700
Semilla	1200
Fertilizante	2700
Agroquímicos 1	1400
Agroquímicos 2	450
Agroquímicos 3	550
Agroquímicos 4	550
Agroquímicos 5	350
Arrancar	3000
Trilla	2000
Mano de obra	3200
Renta	5000
Total	26000

Preparación del suelo. El día 8 de julio se comenzó la preparación de terreno iniciando con dos rastreos y se hicieron los surcos a una distancia de 1.50 m.

La siembra se realizó el día 13 de julio del 2021 en un predio de 2.5 ha, las condiciones del suelo fueron a tierra venida donde se sembraron 60 kg/ha de semilla de frijol flor de junio variedad león a dos hilos en camas de 1.50m, el cual se le hizo una aplicación de 300 kg/ha de mezcla física N-P-K 20-10-10.

Aplicaciones. Posteriormente el 28/julio/2021 se aplicó 1.5 l ha⁻¹ de herbicida Fusiflex para combatir la maleza. Primera aplicación el día 5/agosto/2021 se aplicó una mezcla foliar con 1 L/ha de ácido fosfórico 46, 1kg de urea 46, 350ml/ha bionare, 24 gr/ha de gibiotin, 350 ml/ha biozyme, 500 ml/ha cipermetrina, 200 ml/ha de ader.

Posteriormente el día 13 de agosto se realizó la escarda para incorporar oxígeno al suelo y para el brote de posibles malezas. Segunda aplicación el 20 de agosto del 2021 se volvió a hacer una mezcla foliar con 1 L/ha de ácido fosfórico 46, 1kg de urea 46, 350 ml/ha maxibrow, 24 gr/ha de gibiotin, 350 ml/ha nomcito, 250 ml/ha lamda cyalotrina, 250 ml/ha gluconato de cobre y 200 ml/ha ader. Tercera aplicación el día 4 de septiembre del 2021 se volvió a hacer una mezcla foliar con 1 L/ha de ácido fosfórico 46, 1 kg de urea 46, 350ml/ha bionare, 5 gr/ha de activol 40 SG, 350 ml/ha germimax, 500 ml/ha cipermetrina, 500/ha germiK, 250 gr/ha carbendazim y 200 ml/ha ader. Cuarta aplicación el 18 de septiembre del 2021 se aplicó 350 ml/ha tebuconazole, 500 ml/florone, 200 ml/ha ader.

Cumpliendo 75 días después de la siembra el frijol llegó a su ciclo de senescencia por lo que se realizó la actividad de arrancar las plantas para que se pudiera secar por completo y de este modo, se dejaron pasar 10 días para poder formar la gavillas y cosechar con la ayuda de maquinaria agrícola el cultivo. Se obtuvo un rendimiento de 3.1 t ha⁻¹, y vendido a \$13 por kg.

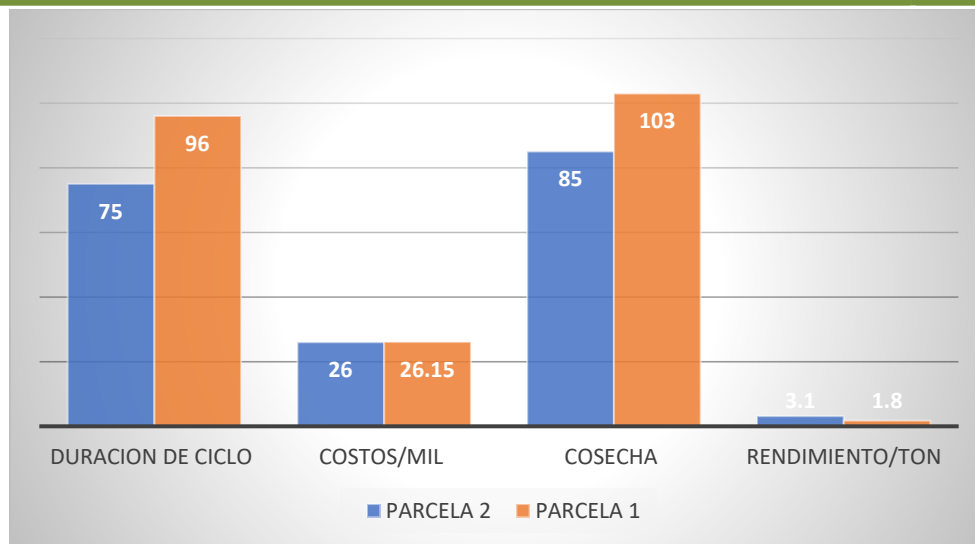


Figura 1. Comparación de diferentes parcelas de producción de frijol

Costo/Beneficio.

En el primer tratamiento su ciclo fenológico fue de **103 días**, reduciendo **7 días (6.36%)**, de lo marcado por el SIAP.

En el segundo tratamiento su ciclo fenológico fue de **85 días**, reduciendo **25 días (22.72%)**, de lo marcado por el SIAP.

Ya con la cosecha, se puede concluir que la parcela 2, con el tratamiento agronómico de aceleramiento fisiológico nos brindó mayor producción y menor inversión de costo y tiempo.

Se obtuvo un total de \$40,300 por ha, restando la inversión de \$26,000/ha, quedando una utilidad bruta de \$14,300 por ha, obteniendo una ganancia de **\$474.11/por día**.

En el tratamiento 1, se obtuvo un total de \$24,300/ha, restando \$26,150/ha obteniendo una cosecha de \$1,850/ha, el costo por día fue de **\$235.92**.

CONCLUSIONES

Al obtener los resultados de ambos predios, se da por hecho que con el nuevo tratamiento hubo un mejor desempeño en todas las etapas fenológicas del cultivo de frijol, al igual que en costo/beneficio. Cabe mencionar que además de un mayor rendimiento de producción, se redujo un 25% el tiempo de su ciclo, en otras palabras, el predio con el nuevo tratamiento logró llegar a la etapa de senescencia en 75 días, mientras que en el tratamiento con manejo tradicional su ciclo duró 96 días, algo que favorece en gran manera a los agricultores debido a que en los resultados se puede apreciar una mayor producción en menor tiempo.

LITERATURA CITADA

- 2021, T. y. (5 de julio de 2021). *GPS Fields Area Measure*. Obtenido de https://fams.app/shared/1637731230718/0pw3mi94GyzALFSfR_8pD
- CONOBIO. (21 de MAYO de 2009). *Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM)*. Obtenido de FRIJOL NEGRO : http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21059_sg7.pdf
- GERMINARE. (10 de ENERO de 2017). *PRODUCTOS GERMINARE* . Obtenido de https://www.google.com/search?q=germinare+productos&rlz=1C1PDZP_esMX865MX865&sxsrf=AOaemvK43cSbCnxKWKSWV79KFXuksjtGHQ:1637285734214&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjdh9XUpKP0AhWJnGoFHVnHCEUQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=578&dpr=1#imgrc=4YJ-zpGj7Azj4M
- Perez, T. y. (5 de julio de 2021). *GPS Fields Area Measure*. Obtenido de <https://fams.app/shared/1637731256351/8vhct~FFrs9tjskrouKdG>
- SADER. (29 de Febrero de 2020). *Secretaria de Agricultura y Desarrollo rural* . Obtenido de Frijol, Historia y Sabor : <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/frijol-historia-y-sabor?idiom=es>
- SIAP. (SEPTIEMBRE de 2019). *Aptitud agroclimática del frijol en México*. Obtenido de file:///C:/Users/hp/Downloads/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf

ADECUACIÓN DE COMPONENTES PARA INCREMENTAR PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DEL MAÍZ AMARILLO EN EL NORTE DE CELAYA

Andrés Mandujano Bueno^{1*}, F. Paúl Gámez Vázquez¹, J. José García Rodríguez¹, Miguel A. Ávila Perches¹

¹INIFAP, Campo Experimental Bajío, Km. 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38010, Roque, Celaya, Guanajuato, *Autor de correspondencia: mandujano.andres@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo es ajustar componentes tecnológicos de densidad de siembra, análisis de suelo y sensores ópticos para calcular cantidades óptimas de fertilizante, uso de caldos órgano-minerales como fertilizantes foliares y para control de gusano cogollero en la producción de maíz amarillo de riego en el Norte de Celaya. El trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano de 2013 a 2016. Se establecieron parcelas experimentales-demostrativas que indicaron que: 90,000 semillas ha⁻¹ es la densidad de siembra adecuada, la fertilización base con análisis de suelo y el uso del sensor GreenSeeker al reabono permiten reducir hasta 169 kg de N ha⁻¹, el caldo sulfocálcico más “biol” es más económico y tiene el mismo efecto que foliares comerciales, así mismo, el caldo de ceniza es efectivo para controlar gusano cogollero. Al implementar comercialmente estas innovaciones en 30 ha, el rendimiento de grano se incrementó 591 kg ha⁻¹, el costo de producción disminuyó 13.72 % y el beneficio/costo pasó 1.10 a 2.01.

Palabras clave: *Densidad de siembra, fertilización, gusano cogollero.*

ABSTRACT

The objective of the work is to adjust technological components of planting density, soil analysis and optical sensors to calculate optimal amounts of fertilizer, organo-mineral broths such as foliar fertilizers and for fall armyworm control in the production of irrigated yellow corn in the North. of Celaya. The work was carried out in PV 2013 to 2016. Experimental-demonstrative plots were established that indicated that: 90,000 seeds ha⁻¹ is the appropriate sowing density,

the base fertilization with soil analysis and the use of the GreenSeeker sensor when re-fertilizing allows to reduce up to 169 kg of N ha⁻¹, the calcium sulphide broth plus "biol" is cheaper and has the same effect as commercial foliar plants, likewise, the ash broth is effective to control fall armyworm. By commercially implementing these innovations in 30 ha, the grain yield increased 591 kg ha⁻¹, the cost of production decreased 13.72% and the benefit / cost went from 1.10 to 2.01.

Keywords: *Planting density, fertilization, fall armyworm.*

INTRODUCCIÓN

La baja productividad y rentabilidad son problemas de los sistemas productivos de maíz de riego de Guanajuato (Guzmán *et al.*, 2014) y el norte de Celaya no es la excepción. El alto costo de semilla, fertilizante y agroquímicos incrementa el costo de producción y reduce el ingreso de los productores. El uso indiscriminado de fertilizante y agroquímicos genera contaminación, alteración de los ecosistemas y riesgos a la salud.

La fertilización al suelo y foliar, la semilla y el control de plagas representa el 56% del costo total de producción del maíz en Guanajuato (INIFAP, 2011).

En Guanajuato, 45% de los productores de maíz de riego utilizan densidades de siembra superiores a 100,000 semillas por ha (INIFAP, 2011), lo cual supera la recomendación de INIFAP y de las mismas compañías semilleras lo que eleva el costo de producción.

El uso indiscriminado de fertilizantes sin considerar el estado de fertilidad del suelo, reduce la eficiencia de uso de estos insumos, en Guanajuato, la eficiencia de uso del nitrógeno (N) varía de 20 a 40% (Grageda-Cabrera, 1999), lo que origina grandes pérdidas económicas y contaminación ambiental; De igual manera el uso inadecuado de fertilizantes genera desbalances en el suelo, como sucede en regiones donde se aplican continuamente altas dosis de fósforo, lo que genera problemas en la absorción de hierro (Fe), zinc (Zn) y cobre (Cu) que afectan el balance nutricional (Navarro y Navarro, 2013) y reducen el rendimiento de los

cultivos, traducíendose en pérdidas para el agricultor. El control de plagas en la producción de maíz de riego en Guanajuato en promedio representa el 6.3% del costo total de producción y generalmente utiliza sustancias tóxicas para el medio ambiente, especialmente para los recursos suelo, agua y aire; para la salud del hombre y los animales Recientemente la ONU informó que a nivel mundial este tipo de pesticidas es responsable de la muerte de 200,000 personas al año, principalmente en países en vías de desarrollo (ONU, 2017).

En este trabajo se presentan resultados de adecuar componentes tecnológicos sencillos y de bajo costo al paquete tecnológico de maíz amarillo para incrementar la productividad y rentabilidad, y contribuir al uso racional y conservación de los recursos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en condiciones de riego en los ciclos primavera-verano (P-V) de 2013 a 2016, en 30 ha sembradas con maíz amarillo ubicadas en el municipio de Celaya, Gto., en terrenos de la Organización de Productores del Norte de Celaya S. P. R. de R. L. de C. V. De acuerdo con los resultados de los análisis de suelo realizados en 2015, el suelo dominante es vertisol, arcillo a franco arcilloso, en promedio cuenta con 1.93% de materia orgánica, 7.73 de pH y 1.16 de densidad aparente, los híbridos de maíz amarillo fueron los usados comercialmente en la región.

Parcelas experimentales-demostrativas.

En los ciclos PV de 2013 y 2014 se establecieron parcelas experimentales-demostrativas con diseño experimental de franjas con tres repeticiones, donde se evaluaron: densidad de siembra: 80,000, 90,000, 100,000, 110,000 y 120,000 semillas por ha; fertilización: manejo tradicional y fertilización racional donde se utilizó análisis de suelo para calcular la cantidad de fertilizante en la siembra y en el reabono, se usó el GreenSeeker para determinar la cantidad adecuada de N; fertilización foliar: testigo sin aplicación, fertilizante foliar comercial y caldo sulfocálcico + biofertilizante; control agroecológico de gusano cogollero: insecticida químico y caldo de ceniza. En estas parcelas, se elaboraron bitácoras y se analizó estadísticamente la

información para determinar sus efectos en la productividad y rentabilidad del sistema productivo.

Evaluación comercial.

De acuerdo con los resultados de las parcelas experimentales-demostrativas de los ciclos P-V 2013 y 2014, las mejores tecnologías se implementaron en 30 ha de maíz amarillo de la organización durante los ciclos P-V 2015 y 2016. Se colectaron datos técnicos y económicos, para realizar un análisis comparativo de productividad y rentabilidad durante los ciclos del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parcelas experimentales-demostrativas.

Los resultados de las parcelas demostrativas, indican que la mejor densidad de siembra es 90,000 semillas/ha (Cuadro 1), ya que mostró mayor rendimiento y menor costo, lo anterior coincide con Guevara *et al.* (2004), en el sentido de que en maíz de riego, no existe beneficio en rendimiento al aumentar la densidad de siembra a más de 90,000 semillas por ha, ya que al incrementar la densidad de siembra se genera una competencia que alarga células y afecta la fotosíntesis y respiración (Campbell y Norman, 1989), la producción de grano por planta se reduce (Cortázar, 1970) e incluso generar esterilidad (Vega *et al.*, 2001).

Cuadro 1. Rendimiento de grano de maíz amarillo bajo diferentes densidades de siembra.

Densidad de Siembra (semillas/ha)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
80,000	8798
90,000	9405
100,000	9338
110,000	9325
120,000	9215

Al calcular la fertilización base con análisis de suelo fue posible determinar las cantidades adecuadas de macro y micronutrientes y el uso del GreenSeeker en el reabono permitió ajustar la cantidad de N en base al verdor y biomasa (cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento de grano de maíz amarillo bajo dos manejos de la fertilización durante el ciclo del cultivo.

Tratamiento Nutriente	Fertilización base (kg ha ⁻¹)									Reabono (kg ha ⁻¹) N	Rendimiento kg ha ⁻¹
	N	P	K	Fe	Zn	Mg	Mn	Cu	B		
Testigo	161	92	0	0	0	0	0	0	0	184	9199.50
GreenSeeker	61.0	35.0	30.0	1.0	4.0	1.4	1.0	1.2	0.6	115	9301.00
Diferencia¹	-100	-57	30	1.0	4.0	1.4	1.0	1.2	0.6	-69	101.5

¹Números negativos indican reducción en la cantidad de fertilizante, mientras que los positivos indican incremento

En cuanto a la aplicación del caldo sulfocálcico más biofertilizante como complemento a la fertilización del suelo, se encontró que su aplicación en las etapas V2-V3 y V6-V7, causa los mismos efectos en rendimiento que los foliares comerciales, además de ser más económicos y ecológicos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento de grano de maíz amarillo bajo dos manejos de fertilización foliar como complemento de la fertilización al suelo.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Testigo sin foliar	9199
Fertilizante foliar comercial ¹	9557
Caldo Sulfocálcico + biofertilizante	9598

¹Fertilizante inorgánico líquido Bayfolan Forte

El nivel de eficiencia del caldo de ceniza mostró una eficiencia en el control de gusano cogollero, parecida a la de los productos químicos (Cuadro 4). El caldo de ceniza causa endurecimiento foliar y daños al aparato digestivo del insecto.

Cuadro 4. Porcentaje de incidencia de gusano cogollero antes y después de la aplicación de insecticidas orgánicos y químicos.

Tratamiento	Incidencia antes de aplicación (%) ²	Incidencia después de aplicación (%) ³
Insecticida químico ¹	17	3
Caldo de ceniza	16	4

¹Insecticida de bajo impacto ambiental: SPINETORAM 5.87%. SC

²Porcentaje determinado mediante muestreo de 100 plantas usando la técnica cinco de oros.

³Nivel de incidencia de la plaga determinado seis días después de la aplicación de control.

Evaluación comercial. Finalmente, el análisis comparativo entre los ciclos P-V 2013 inicial y 2016 final (Cuadro 5) indica que, con las innovaciones tecnológicas adoptadas para la producción de maíz amarillo, se generó un incremento de 591 kg ha⁻¹. Aun con la variación de precios y el costo del análisis de suelo, en promedio los costos totales de producción durante los ciclos PV 2015 y 2016 disminuyeron \$3,061.98 respecto a los ciclos P-V 2013 y 2014, lo cual representa una reducción del 13.72% del costo total de producción del maíz amarillo.

Cuadro 5. Análisis comparativo de productividad y rentabilidad de la producción de maíz durante los ciclos P-V 2013 al 2016.

Concepto	2013	%	2014	%	2015	%	2016	%
Semilla	\$ 4,463.00	20.0	\$ 4,726.00	21.2	\$ 3,671.00	19.5	\$ 3,765.00	20.5
Preparación del terreno	\$ 3,759.00	16.8	\$ 3,952.00	17.7	\$ 3,500.00	19.0	\$ 3,500.00	19.0
Riegos	\$ 2,160.00	9.7	\$ 2,515.00	11.3	\$ 2,106.00	11.4	\$ 2,106.00	11.4
Análisis de suelo ¹	\$ -	-	\$ -	-	\$ 962.80		\$ 575.36	
Biofertilizante	\$ 75.00	0.3	\$ 75.00	0.3	\$ 65.00	0.4	\$ 65.00	0.4
Fertilización química	\$ 5,822.00	26.1	\$ 5,563.50	25.0	\$ 4,210.00	22.9	\$ 4,085.00	22.2
Foliares	\$ 1,080.00	4.8	\$ 881.00	4.0	\$ -	0.0	\$ -	0.0
Sulfocálcico + biofertilizante	\$ -	0.0	\$ -	0.0	\$ 550.00	3.0	\$ 550.00	3.0
Control de maleza	\$ 2,520.00	11.3	\$ 2,149.50	9.6	\$ 2,000.00	10.9	\$ 2,150.00	11.7
Caldo de ceniza	\$ -	0.0	\$ -	0.0	\$ 550.00	3.0	\$ 1,100.00	6.0
Control de plagas	\$ 970.00	4.3	\$ 923.75	4.1	\$ -	1.4	\$ -	0.0
Cosecha	\$ 1,500.00	6.7	\$ 1,500.00	6.7	\$ 1,500.00	8.1	\$ 1,500.00	8.1
Total	\$ 22,349.00	-	\$ 22,285.75	-	\$ 19,114.80	-	\$ 19,396.00	-
Rendimiento kg/ha	9459.0	-	9199.5	-	9800.0	-	10050.0	-
Precio grano	\$ 2.60	-	\$ 3.00	-	\$ 3.70	-	\$ 3.77	-
Ingreso Bruto	\$ 24,593.40	-	\$ 27,598.50	-	\$ 36,260.00	-	\$ 37,888.50	-
Utilidad	\$ 2,244.40	-	\$ 5,312.75	-	\$ 17,145.20	-	\$ 18,492.14	-
Relación B/C	1.10	-	1.24	-	1.90	-	1.95	-

¹ En 2015 se realizó un análisis completo de suelo, para 2016 únicamente fue de fertilidad.

El análisis indica que la utilidad del ciclo P-V 2016 en la producción de maíz amarillo al incorporar las innovaciones tecnológicas se incrementó en \$16,247.74 con respecto al ciclo P-V 2013, lo cual representa 8.2 veces más.

Respecto a la relación beneficio/costo de la producción de maíz amarillo de los productores del norte de Celaya se incrementó de 1.10 en 2013 a 1.95 en 2016, lo cual les genera además de un beneficio económico, la posibilidad de continuar con la mejora de sus sistemas productivos en los componentes de preparación de terreno, riego y control de maleza.

CONCLUSIONES

Con la incorporación de caldos órgano-minerales: para control de plagas y complemento de la fertilización, gestión del fertilizante con análisis de suelo y recomendaciones mediante el sensor óptico, y el uso de densidades adecuadas de siembra se incrementó la productividad del maíz 591 kg ha⁻¹, se redujeron costos de producción 13.72 % y la relación beneficio/costo paso de 1.10 a 1.95.

Los beneficios productivos y económicos obtenidos contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas productivos y reducen la contaminación ambiental.

Agradecimientos.

Los autores agradecen a Productores del Norte de Celaya S. P. R. de R. L. de C. V. por la confianza y apoyo otorgado.

LITERATURA CITADA

- Campbell, G. and J. Norman. 1989. An introduction to environmental biophysics. 2nd ed. Springer Verlag. 286 p.
- Cortázar, G. C. 1970. Correlaciones genéticas y respuestas correlacionadas en caracteres de maíz. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. 53 p.

- Guevara-Escobar, A.; Barcenas-Huante, G.; Salazar-Martínez, F. R.; González-Sosa, E. y Suzán-Azpiri, H. 2004. Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial. *Agrociencia* 39(4):431-439.
- Guzmán, S. E.; de la Garza, C. M. T.; González F. J. P. y Hernández M. J. 2014. Análisis de los costos de producción de maíz en la Región Bajío de Guanajuato. *Análisis Económico*, 29(70): 145-156.
- Grageda-Cabrera, O. A. 1999. La fertilización nitrogenada en El Bajío Guanajuatense como fuente potencial de contaminantes ambientales. Tesis de Doctorado. CINVESTAV del IPN. México, D. F. 160 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2011. Metodología para la evaluación del valor agregado del programa de maíz de alto rendimiento (PROEMAR) 2010 en Jalisco y Guanajuato. INIFAP, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. 162 p.
- Navarro, G. G.; Navarro, G. S. 2013. Química agrícola, química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas. Mundiprensa. 639 p.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2017. Informe de la relatora especial sobre el derecho a la alimentación. ONU. 27 p.
- Vega, C. R. C.; Andrade, F. H.; Sadras, V. O.; Uhart, S. O. y Valentinuz O. R. 2001. Seed Number as a Function of Growth. A Comparative Study in Soybean, Sunflower, and Maize. *Crop Science* 41: 748-754.

ANÁLISIS DE BASES TEÓRICAS SOBRE LOS BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 Y LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING

Calderón M. Federico*, Barajas M. Nancy*, Barocio R. Mayra*, Patiño R. Adrián* y Rosas R. Brisa*

Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, C.P. 60600, Apatzingán, Michoacan de ocampo. México, *Autor de correspondencia: 453-117-3629; E-mails: federico.cm@apatznga.tecnm.mx, al18020013@itsa.edu.mx, al18020012@itsa.edu.mx, al19020266@itsa.edu.mx, al18020023@itsa.edu.mx.

RESUMEN

La industria en México se ha visto impactado de gran manera por el desarrollo tecnológico, teniendo una evolución de la manufactura tradicional a la manufactura inteligente y flexible. La implementación de tecnología en todas las operaciones y áreas del sistema de operaciones generan productos y servicios de primera calidad, con una orientación hacia el sistema de calidad “cero defectos” en todos los procesos y productos terminados, en reducción de costos, desperdicios y un encaminamiento hacia la perfección y mejora continua en los procesos por medio de los elementos de la Industria 4.0 y el involucramiento con bases filosóficas y metódicas de Lean Manufacturing surge del proceso de investigación realizado en el Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán con la finalidad de continuar con la destacable labor que llevan académicos y estudiantes para la determinación de estrategias que logren una mejora en la productividad y competitividad de las pequeñas y mediante empresas de la región. El método del proceso de investigación planteado es documental; se dispone de documentos, los cuales son el resultado de otras investigaciones, de conclusiones de teóricos, lo cual representa la base teórica de nuestro objeto de investigación. El conocimiento se construye a partir de la lectura, análisis e interpretación de los documentos obtenidos. En este proceso se realiza la asimilación y la escritura como procesos de construcción de significados, dichos significados tienen la finalidad de presentarse como conclusiones.

Palabras clave: *Lean manufacturing, producción, automatización, industria, mejora continua.*

ABSTRACT

Industry in Mexico has been greatly impacted by technological development, with an evolution from traditional manufacturing to intelligent and flexible manufacturing. The implementation of technology in all operations and areas of the operations system generates top quality products and services, with an orientation towards the "zero defects" quality system in all processes and finished products, in cost reduction, waste and a move towards perfection and continuous improvement in the processes through the elements of Industry 4. 0 and the involvement with philosophical and methodical bases of Lean Manufacturing arises from the research process carried out at the Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán with the purpose of continuing with the outstanding work carried out by academics and students for the determination of strategies that achieve an improvement in the productivity and competitiveness of small and medium companies in the region. The method of the proposed research process is documentary; documents are available, which are the result of other research, conclusions of theorists, which represents the theoretical basis of our object of research. Knowledge is built from the reading, analysis and interpretation of the documents obtained. In this process, assimilation and writing are carried out as processes of construction of meanings; these meanings are intended to be presented as conclusions.

Keywords: *Lean manufacturing, production, automation, industry, continuous improvement.*

INTRODUCCIÓN

La industria está en constante cambio debido a sus avances en innovación tecnológica, en la manufactura, y con la llegada de la automatización han tenido un impacto en la forma de trabajo dentro de las empresas. En la actualidad el mercado y los consumidores aumentan sus exigencias en cuanto a la calidad del producto, el precio y tiempo de producción, debido a esto, las empresas deben mejorar sus procesos productivos, ya que durante varias décadas se ha implementado el Lean Manufacturing.

El Lean Manufacturing es una metodología de trabajo que consiste en la mejora de los sistemas de producción por medio de la aplicación de una serie de principios y herramientas que se le reconocen; aquella mejora se basa en la identificación y eliminación de toda clase de desperdicios o despilfarros, definidos estos como aquellas acciones que añaden un costo a un producto o servicio sin siquiera aportar valor alguno a este, y por el cual el cliente no está dispuesto a pagar (Arrepol, 2020).

El Lean manufacturing consiste en la mejora de los sistemas de producción, dicha mejora de calidad, se ve reflejada en la reducción de costes y aumento de la eficiencia; Identifica, reduce y elimina desperdicios, es decir, hace más con menos.

La Industria 4.0 es una nueva forma de crear y organizar los medios de producción, dado que utiliza las capacidades de las nuevas tecnologías para crear un proceso productivo mucho más eficiente y flexible. Estas se caracterizan por su interconectividad, la cual permite que las máquinas estén conectadas con los sistemas, y estos a su vez con las personas, garantizando así un proceso automático, independiente y controlable desde cualquier lugar (Argentina.gob.ar.s.f, 2019).

En la cuarta revolución industrial se destaca el surgimiento de nuevas tecnologías, operaciones y técnicas avanzadas de producción y automatización para las empresas u organizaciones. La implementación de la industria 4.0 permite la implementación de los avances y mejoras en la manufactura, creando cambios y crecimiento de manera constante y eficiente.

Así mismo, el objetivo de la industria 4.0 es servirse de los avances tecnológicos de la actualidad para transformar a las empresas en organizaciones inteligentes, con la visión de mejorar los procesos productivos, utilizando las maquinarias y recursos con una mayor eficiencia, logrando resultados visibles para los usuarios reduciendo tiempo y costes.

Si bien el cambio a la Industria 4.0 puede parecer que radica solo en invertir en tecnología y herramientas nuevas para mejorar la eficiencia en la manufactura, también se trata de

revolucionar la manera en la que opera esta, generando cambios que van desde lo cultural hasta lo organizacional para que de esta manera la empresa pueda crecer sin problema alguno (Basco *et al.*, 2018).

Dada la creciente complejidad y digitalización de las operaciones, muchas compañías encuentran que las técnicas Lean no son suficientes para abordar los desafíos operativos y la presión competitiva. Es por ello que nace la combinación del Lean Manufacturing y la Industria 4.0, en donde estos coexisten y se complementan mutuamente, recibiendo nombres como Lean 4.0, Lean Industry 4.0, Smart Lean Manufacturing o Lean digitalizado (Arrepol, 2020).

Las tecnologías de la industria 4.0 y Lean manufacturing proporciona mediante su implementación diversos beneficios, de los cuales se puede destacar que vence los desafíos operativos, así como el cambio constante para su evolución y la mejora de prácticas dentro de las empresas u organizaciones, con esto se logra un gran impacto en la reducción de tiempos de producción, reducción de los costes, en la optimización y mejora de los sistemas productivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se logró la recopilación de información anticipada gracias a una rigurosa investigación, la cual consistió consultar diferentes tipos de artículos proporcionados en Google Scholar; libros dentro de biblioteca virtual del Tecnológico Nacional de México y distintos videos donde se encuentran muchas empresas conocidas mundialmente utilizando distintos equipos de tecnología novedosa, haciéndolos caer en esta cuarta revolución industrial.

En el contexto en el cual se desarrolla la industria 4.0, se puede observar que las empresas, los proveedores y también los clientes están cada vez más estrechamente vinculados. También los departamentos como ingeniería, producción y servicio.

Con la industria 4.0, las empresas, los departamentos, las funciones y las capacidades se vuelven mucho más cohesivas, a medida las redes de integración de datos universales entre empresas que evolucionan y permiten un valor verdaderamente automatizado.

Se logró identificar la idea principal, desde la primera revolución industrial, se han realizado constantes intentos para mejorar las capacidades y eficiencias de la manufactura en su conjunto, para se pueda estar satisfaciendo la demanda de productos haciéndolos mucho más eficientes y más provechoso.

RESULTADOS

Perspectivas de Industria 4.0 y Lean Manufacturing

Comprendemos que el término de industria 4.0 se utiliza de forma generalizada en Europa, si bien se acuñó en Alemania. También es habitual referirse a este concepto con términos como “Fábrica Inteligente” o “Internet industrial”. En definitiva, se trata de la aplicación a la industria del modelo “Internet de las cosas” (IoT). Todos estos términos tienen un vínculo en común el reconocimiento de que los procesos de fabricación se encuentran en un proceso de transformación digital, una “revolución industrial” producida por el avance de las tecnologías de la información y, particularmente, de la informática y el software.

Se continúa describiendo el significa que tiene Lean que esto se define como el hacer más con menos, utilizando una dinámica conocida como kaizen, esto quiere decir, mejora continua. Es ser más eficiente, reduciendo al máximo las actividades que no suman valor al cliente.

Lean Manufacturing o también conocido como “The Toyota Way” cuenta con cinco principios, los cuales fueron aportados por el Taiichi Ohno fundador del sistema de producción Toyota

(TPS), el antes mencionado es un sistema de producción y gestión con los siguientes conceptos:

- Especificar valor, esto es “conseguir y definir qué es lo que tu cliente quiere.”
- Identificar la cadena de valor, es “identificar qué proceso genera valor y cuales no”
- Crear flujo, esto quiere decir que debemos conseguir y dejar que el producto fluya continuamente y eliminar los desperdicios.

Facilitar el Pull, esto es permitir que el cliente obtenga lo que desea cuando, como y en la cantidad que los desea, cumpliendo su demanda.

Buscar perfección, es tener claridad que todo el proceso es mejorable y hacerlo.

Cuando se realiza lean manufacturing bien implementado se tendrá como resultado una reducción de los costos, mejora de la eficiencia, mejora de la productividad y mejora de la calidad.

El encaje de la Industria 4.0 con la Filosofía Lean

Luego de investigar ambas filosofías queremos tomar en cuentas que, al momento de fusionar las dos antes mencionadas obtendremos como resultado producir más, reduciendo costos, equipamiento y esfuerzo humano. Esto a su vez produce que las empresas podrán producir en menor tiempo, con menos desperdicio.

Actualmente debido al incremento de la complejidad de la operación y la variabilidad de las preferencias del mercado muchas empresas han encontrado que el Lean no es suficiente, un conjunto de las tecnologías digitales ha emergido para ofrecer nuevos enfoques y abordar la complejidad y mejorar la productividad. Estas tecnologías mencionadas son las industrias 4.0. Integrar la industria 4.0 con la filosofía de lean logra un aceleramiento de la mejora continua y un gran aumento de los beneficios.

Según estudios realizados por Boston Consulting Group, le realizo una entrevista a más de setecientos cincuenta gerentes de producción en cincuenta distintas ciudades con el cual concluyo que el lean implementado de manera única reduce costos en un 15%; que la tecnología industria 4.0 implementada también de manera única, reduce costos en un 15%; sin embargo, estas dos últimas fusionadas tuvieron una mejora excepcional reduciendo costos en un 40%.

Al momento de fusionar estas dos filosofías se logra identificar las áreas donde mejoran, las cuales son; la productividad ya que, con analítica, los algoritmos predictivos promueven el mantenimiento autónomo; la flexibilidad porque con la interconexión entre sensores y sistemas facilitan los cambios más eficientes; y la velocidad, ya que el acceso de DATA en tiempo real acelera la gestión de producción

Interpretación de un modelo Lean- Industria 4.0

La idea de un modelo Lean dentro de una empresa nos sirve principalmente para minimizar las pérdidas y maximizar el valor añadido al cliente. Eso lo podemos ver gracias a la industria automovilística, la cual se encargó de exportarla a todo tipo de empresa. En pocas palabras Lean Manufacturing trata de optimizar el sistema de producción y reducir o eliminar las tareas que no añadan valor.

Pablo (2019) redacta en su libro acerca de Lean Energy 4.0 que este cambio radical permitirá que se tomen mejores decisiones en las empresas respecto del uso de la energía, que se evalúen las mejores opciones con la ayuda de sistemas interconectados y con la capacidad de tomar decisiones autónomas, para conseguir ahorros significativos de energía. Con ello se evitará en gran medida la contaminación y el sobrecalentamiento global, aportando una mejora en la huella de carbono de empresas y personas.

La utilización de un modelo Lean Manufacturing nos hace posible simplificar las operaciones reduciendo al mínimo las diez grandes fuentes de desperdicios; Sobreproducción: producir más de lo necesario; Sobre inventarios: almacenar más productos de los necesarios; Procesos

innecesarios: actividades que no deberían hacerse, como repetir trabajos, inspecciones rutinarias, u otras que no agregan valor; Defectos y repetición de trabajos: productos que no cumplen con los requerimientos de calidad necesarios; Transportes: trasladar productos, materiales o información de un lugar a otro; Movimientos: hacer que las personas se muevan continuamente de un lugar a otro; Esperas y búsquedas: tiempo en que no se puede agregar valor por esperas y búsqueda de personas, materiales, equipo, información, etcétera; Energía: exceso de energía más allá de la que realmente se necesita para desarrollar una actividad; Talento: no aprovechar la creatividad, las ideas y las acciones de las personas y; Contaminación: afectar negativamente el medio ambiente al generar elementos contaminantes

En la actualidad, la globalización y la economía exigen que las empresas sean cada vez más productivas. Esto no solo quiere decir que lancen al mercado productos novedosos y de buena calidad, sino también que logren que sus operaciones sean efectivas y eficientes ya que esto le ofrece una ventaja frente a la competencia. Dicho esto, concluimos que la industria este enfocada en obtener cero defectos en productos terminados y a su vez san productos de alta calidad que cuenten con reducción de costos y lleven disminución y hasta eliminación de los “desperdicios”. Todo esto se puede lograr con mediante el proceso de elementos dentro de la industria 4.0 fusionada con la filosofía lean.

Riesgos del modelo

Los siguientes aspectos pueden llegar a ser algunos de los obstáculos al momento de implementar las nuevas tecnologías siguiendo la industria 4.0.

Problemas de seguridad y privacidad, los cuales se deben a que los objetos o dispositivos que están conectados a la red generan una gran cantidad de información privada y personal, por lo que estos pueden quedar vulnerables a posibles ciberataques o hackeos, considerando que por lo general la información utilizada no está cifrada y los métodos de seguridad que se poseen son poco rigurosos (Pineda de Alcazar, 2018; Skaldion, 2018) incompatibilidad, dado que IoT no está estandarizado, es decir, aún no existe un estándar de desarrollo para la interconexión de objetos a través de esta tecnología, como tampoco para el etiquetado y

monitorización con sensores, lo cual hace que cada compañía lo desarrolle como les resulte más conveniente, y, por ende, es casi imposible la compatibilidad entre dispositivos de distintas marcas. Winecta (2019); Pinto, (2019); Máster IoT (2019); Skaldion (2018); la complejidad de la red misma conlleva a que existan riesgos de un mal uso de los dispositivos en sus inicios, o bien de un mal funcionamiento causado por desperfectos, fallos de software o hardware, o simplemente debido a un corte eléctrico.

Si tomamos un ejemplo de riesgos de modelo de la industria 4.0 en las empresas maquiladoras de la industria automotriz; es la venta de autos totalmente eléctricos. Si algunas empresas se empeñan en seguir produciendo únicamente autos de combustión interna, inevitablemente van a quebrar, debido a que los autos eléctricos o también llamados coches híbridos son parte de la piedra angular del nuevo paradigma de la movilidad limpia. Pero al tratar de lograr ese paradigma también se crea el incremento de los residuos debido a que a medida que se van creando nuevos de productos, algunos de los anteriormente ya creados tienden a volverse obsoletos. Por lo tanto, aumenta el riesgo de que estos sean desechados, propiciando la contaminación ambiental. Es necesario destacar que, a partir de la nueva revolución industrial, se necesita una actualización de aprendizaje de permanente, esto trae consigo pérdida de empleo para los trabajadores menos cualificados ante la automatización. No obstante, el desempleo no es sólo por los conocimientos, sino también por el proceso de automatización. El fomento a la dependencia de la tecnología, que puede provocar que las habilidades físicas y mentales se dejen de lado, además de llegar a afectar el esfuerzo e intimidad de cada persona (Pineda de Alcazar, 2018; García, 2018; Mateos, 2017).

DISCUSIÓN

Lean como camino hacia la excelencia

El entorno de las industrias tiene una gran competencia en todos los sectores, debido a que vivimos en un mundo marcado por la globalización y la exigencia de los consumidores. Por lo que actualmente las industrias aplican diversos métodos para las mejoras de su producción; estas deben adoptar un modelo de gestión que facilite el camino a la excelencia, esto es lo que les permitirá mantenerse en el mercado y progresar. El Lean Manufacturing permite la mejora de los sistemas de trabajo y con esto estar un paso más cerca de la excelencia. La cual podemos relacionar con una calidad superior y por ello se le distingue entre otros.

La Excelencia Industrial es la ejecución de las mejores prácticas en la gestión de una empresa y el logro de óptimos resultados basados en teorías modernas que incluyen: la implicación de las personas, la gestión por procesos y hechos, la orientación hacia los resultados, el enfoque en el cliente, la mejora continua y la innovación, la motivación, el liderazgo y el trabajo en equipo, la confiabilidad y la excelencia operacional, la Planeación Estratégica, la gerencia de la calidad total, la Gestión del Conocimiento, la Seguridad Humana y la Responsabilidad Social Corporativa (García, 2015).

Las industrias buscan la excelencia en todos los ámbitos mediante las mejoras en sus prácticas y procesos. Por esto, la implementación del Lean Manufacturing es la mejor opción a emplear para llegar a ella, ya que no se basa sólo en conocer y tratar de aplicar sus técnicas y herramientas si no, conocer la filosofía y seguir la metodología convencidos de que es el mejor camino, nos permite la mejora de la productividad, mejora la calidad, reducción de pérdidas, optimización de recursos y con esto el camino a la excelencia.

Industria 4.0 la herramienta para lograrlo

Nos encontramos ante una época de cambios, la industria 4.0 es uno que ha llegado a revolucionar la forma en la que vivimos, mediante avances en procesos y tecnología; con esto las demandas de producción, los sistemas, los costes, la competencia y los clientes son cada vez más exigentes en cuanto a estándares de calidad. Por lo que la a la industria 4.0 podemos considerarla como una herramienta para lograr la excelencia debido a una de las muchas características que se le atribuyen, la automatización. Esta no solo se enfoca en la rentabilidad y en la eficiencia de producción, sino, que también en la mejora de la calidad, reduciendo al mínimo los errores que sin ella podían aparecer. El camino a la excelencia consiste en una serie de pasos como lo es el trabajo, esfuerzo y mejora continua. Al complementar el Lean Manufacturing con la Industria 4.0, se obtienen diversos beneficios de los cuales algunos son la reducción de error, de costes y de tiempo de producción lo que permite un mayor control, eficiencia y mejoras; lo que trae consigo la tan anhelada excelencia.

CONCLUSIONES

Tras investigar y analizar ambas filosofías se puede determinar que los avances tecnológicos aumentan día a día y con esto las opciones y oportunidades de mejora, mediante prácticas, métodos y herramientas. Cada herramienta es beneficiosa para aumentar la productividad dentro de las organizaciones, una de ellas es la implementación de la filosofía Lean Manufacturing en relación y de manera conjunta con la Industria 4.0, lo cual trae consigo diversos beneficios y oportunidades mediante las prácticas modernas de automatización a las industrias siguiendo las bases de Lean Manufacturing, juntas nos proporcionan mejora continua, crecimiento de las industrias y mejoras en los procesos de producción.

Como conclusión observando los avances que conlleva la cuarta revolución industrial se logró detectar que en poco tiempo las tecnologías van tomando actividades y procesos que antes realizaban las personas como ocurrió en lo que fue la primera revolución industrial. El conjunto de esta nueva tecnología nos impulsará a ser más productivos, eficaces y eficientes.

LITERATURA CITADA

- Argentina.gob.ar. (s.f.) 2019, como citó Arrepol A, en el 2020). Referencia: Arrepol A. (2020). estudio de la irrupción de la industria 4.0 en la metodología lean manufacturing.
- Arrepol A. (2020). Estudio de la irrupción de la industria 4.0 en la metodología lean manufacturing. 26 de abril del 2021, de Researchgate sitio web: https://www.researchgate.net/publication/340094110_Estudio_de_la_irrupcion_de_la_industria_40_en_la_metodologia_Lean_Manufacturing
- Basco, Beliz, Coatz, y Garnero, (2018), como citó Arrepol A (2020). Referencia: Arrepol A. (2020). estudio de la irrupción de la industria 4.0 en la metodología lean manufacturing.
- García O. (2015, 15 de mayo). Reportero industrial. Recuperado de: <https://www.reporteroindustrial.com/blogs/Que-es-la-Excelencia-Operacional-Parte-3+97846>
- Pablo Martín, J. (2019). Lean Energy 4.0: guía de implementación. Marge Books. <https://elibro.net/es/ereader/itsa/117566?page=15>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston. Consulting Group, 9(1), 54-89. https://inovasyon.org/images/Haberler/bcgperspectives_Industry40_2015.pdf

CAMBIOS EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL NOPAL VERDURA (*Opuntia ficus indica*) POR TRATAMIENTOS CON CALOR

Margarita M. Zavala-Pelcastre^{1*}; Lucila del C. Hernández-Cortés¹; Irma Morales-Rodríguez¹ y Juan Capulín-Grande²

Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

¹Área Académica de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería en Alimentos, ²Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, *Autor de correspondencia: lucy.1956.3@gmail.com

RESUMEN

El nopal verdura (*Opuntia ficus indica*), es un producto natural de amplio consumo en México, es posible que la actividad antioxidante que presenta el nopal, sea una causa de sus efectos benéficos a la salud, se consume fresco o procesado con algún tratamiento térmico doméstico o comercial, por lo que el objetivo es evaluar los posibles cambios que se producen en algunos contenidos y en su actividad enzimática y antioxidante al someterlo a 4 tratamientos térmicos: escaldado a 70°C, 80°C, 90°C y asado en la plancha, observándose un aumento general en la actividad enzimática y de compuestos fenólicos; mantenimiento del contenido de ácido ascórbico, y un consiguiente aumento de actividad antioxidante comparado con el nopal fresco. El tratamiento térmico escaldado a 70°C, resulta ser el mejor de los tratamientos, ya que los cambios son mínimos comparando con el nopal fresco

Palabras clave: Fenoles, actividad antioxidante, tratamiento térmico, nopal

ABSTRACT

The nopal vegetable (*Opuntia ficus indica*), is a natural product widely consumed in Mexico, it is possible that the antioxidant activity that the nopal presents, is a cause of its beneficial effects to health, it is consumed fresh or processed with some domestic or commercial heat treatment, so the objective is to evaluate the possible changes that occur in some contents and in its enzymatic and antioxidant activity when subjected to 4 heat treatments: blanching at 70 ° C, 80

° C, 90 ° C and grilled on the grill, observing a general increase in enzymatic activity and phenolic compounds; maintenance of the content of ascorbic acid, and a consequent increase in antioxidant activity compared to fresh nopal. The thermal treatment blanched at 70 ° C, turns out to be the best of the treatments, since the changes are minimal compared to the fresh nopal

Keywords: *Phenols, antioxidant activity, heat treatment, nopal*

INTRODUCCIÓN

El nopal verdura es destinado principalmente al consumo humano, ya sea en fresco, como ensaladas, en la preparación de diferentes platillos, o bien envasados en salmuera, vinagre y como mermelada. Como alimento, tiene una gran aceptación por su costo y por otras propiedades como su fácil digestibilidad por el organismo humano.

Entre las transformaciones que puede tener el nopal esta la elaboración de productos como cosméticos, jabones, y otros, cuya demanda ha aumentado considerablemente gracias al incremento de los patrones naturistas de consumo.

Adicionalmente, los mexicanos han usado los cladodios y frutos de *Opuntia* por sus efectos terapéuticos como el tratamiento de la arteriosclerosis, diabetes, gastritis, e hiperglucemia (Trejo et al., 1996, Galati et al., 2003). El nopal verdura tradicionalmente ha sido de los alimentos de mayor consumo del pueblo mexicano, tanto que en los últimos años se ha incrementado su demanda, principalmente en las áreas urbanas. Asimismo, el nopal ha cobrado una particular importancia en la Medicina por sus propiedades hipoglucemiantes, (Hwang et al., 2017)

Las frutas y vegetales contienen gran cantidad de fitonutrientes, muchos de los cuales presentan propiedades antioxidantes (Connor et al., 2002); se han encontrado nutrientes antioxidantes además de las vitaminas C y E y de los compuestos carotenoides, otros como los flavonoides (incluyendo compuestos como flavonas, isoflavonas, flavononas, antocianinas y catequinas) (Wang y Lin, 2000). Los radicales libres causan daños oxidativos a lípidos,

proteínas y ácidos nucleicos, la reacción de estas moléculas es típicamente electrofílica. Por lo tanto, los antioxidantes (moléculas que pueden donar electrones o átomos de hidrógeno a radicales libres reactivos) pueden neutralizar a los radicales libres, resultando ser de importancia en la prevención de algunas de estas enfermedades (Prior et al., 1998). Es posible que los efectos benéficos del nopal se deben en gran medida a que poseen actividad antioxidante. En el presente trabajo, se sometió el nopal a los siguientes tratamientos térmicos: escaldado a 70°C, 80°C, 90°C y asado a la plancha, para determinar si existen cambios en el contenido de ácido ascórbico (vitamina C), fenoles totales, actividad enzimática de catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasas, que son enzimas antioxidantes y finalmente determinar la actividad antioxidante total, tanto en las muestras con tratamiento térmico como en el nopal fresco, que es nuestra referencia, para comparar los resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima. Se utilizaron nopales frescos adquiridos en el mercado local de Tulancingo, Hgo., sin espinas y lavados. Se cortaron en cuadros 1 cm aproximadamente y se dividieron por partes iguales para aplicar los tratamientos por 5 minutos cada uno, los nopales tratados se molieron y filtraron en tela, el jugo obtenido se tomó su peso exacto y se colocaron en frascos de vidrio para muestras esterilizados con su tapón de hule y etiquetados para cada tratamiento y por triplicado. Se agregó al jugo una cantidad suficiente para llenar el frasco, solución salina al 2%. Los frascos tapados y etiquetados se dejaron en refrigeración hasta su uso. Al utilizarse, se agitan suavemente.

Materiales. Placas de calentamiento, frascos para muestra, cristalería propia de laboratorio, papel aluminio, tela tursor.

Reactivos. Ácido ascórbico (Sigma), 2,6, diclorofenol indofenol (Merck), 1,1-difenil-2-picril-hidracilo, (DPPH) (Sigma), ácido oxálico R. A. (Productos Químicos Monterrey) 0.5 %, ácido sulfúrico (Merck) 21.25 %, ácido sulfúrico (Merck) 85 %, regulador de fosfatos, pH 6, pH 6.5, pH 7, Fosfato de potasio monobásico y dibásico (Baker), catecol R. A. (Eastman Organic Chemicals), peróxido de hidrógeno (Merck), o-dianisidina (Baker), reactivo de Folin-Ciocalteu (Sigma), carbonato de sodio (Baker), albúmina de huevo (Sigma), reactivo de Bradford (Sigma), ácido gálico R. A. (Técnica Química), 2-4 dinitrofenil hidracina 97% (Aldrich), Cloruro de sodio grado R. A. (Sigma). **Equipo.** Espectrofotómetro utilizado: GENESYS 10S VIS Spectrophotometer ThermoScientific y Refrigerador con congelador.

Métodos Analíticos

1.- **Determinación de la actividad enzimática.** A cada extracto obtenido con solución salina, se filtraron nuevamente en tela tursor. Al extracto obtenido se le determinó proteína por el método de Bradford (Albíter, 2003).

2.- **Determinación de la actividad de polifenoloxidasa** (Kimberly y Lee, 1981).- La actividad de la polifenoloxidasa se basa en la medición de la velocidad de formación del producto de la reacción, que se origina de la oxidación del catecol por la polifenoloxidasa, durante cada 30 segundos a una absorbancia de 420 nm y a 20°C. Procedimiento: Se colocaron en una celda 2.1 mL de regulador de fosfatos (10 mM, pH 6.5) más 0.4 ml de catecol (0.5 M) preparado con el mismo regulador, posteriormente se le añadió 0.5 ml del extracto y se tomaron las lecturas cada 30 segundos durante cinco minutos a una temperatura de 20°C en un espectrofotómetro a 420 nm. Una unidad de actividad está definida como el cambio en la absorbancia en 0.001 por un minuto.

3.- **Determinación de la actividad de peroxidasa** (Mahely y Chance, 1954). La velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno (H₂O₂) por la enzima peroxidasa con o-dianisidina como donador de hidrógeno es determinada midiendo la velocidad del color desarrollado. Una unidad de actividad de peroxidasa es la cantidad de enzima que descompone un micromol de peróxido por minuto a 25°C. Procedimiento: Se utilizó como sustrato 1 mL de H₂O₂ diluido en

100 mL de agua, en seguida, se diluyó 1 mL de esta muestra en 100 mL de regulador de fosfatos pH 6.0, 0.01 M. En la determinación se utilizan 12 mL de sustrato 0.1 mL de o-dianisidina 1% (colorante disuelto en metanol), se tomaron 5.5 mL de esta solución y se le adicionaron 0.5 mL de extracto, y se leyeron a 460 nm, en seguida se tomaron intervalos de 1 min durante 15 minutos. Los resultados obtenidos se expresaron como moles de sustrato transformado / mg de proteína x min. La relación entre el colorante oxidado y los moles de peróxido de hidrógeno descompuesto fue determinada midiendo la absorbancia de la o-dianisidina oxidada variando cantidades de peróxido en presencia de la enzima. Bajo estas condiciones la absorbancia molar del peróxido de hidrógeno es igual al factor de 11.3 a 460 nm (Maehly y Chance, 1954). (*) Proteína determinada por el método de Bradford.

4.- Determinación de la actividad de catalasa (Beer y Sizer, 1952). La desaparición del peróxido de hidrógeno se siguió espectrofotométricamente a 240 nm. El sustrato se preparó con 0.3 mL de peróxido al 30% se diluyó a 50 mL con regulador de fosfatos pH 7.0. En una serie de tubos se le adicionó 0.1 mL del extracto y se completó el volumen de 2 mL con regulador de fosfatos. Se le adicionó 1 mL del sustrato, se utilizó un testigo con 2 mL de regulador y 1 mL de sustrato, en el cual la absorbancia debe ser de aproximadamente 0.850. Se mide en un intervalo de tiempo de un minuto y se lee hasta los cinco minutos.

5.- Determinación de fenoles totales. Método Folin-Ciocalteu, con la curva tipo descrita para este método. El contenido de fenoles totales se expresó como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra, (mg/g) (Pastrana, et al., 2003).

6.- Determinación del ácido ascórbico total. Método de la dinitrofenilhidrazina (Backheet *et al.*, 1991). Se preparó una solución de ácido deshidroascórbico 100 µg/mL, de la siguiente manera: se tomaron 10 mL de ácido ascórbico 0.5 mg/mL que se titularon con la solución de 2,6 diclorofenol-indofenol (DCIP) al 0.25%, hasta la aparición de un color rosa tenue que permaneció por 20 seg. La mezcla obtenida se pasó cualitativamente a un matraz aforado de 50 mL, con lavados con ácido oxálico al 0.5 %, aforándose posteriormente con el mismo. Se realizó una curva tipo con ácido deshidroascórbico, de 0 a 250 µM, el desarrollo de color se logró agregando 2,4 – dinitrofenilhidrazina 2% en ácido sulfúrico al 21.25% e incubando los

tubos a 37°C por 3 horas. Después de este tiempo se colocaron los tubos en baño de hielo y se les agregó ácido sulfúrico al 85%, se dejaron por 20 min, para posteriormente leer a 520 nm. Las muestras molidas se centrifugaron, se utilizó el sobrenadante, de éste se tomaron 125 µL de cada muestra, se agregó ácido oxálico 0.5% y solución de dinitrofenilhidrazina ajustando a un volumen de 2.2 mL y se trataron igual que la curva tipo. Los resultados se expresan en µg de ácido ascórbico/ g de muestra

7.- Determinación de la actividad antioxidante total. Se utilizó el método de neutralización de radical estable 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo ó DPPH*. Este ensayo se basa en la medida de la habilidad de reacción con el radical libre DPPH*, que se reduce a la correspondiente hidrazina, cuando reacciona con donadores de hidrógeno (Contreras, 1982). El ensayo aplicado es el de decoloración, el cual evalúa la disminución de absorbancia del radical producido por la adición del antioxidante a una solución DPPH* a 517 nm. Se prepararon los tubos de reacción para cada muestra, por triplicado, agregando 0.2 mL de una solución de DPPH 500 µM, 1.5 mL de alcohol etílico y 0.5 mL de muestra, leyéndose posteriormente a 517 nm (Son y Lewis, 2002). Los datos de absorbancia obtenidos se interpolaron en una curva tipo construida agregando en todos los tubos la misma concentración de DPPH que se utilizó en las muestras. A estos tubos se les agregó una solución de ácido ascórbico variando la concentración desde 0 hasta 36×10^{-6} g/mL, para calcular la actividad antioxidante total equivalente de ácido ascórbico. Cada mezcla hecha, se agitó vigorosamente, dejándose reposar por 30 minutos a temperatura ambiente en la obscuridad. El etanol se utilizó como una solución blanca, la solución de DPPH (2 mL) en etanol (2 mL), sirvió como control.

Análisis estadístico. Se hizo un diseño totalmente al azar. El análisis de los resultados obtenidos, se hizo mediante el paquete estadístico SAS SYSTEM, ver 6.12 y se utilizó la prueba de comparaciones de medias de Tukey con una α de 0.05.

Las variables independientes son los tratamientos térmicos, las variables de respuesta son las actividades enzimáticas, y antioxidante, el contenido de ácido ascórbico y fenoles totales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestran los resultados de actividad enzimática, así vemos que para la actividad de catalasa, se observa comparando con el nopal fresco, que existe un aumento en las 4 muestras, para el escaldado a 70°C, la actividad aumentó un 72%, en el de 80°C es 42% más, en el de 90°C es 24% más y en el asado se registró 56% más, mostrando que el calor propicia que las enzimas se activen a determinadas temperaturas y baje su actividad en la temperaturas más altas debido a la desnaturalización por su composición proteica y aunque en los nopales asados también se observa actividad, es menor que en el de 90°C, lo que puede deberse a un efecto de deshidratación del nopal al someterse directamente al calor en la plancha.

Cuadro 1. Actividad enzimática de las enzimas Catalasa, Peroxidasa y Polifenoloxidasas en las muestras de nopal con tratamiento térmico y fresco.

Tratamiento Térmico	Catalasa UC \pm D. E.	Peroxidasa UP \pm D. E.	Polifenoloxidasas UPFO \pm D. E.
70°C	209908 \pm 183818	78.24 \pm 21.26	2699.5 \pm 282.65
80°C	173244 \pm 39636.56	35.09 \pm 5.013	1340.7 \pm 341.48
90°C	261277 \pm 76323	30.24 \pm 20.31	141.21 \pm 66.5
Asado	191143 \pm 16642.11	25.11 \pm 13.54	1645.4 \pm 1302.90
Fresco	121937 \pm 49889.30	9.03 \pm 8.16	1495.5 \pm 1248.65

UC: Unidades de catalasa/mg Proteína*min;

UP: Unidades de peroxidasa expresadas en moles de sustrato transformado/mg de proteína*min;

UPFO: Unidades de polifenoloxidasas/mg de proteína*min;

D. E.: desviación estándar (n=3)

Para peroxidasa, se observa aumento de actividad, para el tratamiento a 70°C existe una actividad 8.6 veces mayor, en el de 80°C la actividad es el triple, en la de 90°C la actividad es de 3.3 veces más y en el nopal asado es de 2.7 veces más, por lo que podemos notar que a 70°C existe la mayor actividad, la cual disminuye con las temperaturas más altas y en el asado se observa la menor, esto puede estar indicando que la temperatura influye en la actividad, y a más temperatura se registra una disminución, probablemente exista inactividad debida al calor.

En la polifenoloxidasas, a 70°C, se obtuvo la mayor actividad enzimática, pero a 80°C disminuye notoriamente con un 10% menos, a 90°C se observa 40% menos y asado da 10% más, en este último nuevamente puede haber un efecto de deshidratación, proporcionalmente vemos aumento, pero puede ser realmente menor, siguiendo la tendencia.

En el contenido de compuestos fenólicos, Ácido ascórbico y la Actividad antioxidante total, (Cuadro 2), para los fenoles totales, tenemos que, para las cuatro muestras comparadas con el nopal fresco, en fenoles totales para el tratamiento a

Cuadro 2. Contenido de compuestos Fenólicos, Ácido Ascórbico y la Actividad Antioxidante Total

Tratamiento Térmico	Fenoles totales	Ácido Ascórbico	Actividad Antioxidante Total
70°C	0.07361A +/- 0.0163	1.49217A +/-0.0557	0.004667A +/- 0.0033
80°C	0.06751A +/- 0.0066	1.5667A +/- 0.0510	0.006217A +/- 0.0061
90°C	0.05969A +/- 0.00593	1.60159A +/- 0.0276	0.007083A +/- 0.0044
asado	0.0135A +/- 0.017	1.52097A +/- 0.0234	0.00956A +/- 0.0070
fresco	0.01274A +/- 0.018	1.53327A +/- 0.0148	0.00248A +/- 0.0004

(*) Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba Tukey a una $p \leq 0.05$

(¹) Contenido expresado como miligramos equivalentes de ácido gálico/gramo de muestra

(²) Contenido expresado en mg de ácido ascórbico/g de muestra

(³) Expresado como miligramos equivalentes de ácido ascórbico/gramo de muestra

D. E.: desviación estándar (n=3)

70°C, es 5.7 veces mayor, a 80°C es 5.3 veces mayor, a 90°C es mayor 4.6 veces y para el nopal asado se obtuvo el doble. En las tres primeras, puede haber dos aspectos posibles; uno que con la temperatura cada vez mayor, haya una pérdida por degradación térmica y dos, que, por encontrarse en un medio acuoso, haya solubilización de compuestos y salida de éstos del

tejido orgánico, pero como en el nopal asado se sigue la tendencia de disminución a mayor temperatura, aún con el efecto de deshidratación, esto indica que se trata de la primera opción. Como todas las muestras indican mayor contenido de fenoles respecto al nopal fresco, puede haber un efecto de deshidratación en general al aplicar el tratamiento térmico, mostrando valores mayores al disminuir su masa total. Jaramillo-Flores, et al., (2003), señala que el tratamiento térmico aplicado a verduras, induce cambios estructurales y químicos, que se convierten en pérdidas y ganancias de compuestos fenólicos dependiendo de la técnica de cocción, parámetros tecnológicos, así como las matrices alimentarias, e indica que aumentan estos compuestos después de cocinar en microondas y en plancha. Los procesos pueden deberse a la liberación de compuestos fenólicos de las paredes celulares y compartimentos subcelulares causada por la destrucción térmica como, pero también debido a su liberación de pectinas, mucílagos y otros compuestos de fibra dietética (Jaramillo-Flores *et al.*, 2003).

Para el Ácido ascórbico, no hay cambios, en las cuatro muestras prácticamente se mantiene en los mismos niveles. La actividad antioxidante total, es 88% mayor en la muestra de 70°C, en la de 80°C, se obtuvo el doble, en la de 90°C se observa 2.8 veces más y en el asado 3.8 veces mayor. En el trabajo de De Santiago, (2018), observaron un aumento de compuestos fenólicos y de actividad antioxidante en muestras de nopal con tratamiento térmico, de manera similar a lo encontrado en el presente estudio. Larrauri *et al.* (1997) estudiaron el efecto del secado temperatura sobre el contenido de polifenoles y actividad antioxidante de las cáscaras de orujo de uva roja y observado reducciones significativas en el contenido total de polifenoles y en la actividad antioxidante, en temperaturas superiores a los 100°C.

CONCLUSIÓN

El tratamiento térmico escaldado a 70°C, resulta ser el mejor de los tratamientos aplicados en este trabajo al nopal verdura, al permitir una mayor actividad enzimática, en las tres enzimas estudiadas: catalasa peroxidasa y polifenoloxidasas, se obtiene un mayor contenido de compuestos fenólicos, se mantiene el ácido ascórbico y la actividad antioxidante es mayor.

Comentarios finales

Falta realizar más estudios, éste fue el primero de dos, se han planificado realizar otros experimentos con otro tipo de tratamiento térmico como hervir, freír y cocinar en microondas, ajustar el método para descartar la deshidratación de las muestras o pérdida de compuestos por solubilización en el medio.

LITERATURA CITADA

- Albíter, A. E. (2003). Determinación de la presencia de celulasa y enzimas del tipo oxidativo en la hoja de sábila (*Aloe vera*). Tesis. México, Distrito Federal, México: ENCB-IPN.
- Backheet, E. V., Emara, K. M., & Askal, H. F. (1991). Selective spectrophotometric method for the determination of ascorbic acid in pharmaceutical preparations and fresh fruit juice. *Analyst*, 861-865.
- Beer, R. F., & Sizer, I. W. (1952). Spectrophotometric method of measuring breakdown of hydrogen peroxide by catalase. *Biol. Chem.*, 133.
- Benhura M.A.N. and Chitsiku I.C. (1997). The extractable -carotene content of guku (*Bidens pilosa*) leaves after cooking, drying and storage. *International Journal of Food Science and Technology* 32: 495–500. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB1997050353>
- Connor, A. M., Luby, J. J., Hancock, J. F., & Berkheimer, S. a. (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J. Agric. Food Chem.*, 893 - 898.
- Contreras-Guzmán, E. S. (1982). Determination of tocopherols (vitamin E) by reduction of cupric ion. *J. of the Assoc. of Official Analytical Chemists*, 1215-1222.
- Chandler L.A. and Schwartz S.J. (1988). Isomerization and losses of trans--carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36: 129–133. [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=284592](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=284592)

- De Santiago, E., Pereira, C. G., Moreno, R. J. M. Cid, C., and De Peña, M. P. 2018. Digestibility of (Poly)phenols and Antioxidant Activity in Raw and Cooked Cactus Cladodes (*Opuntia ficus-indica*) J. Agric. Food Chem. 2018, 66, 5832–5844
- Galati, E. M., Tripodo, M. M., Trovato, A., Miceli, N. ; Monforte, M. T. 2002 Biological effect of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Cactaceae) waste matter. Note I: diuretic activity. J. Ethnopharmacol. 2002, 79, 17-21.
- Granado F.B., Olmedilla I.B. and Rojas-Hidalgo E. (1992). Carotenoid composition in raw and cooked Spanish vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry 40: 2135–2140. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643800906595>
- Hwang, S. H., Kang, I. J. and Lim, S. S. 2017 Antidiabetic Effect of Fresh Nopal (*Opuntia ficus-indica*) in Low-Dose Streptozotocin-Induced Diabetic Rats Fed a High-Fat Diet. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5338070/>
- Jaramillo-Flores. M. E., González-Cruz, L., Cornejo-Masón, L., Dorantes-Álvarez, L., Guiérrez-López G. F., Hernández-Sánchez, H. 2003. Effect of Thermal Treatment on the Antioxidant Activity and Content of carotenoids and Phenolic Compounds of Cactus Pear Cladodes (*Opuntia ficus-indica*). Food Sci Tech Int 2003;9(4):0271–8 <http://fst.sagepub.com/content/9/4/271.refs.html>
- Kimberly, W. W., & Lee, C. Y. (1981). Characterization of polyphenoloxidase. J. Food Sci., 506-514.
- Larrauri J.A., Rupe´ rez P. and Saura-Calixto F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45 : 1390–1393.
- Mahely, A. C., & Chance, B. (1954). The assay of catalases and peroxidases methods of biochemical analysis. New York : Interscience Publishers, Inc.
- Pastrana-Bonilla, E., A., C. C., Subramani, S., & Krewer, G. (2003). Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Muscadine Grapes. j. of Agric. Food Chem., 5497-5503.
- Prior, R. L., Cao, G. M., Sofic, E., Mc. Ewen, J., O'Brien, C., Lischner, N., y otros. (1998). Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of vaccinium species. J. Agric. Food Chem, 2686-2693.

- Trejo, G. A., Gabriel, O. G., Puebla, P. A. M., Huizar, C. M. D., Munguia, M. M. R.; Mejia, A. S., Calva, E. A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. *J. Ethnopharmacol.* 1996, 55, 27-33.
- Son, S.; Lewis, B. A. 2002. Free radical scavenging and antioxidative activity of caffeic acid amide and ester analogues; structure-activity relationship. *J. Agric. Food Chem.* 50: 468-472 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11804514/>
- Wang, H., Cao, G., & Prior, R. L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 701-705.
- Wang, S. Y., & Lin, H. (2000). Antioxidant activity in fruits an leaves of blackberry, raspberry and strawbweey varies with cultivar and developmental stage. *J. agric. Food Chem*, 140-146.

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS, COMPONENTES TECNOLÓGICOS E INDICADORES ECONÓMICOS EN EL SISTEMA VACA CRÍA EN GGAVATT DEL ESTADO DE GUANAJUATO

América A Luna Estrada^{1*}, Tomás A González Orozco²

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP. ²Campo Experimental Bajío, INIFAP. *Autor de correspondencia: luna.america@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el uso de componentes tecnológicos, indicadores económicos y características socioeconómicas de productores del sistema vaca cría que trabajaron usando el modelo GGAVATT, en el estado de Guanajuato desde el año 2014. Se analizó la información de 15 grupos de productores (n=299) de 12 municipios del estado, procedente de encuestas realizadas en 2020 y de formatos de seguimiento técnico y económico. El rango de años de recibir asistencia técnica usando el modelo GGAVATT fue de 0-7; en conjunto tuvieron una superficie de agostaderos para pastoreo de 21,163 ha, con un promedio por productor de 63.0, un total de divisiones por productor de 2.65 y tamaño promedio de potreros de 25.2 ha; introduciendo en algunos de ellos pastos mejorados. El total de cabezas de ganado fue de 7610, con un coeficiente de agostadero de 2.5 ha/UA. Actividades sanitarias como desparasitación interna y bacterinización, fueron las de mayor práctica (64 y 61%, respectivamente); le siguieron el uso de sementales con registro (59%); el registro de partos y, de fechas y peso de becerros al nacimiento, fueron iguales (50%). A través de apoyos recibidos, adquirieron pie de cría (hembras y machos), así como infraestructura, equipo y alimento para el ganado. Lograron medir el peso promedio del becerro al destete (199 kg), con un precio promedio de venta/kg de \$45.9; asimismo, desarrollaron y finalizaron 787 becerros, con un peso final promedio de 518.6 kg, a un precio de venta/kg de \$40.9. También calcularon el ingreso total de las UP: \$579,478.8, los costos totales: \$181,118.2; la utilidad: \$398,360.7 y rentabilidad: 2.2. No obstante que los grupos lograron avances sobresalientes, es importante que mediante la asesoría técnica y apoyos recibidos, implementen estrategias de manejo de sus tierras de pastoreo que les permita la conservación de sus recursos naturales.

Revista Tecnológica CEA N° 15, Diciembre 2021 - ISSN 2594 0414 -

Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-071113482900-203, ISSN 2594 0414

www.revistatecnologicaceamex.com

Palabras clave: *Vaca cría, Tecnología, Indicadores, Ganaderos, GGAVATT.*

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use of technological components, economic indicators and socioeconomic characteristics of producers of the cow breeding system who worked using the GGAVATT model, in the state of Guanajuato. The information from 15 producer groups (n = 299) from 12 municipalities of the state was analyzed, from surveys carried out in 2020 and from technical and economic monitoring formats. The range of years of receiving technical assistance using the GGAVATT model was 0-7; Together they had a pasture area for grazing of 21,163 ha, with an average per producer of 63.0, a total of divisions per producer of 2.65 and average size of pastures of 25.2 ha; introducing some of them improved pastures. The total number of cattle was 7610, with a range coefficient of 2.5 ha/ AU. Sanitary activities such as internal deworming and bacterinization were the most practiced (64 and 61%, respectively); the use of registration bulls followed (59%); the calving record and the dates and weight of calves at birth were the same (50%). Through the support received, they acquired breeding stock (female and male) of specialized breeds for meat production; as well as for the purchase of infrastructure, equipment and feed for livestock. They were able to measure the average weight of the calf at weaning (199 kg), with an average sale price / kg of \$ 45.9; Likewise, they developed and finished 787 calves, with an average final weight of 518.6 kg, at a sale price / kg of \$ 40.9. They also calculated the total income of the PU: \$ 579,478.8, the total costs: \$ 181,118.2; profit: \$ 398,360.7 and profitability: 2.2. Although the groups made outstanding progress, it is important that through the technical advice and support received, they implement management strategies for their grazing lands that allow them to conserve their natural resources.

Keywords: *Breeding cow, Technology, Indicators, Ranchers, GGAVATT.*

INTRODUCCIÓN

El sistema vaca cría en México es el que más se practica, principalmente en zonas templadas del centro del país, en su mayoría en unidades de producción (UP) semitecnificadas y en las llamadas de economía familiar o rurales; y consiste en la producción de becerros que son vendidos al destete para ser engordados. Las UP mantienen animales con baja calidad genética, alimentación deficiente, reducido o nulo manejo de agostaderos, el manejo sanitario es prácticamente inexistente y por lo general, carecen de asesoría técnica (por mencionar solo algunas). Se estima que el 50% de vientres del hato nacional destetan un becerro al año (Zorrilla, 2013; Suárez y Aranda, 2014). En Guanajuato, la producción de becerros se realiza en los municipios del norte, en agostaderos de temporal con pastoreo extensivo; (Gómez *et al.*, 2004). La Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR) del estado ha intentado incrementar la productividad de diferentes especies pecuarias, financiando la asesoría técnica (AT) y brindando apoyos para la adquisición de equipo, infraestructura y pie de cría. Por lo anterior, el objetivo del estudio es evaluar el uso de componentes tecnológicos, indicadores económicos y apoyos gubernamentales que han incidido en el sistema vaca cría de los GGAVATT, en el estado de Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó la información de 15 grupos de productores del sistema vaca cría del estado de Guanajuato, que recibieron apoyo a través del componente de Capacitación, Asistencia Técnica y Administrativa, de mayo de 2019 a junio de 2020. El INIFAP realizó el seguimiento y evaluación del trabajo de los agentes de cambio (A.C.), apoyado en la metodología GGAVATT. La información se obtuvo de cuestionarios diseñados y aplicados para conocer las actividades tecnológicas, productivas y económicas implementadas en las UP, y los apoyos recibidos en los últimos 5 años; también se consultaron los formatos de seguimiento técnico y económico de los ganaderos atendidos en el periodo. Se elaboró una base de datos en el programa Excel (Office Microsoft®) para registrar y analizar los resultados a través de frecuencias descriptivas y porcentajes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Grupos participaron 299 productores, distribuidos en 12 municipios: Apaseo el Grande, Comonfort, Dr. Mora, Manuel Doblado, Moroleón, Ocampo, Pénjamo, San José Iturbide, San Francisco del Rincón, San Luis de la Paz, Tierra Blanca y Yuriria. El rango de años de recibir AT agrupados como GGAVATT fue de 0 a 7; la superficie total de agostaderos para el pastoreo fue de 21,163 ha, con un promedio por productor de 63.0, total de divisiones por productor de 2.65 y el tamaño promedio de potreros de 25.2 ha. En algunos de los ranchos introdujeron pastos mejorados como el rhodes (*Chloris gayana*), buffel (*Cenchrus ciliaris*) y klein (*Panicum coloratum*); además sembraron maíz forrajero. El total de cabezas de ganado fue de 7610, con un coeficiente de agostadero de 2.5 ha/UA. Este último valor es mucho menor al recomendado por la COTECOCA (2014), que indica un rango de 6.67-10.20 ha/UA para Guanajuato. En el Cuadro 1 se muestran las tecnologías o actividades tecnológicas de mayor uso en las UP.

Cuadro 1. Actividades tecnológicas de mayor relevancia implementadas en los GGAVATT del sistema vaca cría en Guanajuato. Periodo mayo 2019 a junio 2020.

Actividades tecnológicas (%)			
Alimentación		Manejo y registro de información	
Complementación de las hembras durante época de sequía	39.0	Registro de partos (identificación y fechas)	50.0
Uso de bloques minerales	32.0	Registro de fecha y peso al nacimiento de las crías	50.0
Productores que elaboran el alimento	33.4		
Reproducción y genética		Manejo de los agostaderos	
Uso de toros con registro	59.0	Rotación de potreros	36.0
Diagnóstico de gestación	27.0	Prácticas de conservación del suelo y agua	30.0
Uso de inseminación artificial (I.A.)	19.4		
Sanidad		Conservación del medio ambiente	
Bacterinización contra clostridiasis	61.0	Reforestación	11.0
Desparasitación interna	64.0	Uso de cercos vivos	16.0

Algunos de los valores obtenidos en este trabajo (Cuadro 1), se encuentran por arriba o cercanos a los reportados en la ENA (2014), ya que actividades como desparasitación interna, rotación de potreros e I.A. tuvieron valores similares a los de esta fuente de información (61.7, 35.6 y 24.0%, respectivamente). Los apoyos para la compra de activos fueron: 14 grupos adquirieron 146 sementales y cruza (F1) de diferentes razas; además, 11 grupos obtuvieron 106 dosis de semen; mientras que para vaquillas: 12 grupos compraron 144 hembras de diferentes razas. En 11 grupos se construyeron 59 de corrales, ocho compraron 40 molinos de

grano y solo un grupo una ensiladora; en tanto, 125 productores tuvieron apoyo para comprar alimento para el ganado (14 grupos). Callejas *et al.* (2015) señalaron que para medir la eficiencia del sistema vaca cría se requiere conocer el % de crías destetadas, mortalidad y peso al destete; Estos autores obtuvieron pesos de becerros y becerras al destete de 162.0 y 150.0 kg, respectivamente; mientras que, en los GGAVATT, el peso promedio al destete fue de 199 kg, con un precio promedio de venta/kg de \$45.9. Así también, 116 productores desarrollaron y finalizaron 787 becerros, con un peso final promedio de 518.6 kg, a un precio de venta/kg de \$40.9. El ingreso fue de \$579,478.8, con un costo de \$181,118.2, utilidad \$398,360.7 y rentabilidad 2.2.

CONCLUSIONES

Es imprescindible que los realicen el ajuste de carga animal en sus potreros y estimar otros indicadores de impacto como kg de carne producidos/vaca, producción de carne/ha, costo del kg de carne producido, entre otros no menos importantes. El apoyo del estado a productores para la adquisición de insumos y de activos, ha facilitado el uso de tecnologías.

Agradecimientos. A la SDAyR, a los ganaderos y AC de los GGAVATT bovinos carne de Guanajuato.

LITERATURA CITADA

- Callejas, J. N., Ortega, G. J. A., Domínguez, V. J., y Rebollar, R. S. (2015). La producción de becerros en Chihuahua: un análisis económico marginal. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 19(2): 51-65.
- COTECOCA, Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (2014). Coeficientes de agostadero por entidad.
http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_AGRIGAN04_06&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*.
- Gómez, V. J., González, O. T. A., y Espinosa, G. J. A. (2004). GGAVATT ganado de carne “Mesa de Jesús” sistema vaca cría. Primera evaluación técnica. Secretaría de

- Desarrollo Agropecuario, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto., México. Publicación Técnica. 28 p.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014). Encuesta Nacional Agropecuaria. Producción de ganado bovino.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2014/doc/minimonografia/prodbov_ena14.pdf.
- Suárez, D. H., y Aranda, O. G. (2014). Importancia de la innovación para mejorar la productividad en los sistemas de crías de becerros. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(3): 65-73.
- Zorrilla, R. J. M. 2013. El caso México. Escenarios futuros de la ganadería bovina para carne en México. Zorrilla, R. J. M., Hernández., G. M., Hernández, G. J., y Moreno, L. L. G., (eds.). *En: Memorias Taller Internacional*, Universidad de Guadalajara, Jalisco México. 92 p.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE *Ricinus communis* PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

Ramírez-Pimentel Juan Gabriel, Cerrito Cerrito Reyna S., Arredondo Cervantes Katia M., Luna Salas Karla W., Vázquez Hernández Ma. Cristina, Noriega González Luis Alberto y Flores-Gómez Carlos Alberto *

Tecnológico Nacional de México campus Roque. Km 8 Carr. Celaya-J. Rosas. Celaya, Gto. México. C.P. 38110.

*Autor de correspondencia: carlos.fg@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Se ha propuesto a la higuera (*Ricinus communis*) como cultivo alternativo para la producción de biodiesel, debido a su capacidad de crecer en terrenos no aptos para producción de alimentos, biorremediación de suelos, eficiente adaptación a la diversidad de climas de todo México, etc. Se ha especulado en la dificultad de aprovechar sus residuos por la presencia de fracciones proteicas tóxicas (ricina). En experimentos preliminares, se ha notado que los tejidos vegetativos resultaron ser susceptibles a la biodegradación, infiriendo que es posible su bioconversión a etanol a través de procesos fermentativos. En este trabajo se realizó el análisis proximal de los residuos lignocelulósicos de higuera y de sus semillas sin aceite (torta de extracción) para evaluar su potencial aprovechamiento. Se encontró que el contenido de fibra en los diversos residuos es alto, de 49 a 62% en base seca lo que representa una cantidad suficiente para justificar el complejo proceso de bioconversión a etanol de los residuos lignocelulósicos de la higuera.

Palabras clave: *Ricinus communis*, higuera, residuos lignocelulósicos, bioetanol.

ABSTRACT

Castor oil plant (*Ricinus communis*) has been proposed as an alternative crop for the production of biodiesel, due to its ability to grow on land not suitable for food production, soil bioremediation, efficient adaptation to the diversity of climates throughout Mexico, etc. It has been thought on the difficulty of taking advantage of its residues due to the presence of toxic

protein fractions (ricin). In preliminary experiments, it has been noted that vegetative tissues turned out to be susceptible to biodegradation, inferring that their bioconversion to ethanol through fermentative processes is possible. In this work, the proximal analysis of castor lignocellulosic residues and its seeds without oil (extraction cake) was carried out to evaluate their potential use. It was found that the fiber content in the various residues is high, from 49 to 62% on a dry basis, which is enough to justify the complex process of bioconversion to ethanol of the lignocellulosic residues of the castor oil plant.

Key words: *Ricinus communis*, castor oil, lignocellulosic residues, bioethanol.

INTRODUCCION

La demanda energética anual aumenta de manera sostenida globalmente, y aunque hay nuevos yacimientos de petróleo, generalmente se acepta que, en la actualidad, se están agotando las reservas a nivel mundial, elevando el precio de la gasolina. Así mismo, la quema de combustibles fósiles incrementa la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Amarasekara, 2013), provocando los problemas del denominado calentamiento global. Una solución ha sido el uso de biocombustibles líquidos renovables (U.S.D.O.E., 2015).

Actualmente en la producción de bioetanol comercial se utiliza azúcar de caña y/o almidón de maíz. El llamado etanol de 1ª generación ha generado controversia, por encarecer o escasear cultivos, arriesgado la seguridad alimentaria en algunos países; y la sustentabilidad asociada al uso intensivo de recursos: agua, suelos agrícolas, fertilizantes, etc. (Doherty *et al.*, 2011; Faraco y Hadar 2011). Debido a esto, es de vital importancia para nuestro país investigar fuentes sustentables y renovables, para el desarrollo sostenido de biocombustibles líquidos. El empleo de residuos agrícolas como materia prima y/o el cultivo de especies "energéticas" resistentes a sequía, capaces de crecer en zonas semi-áridas no aptas para producir alimentos, ha captado la atención, por aumentar la sustentabilidad de los biocombustibles. Asimismo, dar uso a esas zonas representa un potencial beneficio económico a sus habitantes (Flores-Gómez *et al.*, 2018).

La higuera es una planta que crece en forma silvestre como maleza, se adapta tanto a suelos de baja fertilidad, como a sus diversas condiciones climáticas. La higuera se ha cultivado para obtener “aceite de ricino” de sus semillas, el cual tiene diversos usos industriales. *R. communis* ha sido objeto de diversos estudios como cultivo energético, buscando mejorar su productividad en campo, optimizar el proceso de extracción de aceite y/o trans-esterificación para obtener biodiesel (Acevedo *et al.*, 2018; Sandoval *et al.*, 2014).

Su potencial aprovechamiento intensivo, indudablemente da lugar a residuos sólidos; ya que solo se emplea el aceite, generando desechos sólidos como la "torta" de semillas sin aceite, así como las hojas y tallos, los cuales pueden representar más del 80% en peso húmedo de la higuera.



Figura 1. Fotografías de las dos variedades de higuera analizadas en este trabajo

No obstante, se sabe que sus partes vegetativas son potencialmente tóxicas para el ser humano, por la presencia de fracciones proteicas, como la ricina, un tipo de lectina que tiene capacidad de inactivar ribosomas. La conversión de residuos sólidos de higuera a etanol representa un mayor reto del que emplea carbohidratos de reserva, por la naturaleza recalcitrante del material estructural: paredes celulares (lignocelulosa). Por otra parte, se infiere que los residuos también pueden ser tóxicos a los microorganismos etanolgénicos. En este trabajo se realizó el análisis proximal de los residuos lignocelulósicos de higuera y de sus semillas sin aceite (torta de extracción) para evaluar su “aptitud” para la bioconversión a etanol carburante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Acondicionamiento. La recolección de las hojas y tallos de higuera se realiza manualmente con tijeras. Se deshidrata en horno a 45° C a 10% de humedad. Posteriormente se reduce el tamaño mediante un molino con tamiz de 0.5 cm. El análisis proximal se realiza por triplicado para cada variedad analizada.

% de Humedad. Se pesa en balanza analítica 5 g de muestra, se introduce en un horno a 100 °C durante 3 h. Después se enfría en desecador por 30 min, se pesa nuevamente en balanza analítica. Cada variedad se analiza por triplicado.

Determinación de cenizas. Se colocan crisoles en horno (40 min) se registra el peso constante (enfriado en desecador) de cada uno, medido en balanza analítica. Se añade 1 g de muestra desengrasada por crisol. Se colocan las muestras en una mufla a 550°C por 3 h, después se apaga para disminuir temperatura, se extraen y se enfrían en desecador. Se registra el peso final de cada crisol.

Extracto etéreo. Se pesan en balanza analítica 5 g de muestra en un matraz Erlenmeyer, se adicionan 50 ml de etanol y se tapan con aluminio y cinta plástica. Se deja reposar 72 h. Posteriormente se decanta la solución, colocándose el sobrenadante de cada muestra en vasos de precipitados perfectamente limpios llevados a masa constante, el resto se pesó en la balanza analítica. Los vasos se introducen al horno (72 h) hasta total evaporación y se registra cada peso final.

Acidez y pH. medidor de pH. Se pesaron 1 g de muestra en una balanza analítica en un frasco y se adicionan 10 ml de agua destilada se macera la muestra por 10 min, se retira el sedimento para dejar libre de partículas y se midió el pH en un potenciómetro. Para la acidez titula con una solución de NaOH al 0.1N utilizando una bureta de 10 ml.

Fibra cruda. Se pesan 4 g de muestra desengrasada en matraz Erlenmeyer de 500 ml, agregue con cuidado 200 ml de H₂SO₄ 0.26 N (bajo campana y EPP), caliente el matraz en parrilla eléctrica a ebullición por 30 min y agitando. Se filtra el residuo a vacío con filtro pesado previamente, se lava 3 veces con agua caliente para la eliminar el de exceso de ácido. El

residuo filtrado se transfiere a un matraz Erlenmeyer y se añaden 200 ml de NaOH 0.23N y se lleva a ebullición por 30 min, filtrando nuevamente el residuo a vacío, se lava con agua caliente. Después se deshidrata el residuo lavando con 25 ml de H₂SO₄ y 25 ml de acetona. El residuo se introduce en horno a 100°C por 2 h, se transfiere en frío en desecador. Se registra el peso final para calcular el % de fibra cruda por fórmula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra los detalles de las dos variedades de *Ricinus communis* analizadas. En el Cuadro 1 muestra los resultados del análisis proximal de las dos variedades. Las dos muestras contienen un alto porcentaje de humedad, aunque la variedad 1 contiene más, debido a que se recolectó de alrededor de los invernaderos y el entorno era húmedo, mientras la variedad 2 se recolectó atrás del edificio de posgrados y solo la planta tenía disponibilidad de riego por temporal, ya que creció de manera silvestre. Se puede observar que la variedad 1 contiene mayor porcentaje de cenizas, es decir, más material inorgánico.

Cuadro 1. Resultados del análisis proximal de hoja y tallos en las 2 variedades de higuera.

	Humedad		Cenizas		Extracto etéreo		pH		Acidez	
	V 1	V 2	V 1	V 2	V 1	V 2	V 1	V 2	V 1	V 2
Muestra 1	66.69%	64.65%	10.80%	10.70%			6.7	6.3	6.66	6.3
Muestra 2	73.35%	58.39%	10.70%	9.23%	3.08%	5.79%	6.6	6.2	6.66	6.3
Muestra 3	67.14%	62%	12.50%	11%	3.05%	4.97%	6.6	6.1	6.66	6.3
Promedio	69.06%	61.68%	11.33%	10.24%	3.07%	5.38%	6.63	6.20	6.66	6.30
Desv Estándar	3.72%	3.14%	1.01%	0.88%	0.03%	0.58%	0.06	0.10	-	-

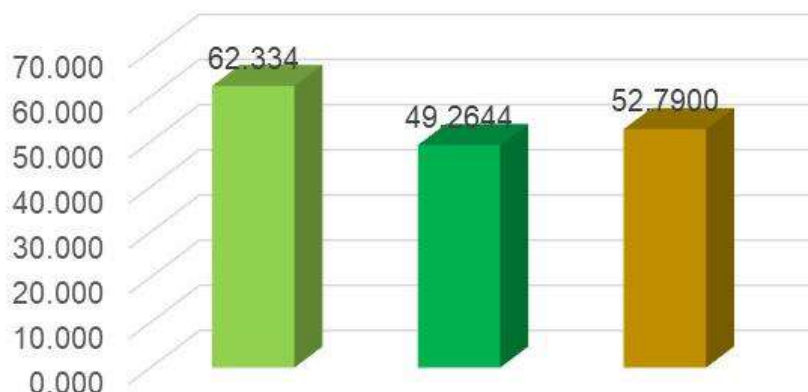


Figura 2. Porcentaje de fibra cruda en muestras de residuos de higuierilla

Con respecto al extracto etéreo, se puede observar que la variedad 2 tiene mayor contenido de grasa, un poco menos del doble sobre la V1. Se observó que desapareció la coloración rojiza de las hojas en la V2, los pigmentos se tornaron color amarillo. Referente las hojas de la V1, cambió de un color verde a amarillo pálido. Se observó estos cambios en las primeras 72 h; y posteriormente al evaporarse el solvente, hasta quedar adherido el aceite el vaso de precipitado presentó un color oscuro. El pH de las dos variedades de higuierilla es similar, aunque la acidez de la variedad 1 es mayor a la variedad 2.

En la figura 2 se muestra el porcentaje de fibra cruda en muestras de residuos de higuierilla y de la “Torta residual” de semillas extraídas, se puede observar que el contenido de fibra en los diversos residuos es elevado, desde un 49 % hasta 62% en base seca.

CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó el análisis proximal de los residuos lignocelulósicos de higuierilla y de sus semillas sin aceite (torta de extracción) para evaluar su potencial aprovechamiento en la bioconversión a etanol carburante. Se encontró que el contenido de fibra en los diversos residuos es alto, de 49 a 62% en base seca, lo que representa una cantidad suficiente para justificar realizar el complejo proceso de bioconversión a etanol de los residuos lignocelulósicos de la higuierilla.

LITERATURA CITADA

- Acevedo Lara, B. Y.I, Ramírez-Pimentel, J. G., Aguirre M., C. L., Covarrubias P. J., Raya Pérez J. C. (2018). Rompimiento de la latencia en semilla de higuera (Ricinus communis L.). *Interciencia*, 43(12),858-863.
- Amarasekara AS: Renewable Fuels. In: Handbook of Cellulosic Ethanol. John Wiley & Sons, Inc.; 2013: 3-25.
- Doherty WOS, Mousavioun P, Fellows CM: Value-adding to cellulosic ethanol: Lignin polymers. *Industrial Crops and Products* 2011, 33(2):259-276.
- Faraco V., Hadar Y. (2011). The potential of lignocellulosic ethanol production in the Mediterranean Basin. *Renewable and Sustainable Energy R.*, 15(1):252-266.
- Flores-Gómez Carlos A., Escamilla Silva E M., Zhong Cheng, Dale Bruce E., Costa S. L, Balan V. (2018). Conversion of lignocellulosic agave residues into liquid biofuels using an AFEX-based biorefinery. *Biotechnology for Biofuels*, 11:7
- Jönsson LJ, Martín C: Pretreatment of lignocellulose: Formation of inhibitory by-products and strategies for minimizing their effects. *Bioresour Technol* 2016, 199:103-112.
- Mittal A, Katahira R, Himmel M.E, Johnson DK. (2011). Effects of alkaline or liquid-ammonia treatment on crystalline cellulose: changes in crystalline structure and effects on enzymatic digestibility. *Biotechnology for Biofuels*, 4:41-41.
- Perez-Pimienta J.A, Flores-Gómez C.A., Ruiz H.A., Sathitsuk. N, Balan V, Costa S.L, Dale B.E., Singh S., Simmons B.A. (2016) Evaluation of agave bagasse recalcitrance using AFEX, Autohydrolysis, and Ionic Liquid Pretreatments. *Bioresour Technol*, 211:216-223.
- Sandoval S. F., Méndez C. C, Solano R. I, Cuevas S C, Cortés M. N. y Hernández Ochoa L.R..(2014). Proceso para la obtención de Biodiesel de Higuera. *Innovación & Sustentabilidad Tecnológica* 1 (1):24-39.
- Sarkar N, Ghosh SK, Bannerjee S, Aikat K. (2012). Bioethanol production from agricultural wastes: An overview. *Renewable Energy*, 37(1):19-27.
- U.S.D.O.E. (2015). Lignocellulosic Biomass for Advanced Biofuels and Bioproducts. In: Bioenergy Workshop Report DOE/SC-0170. U.S. Department of Energy Office of Science. Washington, D.C.

- Van Dyk J.S., Pletschke B.I. (2012). A review of lignocellulose bioconversion using enzymatic hydrolysis and synergistic cooperation between enzymes—Factors affecting enzymes. *Biotechnology Advances*, 30(6):1458-1480.
- Vandenbossche V., Brault J, Vilarem G, Hernández M. O, Vivaldo L. E, Hernández L. M, Barzana E, Duque A, Manzanares P, Ballesteros M. (2014). A new lignocellulosic biomass deconstruction process combining thermo-mechano chemical action and biocatalytic enzymatic hydrolysis in a twin-screw extruder. *Industrial Crops and Products*, 55:258-266.
- Yang B, Wyman CE: Pretreatment: the key to unlocking low-cost cellulosic ethanol. (2008). *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 2(1):26-40.

CARBÓN ACTIVADO Y SU EFECTO EN VARIABLES AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus*)

Luis A. Lugo Santana¹; Juan C. Ramos Yáñez¹; Daniel Rodríguez Mercado^{2*}; Jorge A. Rodríguez Sandoval²,
Ricardo Yáñez López², Luis P. Guevara Acevedo²

¹Estudiante de la carrera de Agronomía, Tecnológico Nacional de México campus Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México. ²Docente Investigador del Tecnológico Nacional de México campus Roque. *Autor de correspondencia: daniel.rm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del carbón activado aplicado en diferentes dosis vía foliar, en las variables fenológicas, de calidad y de rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), cultivado en invernadero, considerando la falta de estudios y la necesidad de generar mayores rendimientos ya que con el paso del tiempo se han degradado por las plagas y enfermedades que lo atacan; por lo cual será de gran utilidad para que los daños sean pocos o nulos y tener un rendimiento deseado. La investigación que se ha desarrollado es de tipo experimental, con un diseño de bloques al azar, realizado con una muestra de 120 plantas. Como aplicación principal se utilizó el carbón activado en sus diferentes etapas fenológicas del cultivo. Para combatir el daño ocasionado que generan los nemátodos, se usaron diferentes tratamientos de carbón con dosis de: 15 y 20 mL, diluidos en 2 litros de agua para cada variedad de pepino. En los tratamientos aplicados se pudo observar que el tratamiento de 20 mL obtuvo mejores resultados que el testigo y el tratamiento de 15 mL de carbón pero sin llegar a ser significativos por lo que la hipótesis de “Existe una relación positiva entre la dosis de carbón activado y su efecto en las variables fenológicas, de calidad y de rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)” fue rechazada.

Palabras claves: *Carbón Activado, Riego, Pepino*

INTRODUCCIÓN

México se encuentra en el top 10 a nivel mundial en la producción de pepino, el estado con mayor producción es Sinaloa, algunas regiones donde se produce este cultivo en mayores cantidades son los valles de Culiacán, Mocorito, Guasave, Los Mochis y Cruz de Elota, de las 817 mil toneladas de pepino que se produjeron en México durante 2019, 360 mil se cultivaron en Sinaloa (Sierra, 2004-2019).

La principal enfermedad que ataca a este cultivo son los Nemátodos (*Heterodera glycines*); son organismos esencialmente acuáticos, aunque proliferan también en ambientes terrestres. (Centeno, 2016) y para su eliminación se utilizan productos orgánicos ya que con toda la contaminación de los pesticidas que se genera al suelo y a la atmósfera se tienen que tomar alternativas que no afecten tanto al suelo como al ambiente y uno de esos productos es el carbón vegetal es un producto mejorador de suelo, remueve eficazmente el dióxido de carbono neto de la atmósfera y su producción a partir de residuos vegetales urbanos, agrícolas y silvícolas puede ayudar a combatir los efectos del cambio climático global, desplazando el uso de combustibles fósiles, secuestrando el carbón en depósitos de carbono en el suelo y reduciendo dramáticamente las emisiones de óxidos nitrosos (Fiallos-Ortega et, 2015).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del carbón activado aplicado en diferentes dosis vía foliar, en las variables fenológicas, de calidad y de rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), cultivado en invernadero, para lo que se planteó la hipótesis “Existe una relación positiva entre la dosis de carbón activado y su efecto en las variables fenológicas, de calidad y de rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque del municipio de Celaya Guanajuato, el invernadero donde se estableció tiene una superficie de 1050 m². Su ubicación es 20°34' de latitud norte y 100°49' de longitud oeste, a una altura de 1765 metros sobre el nivel del mar.

Para el establecimiento del experimento se empleó un diseño Trifactorial con distribución completamente al azar con dos dosis de carbón activado 15 y 20 ml, en dos variedades de pepino Altaria F1 y Katrina F1 y el testigo por variedad, dando un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones, teniendo 24 unidades experimentales cada unidad contaba con 10 plantas y de ellas se midieron cinco. El material genético evaluado, variedades Altaria F1 y Katrina F1 de la casa comercial Enza Zade. Se aplicaron dos dosis de carbón activado a los 26 días de trasplante, 15 ml y 20 ml diluidos en 2 litros de agua, cada dosis era aplicada a 10 plantas de cada variedad, aplicando 45 ml por planta de la solución.

Para el establecimiento del cultivo se comenzó con el ablandamiento del suelo, con el tractor se hicieron dos pases con el cincel a una profundidad de 45 cm, se continuo con varios pases con un rototiler con un arado giratorio para pulverizar los terrones grandes. Una vez hecho lo anterior, se realizó una biosolarización, técnica de bajo impacto ambiental para la desinfección de suelos en cultivos intensivos que puede ser utilizada como método alternativo técnica que combina el aumento de temperatura del suelo generado por el sol y la acción de los microorganismos, que, al descomponer la materia orgánica, generan gran cantidad de gases y sustancias volátiles con efecto biosida, creando además un ambiente anaeróbico. Como consecuencia de estos procesos, se logra un eficiente control de la mayoría de las plagas, enfermedades y malezas presentes en el suelo, al mismo tiempo que se conservan y promueven los microorganismos benéficos (Rosenbaum, 2017).

Basados en las características del suelo, su historial y la superficie de 250 m de este se aplicaron las cantidades: Estiércol 2 toneladas, Zoca de brócoli 1200 kg y Melaza 200 kg, la mezcla se incorporó al suelo, durante aproximadamente 22 días. El trasplante fue en camas de 60 cm de ancho y de 1.80 m entre camas, en cada cama se plantaron 2 líneas de cultivo con un espaciado de 20 cm entre ellas y de 40 cm entre plantas en cada línea se colocaron las plantas en zig zag.

Las variables registradas en el este experimento fueron fenológicas (diámetro basal, medio, apical del tallo, número de hojas, altura de planta, número de flores y número de frutos), de

calidad (longitud de fruto, grados brix y diámetro apical, medio y basal del fruto) y de rendimiento (peso de fruto) las variables fueron registradas cada 8 días.

RESULTADOS

Los resultados de cuadrados medios de las variables fenológicas se muestran en el cuadro 1, en donde se puede observar diferencias significativas en variedades (V) en altura de planta, diámetro medio de tallo y diámetro apical, así como en cortes (C) en diámetro de tallo y número de hojas.

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables de Fenológicas.

FV	gl	Cuadrados medios				
		Altura de planta	Diámetro basal del tallo	Diámetro medio del tallo	Diámetro apical del tallo	Número de hojas
V	1	32628.772**	4.43520750	68.6836397*	4.45445333**	2.150292
T	2	5957.188	0.01549750	25.1373952	0.36465583	21.837291
C	6	223548.420	0.25425292	35.8450813*	1.34513208	439.661242**
V*T	2	92.960	0.92602750	1.2176071	0.05440083	16.556555
V*C	6	1993.888	0.24303875	4.0818534	0.71107625	14.582559
T*C	12	4762.308	0.43541417	7.5202499	0.03557146	17.459398
V*T*C	12	2067.052	0.79156500	14.7470418	0.12885188	14.271620

** : Significancia estadística al 0.01 de probabilidad, * : Significancia estadística al 0.05 de probabilidad FV: Fuente de Variación, gl: Grados de Libertad, V: Variedades, T: Tratamientos, C: Cortes.

El cuadro 2 muestra los resultados del análisis de cuadrados medios en las variables de calidad, donde se observan diferencias significativas en variedades (V) en longitud de frutos y diámetro medio del fruto, en cortes en la variable diámetro medio del fruto y en la interacción variedad por corte en diámetro basal y medio del fruto.

Cuadro 2. Cuadrados Medios de las variables de Calidad.

FV	gl	Cuadrados medios			
		Longitud de fruto	Diámetro basal del fruto	Diámetro medio del fruto.	Diámetro apical/fruto
V	1	1134.952117**	16.6068595	446.294002**	59.977050
T	2	24.337654	33.0924929	66.731983	11.323651
C	6	74.037200	15.2539770	177.962939**	205.071571
V*T	2	28.452076	13.1001024	1.188165	135.148184
V*C	6	91.518846	79.9577651**	104.500508**	251.173464
T*C	12	60.041607	7.6046776	6.763186	84.837960
V*T*C	12	54.612592	15.6085079	30.948323	100.616462

** : significancia estadística al 0.01 de probabilidad, FV: fuente de variación, gl: grados de libertad, V: variedades, T: tratamientos, C: cortes.

Los cuadrados medios registrados en las variables de rendimiento se muestran en el cuadro 3, donde se registraron diferencias significativas en variedades en peso de fruto, en cortes y la interacción variedad por corte tanto en peso de corte y peso total.

Cuadro 3. Cuadrados Medios de las variables de Rendimiento.

FV	Gl	Cuadrados medios	
		Peso de fruto	Peso total
V	1	296500.6986**	1074240.2
T	2	4171.4847	971834.6
C	6	77420.5345**	57341250.4**
V*T	2	11703.0653	4136963.4
V*C	6	74426.1902**	23117647.5**
T*C	12	8991.9897	551577.3
V*T*C	12	7706.1230	3525068.1

** : Significancia estadística al 0.01 de probabilidad, FV: Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, V: Variedades, T: Tratamientos, C: Cortes.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados se puede concluir que no se acepta la hipótesis de que ya que no existe una relación positiva entre la dosis de carbón activado y su efecto en las variables fenológicas, de calidad y de rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), debido a que en la mayoría de las variables evaluados no existen diferencias significativas en tratamientos aplicados aunque si se observa que existe tendencia en cuanto a mayores valores numéricos en el tratamiento de 20 mL por lo que se recomienda seguir evaluando el carbón a dosis mayores para poder visualizar un efecto más claro en los valores de las variables.

Agradecimientos.

Se extiende un agradecimiento al PRODEP por el financiamiento del proyecto "Determinación de curvas de absorción de agua para el control automático del riego de cultivos bajo invernadero" al cuerpo académico BIOSISTEMAS con número de registro **ITROQ-CA-07**.

LITERATURA CITADA

- Casaca A. D. (2005). *el cultivo del pepino*. Costa Rica.
- Arias, S. (2007). *Produccion de pepino*. el salvador: USAID-RED.
- Centeno, O. J. (2016). *Nemátodos*. El Salvador.
- Fiallos-Ortega *et al.* (2015). *Restauración ecológica del suelo aplicando biochar*. combia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- López-Elías, Jesús, C. (2011). Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. En J. C. Jesús López-Elías, *Producción y calidad de pepino (Cucumis sativus L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda* (pp. 21-27). chile: IDESIA.
- Mendoza, C. G. (2016). *Crecimiento, producción y absorción nutricional del pepino*. Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.
- Rosenbaum, J. (27 de noviembre de 2017). *Biosolarización paso a paso*. Argentina: INTA Ediciones.
- Sierra, J. B. (2004-2019). Produccion y exportacion del cultivo de pepino en México. *SEMINIS*.
- Zamora, E. (2017). *El cultivo de pepino tipo slicer – americano*. hermosillo sonora.

COMPONENTES FUNCIONALES EN VINO TINTO MEXICANO *Syrah, Malbec, Merlot y Cabernet sauvignon*

Víctor I. Naranjo-Luna^{1*}; Alma D. Hernández-Fuentes²; José M. Pinedo-Espinoza³; Rubén Jiménez-Alvarado²

¹Estudiante de la Univ. Autónoma del Estado de Hidalgo. ²Investigadores de la Univ. Autónoma del Estado de Hidalgo. ³Investigador de la Unidad Académica de Agronomía-UAZ-CA. *Autor de correspondencia:

na139429@uaeh.edu.mx

RESUMEN

México es el primer país de América en donde se plantó la *Vitis vinífera* para la producción de vino, actualmente cuenta con 31420 ha de viñedo. Los principales estados productores de esta bebida son Baja California Norte, Sonora, Zacatecas, Coahuila y Aguascalientes. Los componentes funcionales del vino tinto están relacionados a su capacidad antioxidante, antihipertensiva, anticancerígena y anti degenerativa del organismo humano. Compuestos fenólicos como flavonoides, antocianinas y taninos participan dentro de esta actividad. Debido a la importancia comercial, de calidad y alimenticia, el objetivo del presente estudio fue determinar el contenido de los principales componentes funcionales de vinos tintos mexicanos. La investigación se hizo en el Instituto de Ciencias Agropecuarias en Tulancingo, Hidalgo y se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Se realizó el análisis de contenido de fenoles totales, flavonoides, antocianinas y taninos a cuatro vinos elaborados con las variedades: *Syrah, Malbec, Merlot y Cabernet sauvignon*, de los años 2018 y 2019; provenientes del viñedo Tierra Adentro, localizado en el Valle de las Arcinas, Zacatecas. Los resultados mostraron un mayor contenido de fenoles y flavonoides en los vinos de *Cabernet sauvignon*, de antocianinas en los vinos de *Malbec* y un mayor número de taninos en los vinos de *Merlot*. Al comparar los resultados se determinó que la variedad de uva influye en el contenido de compuestos bioactivos de cada vino; sin embargo, todos los vinos presentaron un nivel adecuado de dichos componentes.

Palabras clave: Componentes funcionales, Malbec, Merlot, Cabernet sauvignon Syrah.

ABSTRACT

Mexico is the first country in America where it was planted *Vitis vinifera* to produce wine and actually it counts with 31420 hectares of vineyard. The most important producers state of wine are Baja California Norte, Sonora, Zacatecas, Coahuila and Aguascalientes. Functional components in red wines are related to its antioxidant capacity, antihypertensive, anticarcinogenic and antidegenerative of the human organism. Phenolic compounds such as flavonoids, anthocyanins and tannins are involved in this activity. Because of the commercial, quality and nutritional importance of this beverage, the objective of this study was to determinate the content of the main functional components of Mexican red wines. The research was carried out in the Instituto de Ciencias Agropecuarias, in Tulancingo, Hidalgo and a completely randomized experimental design was used. Total phenols, flavonoids, anthocyanins and tannins were analyzed in four wines made with *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* and *Cabernet sauvignon* grape varieties, in 2018 and 2019, from the Tierra Adentro vineyard, located in Valle de las Arcinas, Zacatecas. The results showed a higher content of phenols and flavonoids in *Cabernet sauvignon* wines, of anthocyanins in *Malbec* wines and a higher number of tannins in *Merlot* wines. When comparing the results, it was determined that the grape variety influences the content of bioactive compounds in each wine; however, all the wines presented an adequate level of these compounds.

Keywords: *Cabernet sauvignon*, *Functional components*, *Malbec*, *Merlot*, *Syrah*.

INTRODUCCIÓN

En México la producción y cultivo de vid se ha retomado después de un período de recesión, ya que fue el primer país en cultivarse esta especie en América. Los estados que más concentran la producción de uva para vino en el país son: Baja California Norte, Sonora, Zacatecas, Coahuila y Aguascalientes (CEDRSSA, 2017). Las principales variedades de uva cultivada en el país son: *Cabernet sauvignon*, *Merlot*, *Pinot noir*, *Ruby cabernet* y *Syrah* en el

caso de las uvas tintas. Además de las prácticas vitícolas, las variedades de uva con las que el vino se realiza, aportan la mayoría de características sensoriales que se degustan en la cata. *Cabernet sauvignon*, *Syrah*, *Malbec* y *Merlot* son variedades tintas pertenecientes a las uvas nobles francesas debido a su gran poder de adaptación a distintas partes del mundo, pero también debido a que son uvas que pueden generar grandes vinos de acuerdo a sus compuestos fisicoquímicos y su capacidad de evolucionar en guarda (Przypolski, 2019). Estos compuestos fisicoquímicos están ligados a la capacidad antioxidante, anticancerígena, antihipertensiva y antidegenerativa que tienen los vinos tintos en el cuerpo humano, además de la calidad final como un producto funcional. Por ello se realizó un conteo de compuestos bioactivos en 4 botellas de vino mexicano, provenientes del Valle de las Arcinas, Zacatecas y que hacen a este vino un producto funcional; estos fueron: fenoles totales, antocianinas, flavonoides y taninos, que además están relacionados con la calidad sensorial de este producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Los muestreos para este trabajo se realizaron en un predio de 4.5 ha, en donde se encuentran las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* sobre un portainjerto *Rupestis du lot*, que fueron utilizadas para la elaboración de los vinos tintos, provenientes de Zacatecas, México, de la casa productora Tierra Adentro. Se evaluaron así, el contenido de fenoles totales, flavonoides, antocianinas y taninos de vino tinto, elaborado con las variedades mencionadas de dos años de producción.

El conteo de fenoles totales se realizó a través del método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterman & Mole (1994) y se elaboró una curva de calibración con una solución patrón de ácido gálico (1000 mg/L). De igual manera se determinó un conteo total de flavonoides de acuerdo al método de Rosales *et al.* (2011) y una curva estándar de quercetina. En el caso de las antocianinas, se utilizó la metodología descrita por Di Stefano *et al.* (1989); debido a la falta del estándar malvidin-3-glucósido, las antocianinas totales se calcularon utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 1: } AT_{540}(\text{mg/L}) = Abs \times 16.7 \times d$$

Dónde: AT_{540} es la absorbancia medida a 540nm y d es la dilución del vino.

Finalmente, se analizaron los taninos contenidos a través del método descrito por Llañez (2013). Dichos compuestos fueron determinados mediante la siguiente ecuación y expresados en taninos (g/L):

$$\text{Ecuación 2: } \text{Taninos (g/L)} = 19.33 * (A_1 - A_2)$$

Dónde: el coeficiente 19.33 corresponde al coeficiente de extinción molar de la cianidina obtenida por la hidrólisis ácida de los taninos condensados, corregida para dar directamente el resultado en g/L.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenoles totales: Se puede observar que existen variaciones del contenido de fenoles totales debido a la variedad de uva (Figura 1), encontrando que el vino elaborado con *Cabernet sauvignon* presenta un mayor número de estos compuestos (1724.99 mg EAG/L). El conteo de fenoles está relacionado a su capacidad de guarda en botella y bodega para su evolución, pero también a su capacidad antiinflamatoria. De acuerdo con la metodología descrita por Ávalos et al. (2003), estos parámetros son equiparables con el contenido de un vino de calidad ya que se considera al menos un nivel de 85.33 a 180.33 mg/100mL.

Flavonoides: Estos también varían dependiendo de la variedad de la uva (Figura 2). De igual manera se encontró un mayor número de flavonoides en el vino de *Cabernet sauvignon* (1089.10 mg EQR/L) que está relacionado al proceso de extracción de color durante la maceración del vino y a su capacidad anticancerígena. De acuerdo con la metodología descrita por Salazar et al. (2011), un conteo adecuado de flavonoides en un vino de calidad oscila entre los 305.60 y los 2189.30, lo que permite equiparar los resultados encontrados para dicho estudio.

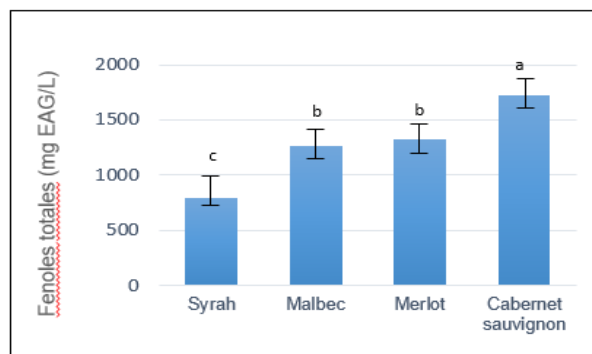


Figura 1. Contenido de fenoles totales en vino tinto expresado en mg EAG/L, elaborado con las variedades de uva de 2 años de producción.

Las letras diferentes representan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey $P \leq 0.05$.

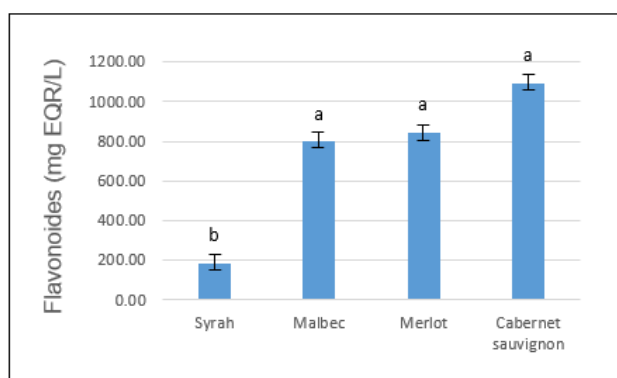


Figura 2. Contenido de flavonoides en vino tinto expresado en mg EAG/L, elaborado con las variedades de uva de 2 años de producción.

Las letras diferentes representan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey $P \leq 0.05$.

Antocianinas y taninos: En el caso de las antocianinas y taninos, estos fueron más altos en los vinos de *Malbec* y *Merlot* (122.04 mg/L y 3.21 g/L) respectivamente, (Cuadro no. 1). El contenido de antocianinas se relaciona directamente con el color, encontrando que el vino *Malbec* presentó mayor intensidad de este. Para el caso de los taninos del vino *Merlot*, estos se relacionan con la capacidad astringente y de amargor, pero de igual manera a su capacidad antioxidante. De acuerdo a la metodología descrita por Muñoz et al., (2007) los niveles de antocianinas de un vino de calidad se encuentran dentro de los 55-300 mg/L y para taninos, según Durán & Trujillo (2007), dentro de los 0.5-3.5 g/L, observando que dichos resultados son equiparables a estos rangos.

Cuadro 1. Contenido de antocianinas y taninos en vino tinto elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	Antocianinas (mg/L)	Taninos (g/L)
<i>Syrah</i>	85.98±2.54 ^a	1.80±0.18 ^b
<i>Malbec</i>	122.04±1.37 ^a	2.74±0.33 ^a
<i>Merlot</i>	108.66±7.15 ^a	3.21±0.28 ^a
<i>Cabernet sauvignon</i>	74.70±0.35 ^a	3.05±0.01 ^a

^{a,b} Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$.

CONCLUSIONES

Aunque el contenido de fenoles totales de debe a las variedades de uva, se pudo observar que esta influye también en el contenido de componentes funcionales del vino tinto. Sin embargo, todos los vinos analizados mostraron un nivel óptimo de dichos componentes y pueden ser considerados como vinos de calidad.

LITERATURA CITADA

- Ávalos, K., Sgroppo, S., & Avanza, J. (2003). Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales en vinos de origen nacional. *FACENA*, 19, 11–19.
- CEDRSSA. (2017, junio). La vid en México. Recuperado 5 de abril de 2021, de <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/9VidMexico.pdf>
- Przypolsky, F. (2019). Revista de los viñedos de Francia. Issuu. Recuperado de <https://issuu.com>
- Salazar, R., Espinoza, G., Ruiz, C., Fernández, M de F., & Rojas, R. (2011). Compuestos fenólicos, actividad antioxidante, contenido de resveratrol y componentes del aroma de 8 vinos peruanos. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 77(2), 135-143. Recuperado en 09 de noviembre de 2021, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000200006&lng=es&tlng=es
- Muñoz Jáuregui, AM., Fernández Giusti, A., Ramos E, F., & Alvarado-Ortiz Ureta, C. (2007). Evaluación de la actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en vinos producidos en Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(1), 30-40.

Recuperado en 12 de noviembre de 2021, de
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000100004&lng=es&tlng=es.

Durán, D. S., & Trujillo, Y. Y. (2008). Estudio comparativo del contenido fenólico de vinos tintos colombianos e importados. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica, 15(1), 17–24.

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* SMITH) EN DIFERENTES GENOTIPOS DE MAÍZ.

Eva Lizbeth León Arreguin¹; Diego Martin Badillo García¹; Claudia Cristina Alberto Pérez¹; Francisco Cervantes Ortiz²; Hugo Cesar Cisneros López²; José Francisco Rodríguez Rodríguez^{2*}

¹Estudiante de la carrera de Agronomía. Tecnológico Nacional de México campus Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México. ²Docente investigador. Departamento de Ciencias Agropecuarias. *Autor de correspondencia: francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN.

El maíz se considera uno de los cereales más importantes a nivel nacional ya que, a partir de este se derivan productos como alimentos tanto para humanos y animales, aceites, combustibles y algunos otros productos, por lo que es importante detectar las plagas que lo afectan, una de las más importantes es el Gusano cogollero, uno de los controles fitosanitarios es el uso de plaguicidas, sin embargo, este método presenta desventajas como daños a la salud humana, contaminación al medio ambiente, muerte de insectos benéficos y desarrollo de individuos resistentes. Otra alternativa es el control genético, en el uso de variedades resistentes a condiciones climáticas y a plagas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el tiempo de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* en dos genotipos de maíz. Se colocaron 60 larvas en vasos de plástico del número "0" los cuales fueron alimentadas cuales fueron alimentadas con recuadros de hoja de maíz de cada genotipo hasta la formación de pupas y una vez emergidos los adultos se la alimentaron con agua azucarada al 15%. Las variables evaluadas fueron tiempo de desarrollo de cada una sus fases, % pupal, peso de pupas, % de adultos emergidos y proporción sexual. Los resultados obtenidos presentan a la variedad Roque 2015 mejor en cuanto al porcentaje y peso de pupas emergidas, sin embargo, para el porcentaje de adultos y proporción sexual la variedad Roque 2020 presentó los valores menores. En el caso del tiempo de desarrollo los materiales evaluados no presentaron un efecto significativo sobre *S. frugiperda*. Por lo que se puede concluir que la variedad Roque 2020 tiende a presentar resistencia al ataque del gusano cogollero.

Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*, Resistencia genética, Maíz.

ABSTRACT

Corn is considered one of the most important cereals at the national level since, from this, products such as food for both humans and animals, oils, fuels and some other products are derived, so it is important to detect the pests that affect it. One of the most important is the Fall Armyworm, one of the phytosanitary controls is the use of pesticides, however, this method has disadvantages such as damage to human health, contamination to the environment, death of insects benefits and development of resistant individuals. Another alternative is genetic control, in the use of varieties resistant to weather conditions and pests. The objective of the present work was to evaluate the development time of *Spodoptera frugiperda* in two maize genotypes. 60 larvae were placed in plastic cups of the number "0" which were fed which were fed with squares of corn leaf of each genotype until the formation of pupae and once the adults emerged, they were fed with 15% sugar water. The variables evaluated were development time of each of its phases, % pupal, weight of pupae, % of emerged adults and sexual proportion. The results obtained present the Roque 2015 variety better in terms of the percentage and weight of emerged pupae, however, for the percentage of adults and sexual proportion, the Roque 2020 variety presented the lowest values. In the case of development time, the evaluated materials did not show a significant effect on *S. frugiperda*. Therefore, it can be concluded that the Roque 2020 variety tends to be resistant to the fall armyworm attack.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, Corn, Genetic Resistance.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es uno de los cereales mas importantes desde un punto de vista alimenticio, político y social, ya que a partir de el se derivan productos como aceites, harinas y combustibles como el etanol (Soto, 2008). México ocupa en octavo lugar a nivel mundial en la producción del maíz, con una superficie sembrada de 6,690,449 ha y una producción total de 27,228,242 ton y un rendimiento promedio de 4.06 ton ha⁻¹ (FAO, 2019). Los principales estados productores a nivel nacional son Sinaloa (22%), Jalisco (14%), Estado de México (8%), Michoacán (7%), Guanajuato (6%), Guerrero (5%), Veracruz (5%), Chiapas (5%), Chihuahua (4%) y Puebla (4%). (FAGRO, 2020). El maíz presenta varios problemas fitosanitarios, dentro de estos se encuentran malezas, enfermedades e insectos plaga (Reséndiz *et al.*, 2016). El maíz presenta varios problemas fitosanitarios, dentro de estos se encuentran malezas, enfermedades e insectos plaga (Reséndiz *et al.*, 2016). *Spodoptera frugiperda*, también conocida como el “gusano cogollero del maíz”, “gusano trozador” o “palomilla de maíz” como causante de los mayores daños si no se realizan medidas de control produce retraso en el desarrollo del cultivo, además, el daño a tejidos que formarán la mazorca disminuye el rendimiento hasta en un 30%; y en casos severos causa la muerte de la planta (Daryanto, 2016) Una de las estrategias para poder controlar este insecto plaga, es el uso de plaguicidas químicos sintéticos tales como los compuestos organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y neonicotinoides, siendo estos el principal control para limitar las pérdidas de las cosechas (González-Castillo *et al.*, 2012; Cortez y Rodríguez, 2012). Sin embargo, presenta desventajas como daños a la salud humana en el personal que realiza las aplicaciones en campo, contaminación al medio ambiente y el desarrollo de individuos resistentes (Gruposacsa, 2016). Una alternativa es el control genético, en el uso de variedades resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten con unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo (Yuste, 2007). Por lo antes mencionado el objetivo de la presente investigación fue evaluar el tiempo de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* en dos genotipos de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El experimento se realizó en Laboratorio de Semillas ubicado en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Nacional de Roque en Carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, 38110 Celaya, Gto., con una altitud de 1774 y Latitud 20.579462.

Al principio del experimento se estableció una colonia madre de *S. frugiperda*, colectando larvas en lotes con un bajo o nulo manejo agronómico en Celaya, Guanajuato, esto para evitar la presencia de resistencia en los insectos. Los insectos colectados se depositaron de manera individual en vasos de plástico número 0, las cuales fueron alimentadas con dieta artificial. La alimentación de los adultos consistió en agua azucara al 15 %, esto para asegurar el apareamiento y oviposición. Los insectos colectados se reprodujeron hasta F3, para eliminar algún enemigo natural proveniente de campo y así mismo tener individuos suficientes para su posterior estudio.

Se evaluaron dos variedades de maíz, Roque 2020 y Roque 2015 proporcionados por el Departamento de Mejoramiento genético de Semillas del Instituto Tecnológico de Roque. La siembra de las variedades de maíz de realizo en bolsas polietileno negras con una capacidad de 5 L, se preparó el sustrato, compuesto por 2/3 partes de peatmos con 1/3 parte de lombricomposta, y se sembraron dos semillas por bolsa a una profundidad de 5 cm, posteriormente cada bolsa fue etiquetada con los datos correspondientes. Se realizó una fertilización con Urea agregando 30 g por planta a los 15 días de edad. Los riegos se realizaron cada que la plata lo requirió, tomando en cuenta la alta precipitación en la región. Se dejo que las plantas alcanzaron la etapa de V6 y posteriormente fueron utilizada para su estudio.

Efectos en el tiempo de desarrollo: Se tomaron 60 larvas neonatas y se colocaron en un vaso de plástico del número "0" y se alimentaron con un cuadro de hoja 1 cm² de cada variedad de maíz, el cual era cambiado diariamente, y se le dio seguimiento al desarrollo de los individuos hasta la muerte de los adultos. Se tomo registro del tiempo de duración de cada uno de los estadios larvales, pupas y longevidad del adulto. Una vez formadas las pupas se tomó el peso

de pupas, porcentaje de pupas formadas, el porcentaje de adultos emergidos y proporción sexual.

Análisis estadístico: Con los datos registrados en los tiempos de desarrollo de cada una de las fases de *S. frugiperda*, así como el peso de pupas, porcentaje de pupas formadas, porcentaje de adultos emergidos y proporción sexual se realizó una prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y posteriormente se hizo un análisis de varianza, aplicando la prueba de Tukey ($\alpha \geq 0.05$) para la separación de las medias, mediante el programa computacional R-studio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados para el porcentaje de pupas y peso de pupas de *S. frugiperda* en dos variedades de maíz. Para el porcentaje de pupas no se muestra diferencia significativa entre los materiales en estudio, mientras que, para el peso de pupas si se puede observar diferencias significativas entre los tratamientos, donde Roque 2020 reporta el peso más alto con 0.143 g, por su parte Roque 2015 reporta el peso más bajo con 0.127 g. Estos resultados son inferiores a los reportados por Nogueira *et al.*, (2018), en una investigación realizada sobre la antibiosis de *S. frugiperda* en 8 variedades de maíz, quienes reportaron un valor mínimo de 0.211 g en el peso de pupas. Por su parte Huerta-Valdovinos *et al.*, (2016), en un estudio sobre la reproducción y desarrollo de poblaciones de campo del Gusano Cogollero reportan datos inferiores a 0.20 g para el peso de pupas.

Cuadro 1. Comparación de medias para el porcentaje de pupas y peso de pupas de *Spodoptera frugiperda* en dos variedades de maíz.

Variedad	% de Pupas	Pesos de pupas (g)
Roque 2015	92 \pm 10.954 a	0.127 \pm 0.0185 a
Roque 2020	99 \pm 2.236 a	0.143 \pm 0.0239 b

Medias seguidas de la misma letra no presentar diferencias significativas (Tukey $\alpha < 0.05$).

Los resultados para el porcentaje de adultos y proporción sexual de *S. frugiperda* en dos variedades de maíz se muestran en el Cuadro 2. En el porcentaje de adultos se pueden observar diferencia significativa, obteniendo el porcentaje más alto la variedad Roque 2015 con 98% y el porcentaje más bajo para Roque 2020 con 91.2%, de igual forma, la proporción sexual presento diferencias significativas entre los tratamientos, reportando la media más alta para Roque 2015 con 2.4 hembras por macho y el menor valor para Roque 2020 con 1.44 hembras por macho. Estos resultados son superiores a los reportados por Nogueira *et al.*, (2018), en una investigación realizada sobre la antibiosis de *S. frugiperda* en 8 variedades de maíz, quienes reportaron un 100 % de emergencia de adultos y una proporción sexual de 0.449 hembras por machos.

Cuadro 2. Comparación de medias para el porcentaje de adultos y proporción sexual.

Variedad	% de adultos	Proporción Sexual ¹
Roque 2015	98 ± 2.738 a	2.4 ± 0.548 a
Roque 2020	91.2 ± 1.643 b	1.44 ± 0.134 b

Medias seguidas de la misma letra no presentar diferencias significativas (Tukey $\alpha < 0.05$). ¹Hembras por macho.

Las medias de los tiempos de desarrollo de cada una de las fases de *S. frugiperda* se muestran en el Cuadro 3. El análisis estadístico muestra que en las fases de L1, L3, L4, L5, Pre-pupa, Pupa, Adulto y Total no presentan diferencias significativas en las variedades de maíz, por otra parte, se puede observar diferencia significativa para L2 en Roque 2015 con la media mayor con 3.181 días y la media baja en Roque 2020 con 2.613 días, de igual forma, la fase de desarrollo L6 presenta diferencias significativas en días para Roque 2015 obteniendo un resultado con 9.375 mientras que la variedad Roque 2020 tiene un resultado significativo en días con 7.29. Deepika *et al.* (2020), en una investigación realizada sobre parámetros biológicos de *S. frugiperda*, reportan un valor de 2.8 días para la fase de L1 y 2.5 días para L3, en el caso de L4 se reportan 2 días de desarrollo, para la fase L5 se reportaron 2.7 días, para L6, 4.6 días y para el estadio pupal se reporta un valor superior a 8.6 días, mientras para los adultos hembra y macho se presentaron un periodo de 40.11 y 36.15 días respectivamente.

Cuadro 3. Comparación de medias para las Fases de desarrollo de *Spodoptera frugiperda*.

Fase (Días)	Variedad	
	Roque 2015	Roque 2020
L1	2.462 ± 0.366 a	2.287 ± 0.252 a
L2	3.181 ± 0.397 a	2.613 ± 0.334 b
L3	4.451 ± 1.012 a	4.060 ± 0.388 a
L4	3.951 ± 0.514 a	4.060 ± 0.302 a
L5	5.176 ± 0.497 a	5.195 ± 0.745 a
L6	9.375 ± 1.281 a	7.29 ± 0.581 b
Pre-Pupa	1.22 ± 0.0689 a	1.215 ± 0.104 a
Pupa	7.116 ± 1.303 a	7.810 ± 0.959 a
Adulto	8.5 ± 1.658 a	9.8 ± 1.440 a
Total	45.431 ± 3.375 a	44.330 ± 1.748 a

Medias seguidas de la misma letra no presentar diferencias significativas (Tukey $\alpha < 0.05$).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos la variedad Roque 2015 tiene un efecto en la disminución en la formación de pupas, sin embargo, la variedad Roque 2020 afecto la emergencia de adultos y proporción sexual disminuyéndola en un 6.93% y en una hembra por macho, respectivamente.

En el caso del tiempo de desarrollo los materiales evaluados no presentaron un efecto significativo sobre *S. frugiperda*. Por lo antes mencionado el material Roque 2020 se puede considerar resistente a el gusano cogollero.

LITERATURA CITADA.

- Bautista Martínez, N. (2006). Insectos plagauna guía ilustrada para su identificación (No. C/632.60972 B3).
- Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P.A. 2016. Global Synthesis of Drought Effects on Maize and Wheat Production. PLoS ONE, Vol. 5: p 1-15.
- Deepika Kalyan, M. K. Mahla, S. Ramesh Babu, R. K. Kalyan and Swathi, P. 2020. Biological Parameters of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) under Laboratory

Conditions.Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. 9(5): 2972-2979. doi:

<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.340>

- Galarza, M. (1996). Aumente su cosecha de maíz en la Sierra. Quito, Ec., Estación Experimental "Santa Catalina". Boletín Divulgativo, 12.
- García, G., & Tarango, S. (2009). Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz. Folleto técnico, 30.
- Gruposacsa. (2016). Desventajas que tiene el uso de pesticidas Químicos. 12-Oct.-2021, de Gruposacsa Sitio web: <https://www.gruposacsa.com.mx/desventajas-que-tiene-el-uso-de-pesticidas-quimicos/>
- Hernández-Trejo, A., Osorio-Hernández, E., López-Santillán, J. A., Ríos-Velasco, C., Varela-Fuentes, S. E., & Rodríguez-Herrera, Y. R. (2018). Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Agroproductividad, 11(1), 9-14.
- Ibarra Apunte, N. A. (2021). Efecto de tres insecticidas biológicos en el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* L. en el cultivo de maíz mays L (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Nogueira, L., Costa, EN, Di Bello, MM, Diniz, JFS, Ribeiro, ZA y Boiça Júnior, AL (2019). Preferencia de oviposición y antibiosis a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en variedades locales de maíz brasileño. Revista de entomología económica, 112 (2), 939-947.
- Reséndiz Ramírez, Z., Osorio Hernández, E., Estrada Drouaillet, B., Pecina Martínez, J. A., Mendoza Castillo, M., & Reyes Méndez, C. A. (2016). Importancia de la resistencia del maíz nativo al ataque de larvas de lepidópteros. REPOSITORIO NACIONAL CONACYT.
- Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M., & Martínez-Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de Fusarium spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. Acta Agronómica, 64(2), 194-205.
- Yuste, M. 2007. Biblioteca de la Agricultura. Segunda Edición. Ideabooks, S.A, Barcelona, España. www.monografias.com

COSTOS DE LA RESISTENCIA A ABAMECTIAN EN EL DESARROLLO DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE).

Anselmo Montero Rojas¹, José Francisco Rodríguez Rodríguez², Francisco Cervantes Ortiz², Ricardo Yáñez López², Daniel Rodríguez Mercado², Luis Patricio Guevara Acevedo^{2§},

¹Estudiante de Ingeniería en Agronomía, TecNM-Roque, Km. 8 carr. Celaya-J. Rosas, Roque, Celaya, Guanajuato, ²Docente investigador TecNM-Roque, [§]Autor para correspondencia: lpguevara@itroque.edu.mx

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar los efectos subletales en el comportamiento y aprendizaje de una línea resistente de *P. xylostella* en presión de selección en el laboratorio de Fitosanidad por 10 generaciones continuas, por medio de bioensayos se aplicó el método de inmersión con una CL₂₀ lo cual arrojó resultados del efecto subletal sobre el porcentaje de pupas, peso de ellas, el número de adultos emergidos, su proporción sexual y los tiempos de desarrollo en cada una de sus estancias así como las ovoposiciones. El resultado de esta investigación por parte de los progenitores para el porcentaje de pupación no muestran una diferencia significativa de un testigo en blanco en comparación con la línea de aplicación, a diferencia del peso de pupas que, si arroja un resultado significativo, en el porcentaje de adultos y proporción sexual sin alteración. Para los descendientes en cada una de las líneas estudiadas no presentaron aumento o disminución considerable a excepción de peso de pupas que presentaron una reducción de peso tras la aplicación. La CL₂₀ como dosis subletal presenta una disminución en el número total de ovoposiciones en los descendientes en comparación con los progenitores los cuales demuestran lo contrario al no alterar considerablemente su total de ovoposición. La abamectina como método de control a un grado subletal generó daños en el tiempo de desarrollo en estadio larval 4 además de presentar alteración de igual manera en el proceso de pupación, dejando un antecedente significativo para el ciclo biológico total del insecto tras el tratamiento.

Palabras clave: *Plutella xylostella*, abamectina, efectos subletales, línea resistente.

ABSTRACT

The present research aims to evaluate the sublethal effects on the behavior and learning of a resistant line of *P. xylostella* under selection pressure by the Phytosanitary Laboratory for 10 continuous generations, by means of bioassays the immersion method was applied with a LC20 which yielded results of the sublethal effect on the percentage of pupae, their weight as well as the number of emerged adults, their sexual proportion and the development times in each of their stays as well as the ovopositions. The result reflected is in the investigation of the parents so that the percentage of pupation does not show a significant difference from a blank control in comparison with the application line, unlike the weight of the pupae that, if it gives a significant result, therefore the same percentage of adults and sexual proportion without any alteration. The same for the hatchlings in each of the lines studied with no significant increase or decrease, except for the pupal weight, which showed a reduction in weight after application. LC20 as a sublethal dose shows a decrease in the total number of ovipositions in the offspring compared to the parents, which show the opposite by not significantly altering their total oviposition. Abamectin as a sublethal control method generated considerable damage at the time of development in larval stage 4 in addition to presenting alteration in the same way in the pupation process, leaving a significant antecedent for the total biological cycle of the insect after treatment.

Key words: *Plutella xylostella*, *abamectin*, *sublethal effects*, *resistant line*.

INTRODUCCIÓN

Brassica oleracea var. *italica* es comúnmente conocido como Brócoli, el cual, forma parte de las principales hortalizas cultivadas en México, misma que se refleja en un consumo nacional y con un alto índice de exportación (SIAP, 2020). SIAP en el 2019 reporta un volumen de producción inferior de un 2.7% en comparación al año 2018 resultando una disminución de 5.6% en superficies sembradas, en el ciclo (P-V) que determina las mayores cosechas, con un 12.6% el mes de marzo seguido de abril con el 15.3% a nivel nacional (SIAP, 2020). Guanajuato hace presencia en estos porcentajes con un valor productivo alto a nivel nacional

con cerca del 70.1% se ubica en el primer lugar como productor nacional, Sonora y Puebla entre otros estados forman parte del grupo de productores que colocan a México en un 4° lugar a nivel mundial en producción con una cantidad de 614,437 t y una derrama económica de 506 mmd (SIAP, 2020). Uno de los principales problemas que persisten en los cultivos de brassicaceas es la presencia de plagas que atacan directamente a este cultivo, tal como lo es la palomilla dorso de diamante, las cuales en altas poblaciones genera daños del área foliar durante sus primeros estadios, dejando grandes pérdidas para los productores si no se lleva a cabo un buen control de ella (INIA,2019).

Un control eficiente es fundamentalmente desde el inicio del cultivo, determinando así los umbrales de presencia de *P.xylostella*, con la intención de evadir la contaminación de huevos, larvas y pupas en un producto final para los consumidores, los primeros dos estadios larvales el daño es generado de manera que se ocultan debajo de hoja dejando la cutícula intacta lo cual no muestra el daño inmediatamente, una señal de presencia de dorso puede llegar a mostrar devastación de las hojas exceptuando las nervaduras de esta (INIA, 2019). En la actualidad la principal herramienta en México en el control de palomilla dorso de diamante (PDD) está del lado químico con una rápida acción en las poblaciones, con afecto directamente al ciclo de vida (Banks *et al.*, 2017). Unos de los principales grupos toxicológicos más comunes son los Bt (*Bacillus thuringiensis*) piretroides, avermectinas entre otros, mismos que a nivel mundial se les adjudica resistencia de parte de la plaga derivado de los usos excesivos de estos, con resultados no satisfactorios al persistir con una contaminación frecuente en la estética del producto (Xia *et al.*, 2014). En la toxicología uno de los principales ingredientes utilizados para un buen control de *P. xylostella* es la abamectina (Wang y Wu 2014). Por otro lado, al ser expuesta a dosis subletales de este insecticida, la disminución de emergencia en adultos, el porcentaje de pupación y la fecundidad, así como la longevidad del adulto se ve notoriamente perjudicada (Zibae y Esmaeily 2017). Algunos procesos fisiológicos o bioquímicos de los insecticidas pueden afectar la supervivencia, el desarrollo, la reproducción y el comportamiento habitual de los insectos (De Castro *et al.*, 2013). El uso a concentración subletal de abamectina perjudican directamente la reproducción, alimentación, ovoposición y comportamientos de la plaga (Saran *et al.*, 2014). Afectando directamente la transmisión nerviosa del insecto la cual se fija sobre un receptor glutamato de los canales de cloro en la

membrana de las células nerviosas, cerca del receptor GABA y de un receptor de benzodiacepinas, provocando que el sistema nervioso central del insecto deje de recibir respuesta a su comportamiento, dando lugar a un método de acción más eficiente (García Salazar *et al.*, 2011). Su fijación provoca un flujo de iones Cl^- al interior de las células nerviosas del insecto lo cual genera crecimiento en la negatividad interna de la membrana neuronal, por lo que se torna menos sensible a los estímulos provocando la muerte (Bowman, 2021). El objetivo en esta investigación es evaluar los efectos subletales en el tiempo de desarrollo *P. xylostella*. de una línea resistente comparado con una población susceptible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Tecnológico Nacional de México-Roque en el Laboratorio de Fitosanidad del Departamento de Ciencias Agropecuarias en Celaya Guanajuato Carretera, Celaya-JR, 20°34'53.6"N y 100°49'36.1"W. Se evaluó los efectos subletales de abamectina en una línea resistente proporcionada por el laboratorio de fitosanidad Tecnológico de Roque, la cual ha estado presión de selección durante 10 generaciones, mantenida en condiciones de laboratorio de a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 50% humedad relativa (HR) y a un fotoperiodo de 16:8 h luz: oscuridad. Se realizó una prueba de susceptibilidad a la línea resistente abamectina por el método de inmersión (IRAC, 2017), con larvas de tercer instar utilizando un diseño experimental completamente al azar con 6 concentraciones y un testigo blanco el cual consistió de agua más adherente y 4 repeticiones para cada tratamiento. Hojas de brócoli de 45 días de edad se sumergieron por 10 s en las concentraciones en estudio y se colocaron en papel absorbente para eliminar los excesos de humedad, posteriormente fueron colocadas en cajas Petri provistas de papel absorbente saturado con agua, 10 larvas de *P. xylostella* de tercer instar fueron transferidas en cada hoja, utilizando un pincel de pelo de camello 000 y se colocaron en una cámara climática con las condiciones climáticas antes señaladas. Los datos de mortalidad se registraron a las 24 h después del inicio del experimento. Como criterio de mortalidad se realizó un estímulo en la parte dorsal de los individuos y todo aquel que no respondió a dicho estímulo se consideró como muerto. Con los datos obtenidos de los bioensayos se realizó una corrección de mortalidad con la fórmula propuesta Abbott (1925). Los resultados de la corrección de mortalidad se sometieron a un Análisis Probit (Finney, 1971)

para obtener la curva de respuesta concentración-mortalidad, utilizando el programa SAS ver 9.0 (SAS, 2002). Una vez obtenida CL₂₀ de la línea resistente se evaluaron los efectos subletales en la biología y tiempo de desarrollo de *P. xylostella*. Se tomaron 100 larvas de *P. xylostella*, las cuales se introdujeron en cajas Petri que contenían hojas tratadas de brócoli con la CL₂₀ de abamectina y se colocó un testigo blanco sin aplicación de insecticida, se dejaron alimentar durante 24 h, posteriormente se cambió de hoja por una no tratada con insecticida, y se dio seguimiento hasta la formación de pupas se prosiguió a colocarlas en vasos de plástico del número 0 de manera individual hasta la emergencia del adulto, se registraron el porcentaje de pupas, peso de pupas (10 pupas al azar), mediante una balanza analítica, así como el porcentaje de adultos emergidos y la proporción sexual de los mismos, seguido a esto se formaron parejas y se colocaron en cajas petri provistas de papel absorbente además de una hoja de brócoli para su ovoposición, se registró el número total de huevos por hembra por día. Los adultos se alimentaron con agua azucarada al 15 % para asegurar satisfactoriamente su copulación. Para la generación de los descendientes se tomaron 100 huevos de las parejas antes formadas y se colocaron en hojas de brócoli, se dio seguimiento cada 24 h para obtener el tiempo desarrollo de cada uno de las fases de desarrollo de *Plutella xylostella* hasta la muerte de los adultos. Para la generación descendiente se registró el de porcentaje pupal, peso de pupa, el porcentaje de emergencia de adultos, así como su proporción sexual y ovoposición. Con los valores con los valores obtenidos de las variables de desarrollo y oviposición de *P. xylostella* se realizó un Análisis de Varianza (ANVA), y se realizó la prueba de Tukey ($\alpha < 0.05$) para la separación de las medias, utilizando el programa computacional R versión 3.3.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el efecto subletal tras la aplicación de una CL₂₀ de abamectina en una línea resistente de *Plutella xylostella*, se observó que el peso de pupas la LR tuvo un aumento del 65.59% tras la aplicación, no arrojando diferencias significativas, para porcentaje pupal, porcentaje de adultos emergidos y su proporción sexual. La emamectina se adjunta a un derivado de la abamectina como un insecticida utilizado comúnmente para el control del dorso el cual por su parte Moustafa *et al.* (2016) realizó un estudio a *Mamestra brassicae* L. (Oruga nocturna de la col) donde reportó aumento de peso de pupación datos que son similares a los mencionados al inicio además de una disminución de pupación durante el ciclo. Para la generación descendiente hubo respuesta positiva a la aplicación de la CL₂₀ al reportar una disminución en pesos de pupas de un 75.11% en comparación con su testigo en blanco, por otro lado, a lo igual que en progenitores el porcentaje de pupas, porcentaje de adultos y proporciones sexuales no presentó diferencias estadísticas significativas. Zhou *et al.* (2010) reporta que al realizar presión de selección de una población de PPD durante diez generaciones continuas desarrolla capacidad de resistencia a abamectina, así mismo Wang y Wu (2014) obtuvo una disminución de peso de pupas de una línea resistente a este agente toxicológico lo cual es similar a (Yin *et al.* 2008) quien realizó aplicaciones subletales de spinosad, reportando así disminuciones en la pupación y peso de la misma.

Cuadro 1. Comparación de los efectos subletales en peso de pupas de *Plutella xylostella* expuestos a abamectina, en una generación progenitora y descendiente.

Trat*	N	Progenitores			
		% Pupas	Peso de pupas (mg)	% Adultos	P. S ¹
L.R	100	50 ± 18.257 a	4.27 ± 1.204 a	73.153 ± 19.722 a	1.070±0.834 a
L.R (CL ₂₀)	100	45 ± 8.498 a	12.41 ± 2.485 b	69.621 ± 1.122 a	1.376±0.455 a
		Descendientes			
		% Pupas	Peso de pupas (mg)	% Adultos	P. S ¹
L.R	100	97 ± 4.2163 a	4.22 ± 1.455 a	98 ± 3.496 a	1.250 ± 0.353 a
L.R (CL ₂₀)	100	93.777 ± 8.862 a	1.05 ± 2.973 b	96.78 ± 5.219 a	1.092 ± 0.693 a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0.05$); ¹Proporción sexual; *Tratamientos.

El efecto subletal del tratamiento de abamectina a una línea resistente en el número promedio de huevos por hembra por día de *P. xylostella* se muestran en el cuadro 2, donde se observa que al aplicar una CL₂₀ la ovoposición de progenitores presenta datos que no son significativamente representativos en comparación con la línea sin aplicación, en donde hembras progenitoras ovopositaron un total de 32.496 HHD, dato semejantes a LRCL₂₀ quien por su parte las hembras arrojaron un total de 31.014 mismos HHD. Sin embargo, esta misma si se ve afectada para descendientes en HHD al rebasar el efecto subletal de la CL₂₀ con un 22.37% de disminución en el número total de ovoposiciones comparado al testigo en blanco de la LR. El testigo resistente sin aplicación superó el total de HHD con 116.2 respectivamente, se observó que al aplicar a individuos resistentes una CL₂₀ de abamectina genera una reducción ovopositoria total de 90.2 en comparación con la LR en blanco.

Cuadro 2. Efectos subletales del Abamectina en el número promedio de huevos por hembra por día de *Plutella xylostella*.

Trat*	Progenitores		Descendientes	
	HHD ²	Total	HHD ²	Total
L.R	32.496 ± 0.892 a	220.2 ± 12.477 a	19.362 ± 2.709 b	116.2 ± 12.417 a
L.R (CL ₂₀)	31.014 ± 1.316 a	177.4 ± 41.204 a	29.452 ± 2.713 a	90.2 ± 4.816 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0.05$); ²Huevos por Hembra por Día; *Tratamientos.

El ciclo de vida de *P. xylostella* expuesto a dosis subletales tras 10 generaciones presenta alteraciones en el desarrollo y biología del insecto (Cuadro 3), (Wang *et al.*, 2011) y (Guo *et al.*, 2013) reportan en conjunto que clorantropiliprol y indoxacarb en grados subletales pueden llegar a interrumpir el desarrollo de PDD. La fase de huevo, así como los estadios larvales en LR sin aplicación no reportó alteración alguna en comparación con la línea tratada, a excepción de L4 la cual difiere un 13.47% de disminución en el tiempo de desarrollo de larvas del cuarto estadio datos que están por debajo de los reportados por Mahmoudvand y Moharramipour (2015) quien observó un incremento en los días de desarrollo de L4 *P. xylostella* tratadas con CL₁₀ y CL₂₅ de fenoxycarb y un control con medias de 2.40, 2.28 y 1.51 días, respectivamente. Por otro lado, se reporta una extensión de tiempo de un 18.02% en el desarrollo de pupas tras la aplicación de la CL₂₀ de abamectina en comparación con la LR lo cual difiere con Han *et al.* (2012) quien no obtuvo una disminución significativa en el tiempo de desarrollo de la fase pupal

al exponer larvas de tercer instar a CL₁₀ y CL₂₅ de chlorantraniliprole, Mahmoudvand y Moharramipour (2015) mencionan un incremento en los días de pupación tras la aplicación de una CL₁₀ y un CL₂₅ de fenoxycarb respecto a un testigo en blanco con medias de 4.98, 4.71 y 3.70 días, respectivamente.

Cuadro 3. Efectos subletales del abamectina en las fases de desarrollo de *P. xylostella*.

Fase ³	Tratamientos	
	L. R	L. R (CL ₂₀)
Huevo	4.230 ± 0.501 a	3.735 ± 0.748 a
Larva 1	1.618 ± 0.308 a	1.478 ± 0.691 a
Larva 2	3.130 ± 0.603 a	3.497 ± 0.697 a
Larva 3	2.28 ± 0.376 a	2.23 ± 0.216 a
Larva 4	2.760 ± 0.201 a	2.388 ± 0.306 b
Pupa	4.780 ± 0.269 a	5.831 ± 0.299 b
Adulto	4.90 ± 0.627 b	5.95 ± 0.598 a
Hembra	4.6 ± 0.516 b	5.8 ± 0.788 a
Macho	5.1 ± 0.994 a	5.8 ± 0.788 a
Total	23.698 ± 1.218 b	25.109 ± 0.855 a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0.05$); ³Valor dado en días.

Así mismo los adultos, hembras como machos presentan un incremento longevo en su ciclo tras haberlos sometido a un efecto subletal de este agente toxico como lo es la abamectina, lo cual se presenta como datos similares con los de **Zhang et al. (2012)** quien observo que el tiempo tanto de hembras y machos de dorso el cual fue mayor a 8.78 y 9.89 días, respectivamente, tras aplicar un CL₂₅ de metaflumizona en larvas de tercer instar. Sin embargo, Yin et al. (2008) en larvas L3 reporta que tras un tratamiento de spinosad en dosis subletal el tiempo de desarrollo para hembras y machos en comparación con un control fue de 7.73 a 6.78 días para hembras y para los machos de 6.64 a 5.52 una disminución un tanto corta al estar expuesta a una CL₂₅ del insecticida. El tiempo total de desarrollo de *P. xylostella* reportado por Mahmoudvand y Moharramipour (2015) así como el de Han et al. (2012) tras aplicaciones con grado subletal de spinosad, defenoxycarb y chlorantraniliprole tuvo una leve disminución *P. xylostella* al exponer sus larvas de tercer instar a dichas dosis. Dicho lo anterior estos datos tiene semejanza con los reportados en esta investigación el cual respectivamente

se observa un declive del 5.61% en el tiempo total de desarrollo de la Palomilla dorso de diamante en presión de selección durante 10 generaciones denominada como línea resistente.

CONCLUSIÓN

Al exponer larvas de *Plutella xylostella* a dosis subletal respectivamente puede propiciar a un mayor número de generaciones en campo de esta plaga, mismas que a su vez al estar expuestas a altas y bajas concentraciones de plaguicidas generan insectos cada vez más resistentes a dosis anteriormente denominadas como subetales correspondientes a cada agente toxico destinado.

Tras realizar esta investigación podemos definir que una concentración subletal de abamectina puede inferir específicamente en *P. xylostella* al generarle capacidad de resistencia en muy poco tiempo en concentraciones bajas tal como la CL₂₀ afectanta directamente y de manera importante su ciclo biológico, aumentando así el número de adultos en cada generación, el peso pupal, el aumento considerable de HHD, además de prolongar su ciclo de vida en adultos tanto en hembras y machos, generando así una mayor población de individuos plaga, que a su vez llevan a futuras generaciones a una mayor resistencia y ciclos de vida más largos y difíciles de controlar con costos elevados además de generar un manejo y control más complejo.

LITERATURA CITADA

- Banks, J. E.; Vargas, R. I.; Ackleh, A. S.; Stark, J. D. 2017. Sublethal effects in pest management: a surrogate species perspective on fruit fly control. *Insects* 8 (3): 1-6. Doi: 10.3390/insects8030078
- Bowman, D. D. 2021. Georgis' parasitology for veterinarians. 11th ed. Elsevier inc. St. Louis, Missouri. EE.UU. 287 p. [https:// books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=2576DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=2aVHC9TK-&sig=KqUq4 GieK-i8pPcgroNtNeDnmY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=2576DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=2aVHC9TK-&sig=KqUq4 GieK-i8pPcgroNtNeDnmY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- De Castro, A. A.; Corrêa, A. S.; Legaspi, J. C.; Guedes, R. N. C.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C. 2013. Survival and behavior of insecticide-exposed predators *Podisus nigrispinus* and

- Supputius cincticeps (Heteroptera: Pentatomidae). Chemosphere 93 (6): 1043-1050. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.05.075>
- García Salazar, B.; Hernández M, D.; Soler R, F.; Pérez-López, M. 2011. Empleo de ivermectina como parasitocida en ovino: posibles efectos tóxicos y repercusiones ambientales. Anales de veterinaria de Murcia 27: 23-32.
- Guo, L.; Desneux, N.; Sonoda, S.; Liang, P.; Han, P.; Gao, X-W. 2013. Sublethal and transgenerational effects of chlorantraniliprole on biological traits of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. Crop Protection 48: 29-34. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.02.009>
- Han, W., Zhang, S., Shen, F., Liu, M., Ren, C., Gao, X. 2012. Residual toxicity and sublethal effects of chlorantraniliprole on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Pest Management Science, 68 (8), 1184-1190. <https://doi.org/10.1002/ps.3282>
- INIA, 2015. En línea: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR38925.pdf>. Consultado: 23 octubre de 2020.
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias), 2015. En línea: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/66902/NR41681.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado: 12 octubre de 2021.
- Mahmoudvand, M., Moharramipour, S. 2015. Efectos subletales del fenoxicarb sobre la *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Diario de la Ciencia del Insecto, 15 (1). <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev064>
- Moustafa, M. A. M.; Kákai, Á.; Awad, M.; Fónagy, A. 2016. Sublethal effects of spinosad and emamectin benzoate on larval development and reproductive activities of the cabbage moth, *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae). Crop Protection 90: 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.004>
- SAGARPA. 2011. Monografía de Cultivos Brócoli. Subsecretaría de fomento a los agronegocios (SFA) Gobierno Federal, México, www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Documents/monografia/brocoli.pdf. Consulta 20 de octubre del 2020.
- Saran, R. K.; Ziegler, M.; Kudlie, S.; Harrison, D.; Leva, D. M.; Scherer, C.; Coffelt, M. A. 2014. Behavioral effects and tunneling responses of eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) exposed to chlorantraniliprole-treated soils. Journal of Economic Entomology 107(5): 1878-1889. <https://doi.org/10.1603/EC11393>

- SIAP. 2016. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el día 20 de octubre del 2020.
- SIAP.2020. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2020/Atlas-Agroalimentario-2020. Consulta día 26 de octubre del 2021.
- Wang, G.; Huang, X.; Wei, H.; Fadamiro, H. Y. 2011. Sublethal effects of larval exposure to indoxacarb on reproductive activities of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 101 (3): 227-231. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.09.010>
- Wang, R.; Wu, Y. 2014. Dominant fitness costs of abamectin resistance in *Plutella xylostella*. *Pest Management Science* 70 (12): 1872-1876. <https://doi.org/10.1002/ps.3741>
- Xia, Y. M., Lu, Y. H., Shen, J., Gao, X. W., Qiu, H. and Li, J. H. (2014). Resistance monitoring for eight insecticides in *Plutella xylostella* in central China. *Crop Protection*, 63: 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.03.011>
- Yin, X. H., Wu, Q. J., Li, X. F., Zhang, Y. J., Xu, B. Y. 2008. Sublethal effects of spinosad on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Crop Protection*, 27, 1385-1391. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.05.008>
- Yin, X-H.; Wu, Q-J.; LI, X-F.; Zhang, Y-J.; XU, B-Y. 2008. Sublethal effects of spinosad on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Crop Protection* 27 (10): 1385-1391. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.05.008>
- Zhang, Z., LI, J. H., Gao, X. W. 2012. Sublethal effects of metaflumizone on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 11 (7), 1145-1150. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60108-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60108-1)
- Zhou, X-M.; Wu, Q-J.; Zhang, Y-J.; Bai, L-Y.; Huang, X-Y. 2010. Effects of abamectin selection on the genetic differentiation within *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) based on amplified fragment length polymorphism. *Insect Science* 17 (4): 353-360. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2009.01307.x>
- Zibae, I.; Esmaily, M. 2017. Effect of sublethal doses of abamectin on demographic traits of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Plant Protection Research* 57 (3): 256-267. <https://doi.org/10.1515/jppr-2017-0036>

CRECIMIENTO Y ESPORULACIÓN DE TRES CEPAS DE *Arthrobotrys* sp. AISLADAS DE RAÍCES DE JITOMATE

Ricardo Escamilla Rodríguez¹, Blanca Moreno Gómez^{2*}, Gabriela Vázquez Ramírez³, Aurelio Báez Pérez²

¹Tecnológico Nacional de México-Roque. Km.8 Carretera Celaya-JR, Celaya, Guanajuato, ²Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío, *Autor de correspondencia: moreno.blanca@inifap.gob.mx

Resumen

La presente investigación consistió en el aislamiento de tres cepas de hongos nematófagos del género *Arthrobotrys*, de raíces de plantas de jitomate y la evaluación del crecimiento y esporulación en diferentes medios de cultivo. De los cinco medios probados, el medio SDA fue el de mejor crecimiento en los aislados A y B. El medio PDA fue el mejor para el crecimiento del aislado C. Mientras que los medios YGA, CA y YPSS no fueron útiles en cuanto a estimulación de crecimiento radial. Por otro lado, de los cinco medios utilizados, solo los medios CA y YGA favorecieron la esporulación, sin embargo, el grado de esporulación varió dependiendo de cada cepa. De los tres aislamientos, el aislado C mostró la máxima esporulación en CA, seguido por YGA, mientras que los aislados A y B mostraron la máxima esporulación en medio YGA, seguido por CA.

Palabras clave: Biocontrol, hongos nematófagos, *Arthrobotrys* sp. Jitomate.

Abstract

The present research consisted in the isolation of three strains of nematophagous fungi of *Arthrobotrys*, from roots of tomato plants and growth evaluation and sporulation in different culture media. Of the five media tested, SDA medium was the best growth in isolates A and B. PDA medium was the best for the growth of isolate C. While YGA, CA and YPSS media were not useful in terms of stimulation radial growth. On the other hand, of the five media used, only CA and YGA media stimulated better sporulation, however, the degree of sporulation varied

depending on each strain. Isolate C showed the maximum sporulation in CA medium, followed by YGA, while isolates A and B showed the maximum sporulation in YGA medium and CA.

Key words: *Biocontrol, nematophagous fungi, Arthrobotrys sp. tomato*

INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones han reportado el uso de hongos nematófagos como control biológico, estos hongos tienen la capacidad de parasitar, atrapar o inhibir el crecimiento de nematodos y/o huevos de nematodos que afectan los cultivos agrícolas. Los hongos del género *Arthrobotrys* son hongos conocido como atrapadores de nematodos con alto potencial de biocontrol contra los nematodos que forman nódulos en raíces. Estos hongos producen anillos de constricción a través de sus hifas para capturar y matar nematodos y con frecuencia forman trampas de conidios (Barron, 1981, Persmark y Nordbring-Hertz, 1997). En un estudio realizado en tomate se demostró que el hongo *Arthrobotrys dactyloides* fue más eficaz que otros hongos en la reducción de la población de nematodos juveniles de *Meloidogyne javanica* en el suelo (Galper et al, 1995). En otro estudio en tomate en campo abierto se demostró que la aplicación de *Arthrobotrys dactyloides* redujo con éxito los nudos radiculares (Stirling y Smith, 1998). También se demostró que *Arthrobotrys sp.* Presentó actividad biocontroladora contra *Meloidogyne javanica* en cultivo de crisantemo en invernadero (Dávila-Clímaco, 2005). A pesar de su alta depredación, efectividad y gran potencial de biocontrol de cepas de hongos del género *Arthrobotrys*, su cultivo presenta una dificultad ya que se requiere una fuerte esporulación en el medio de cultivo o en el sustrato de crecimiento para llegar a ser altamente efectivos (Kumar y Singh, 2005). El objetivo de este trabajo consistió en formular y evaluar diferentes medios de cultivo para el crecimiento y esporulación de tres cepas de hongos de *Arthrobotrys sp.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento, purificación y mantenimiento de los cultivos.

Se aislaron tres cepas de *Arthrobotrys* sp. de nemátodos presentes en raíces de plantas de jitomate en siembra en campo en el estado de Guanajuato. El aislamiento se llevó a cabo por el método descrito por Duddington (1955) con algunas modificaciones. Los cultivos puros de todos los aislamientos se realizaron recogiendo esporas de los conidios de las cepas aisladas con una aguja fina e inoculados en medio agar-harina de maíz (agar 20 gr/L- harina maíz 20 gr/L) y los cultivos se mantuvieron en este medio a 28 °C por 15 días.

Evaluación del crecimiento y esporulación de *Arthrobotrys* sp. en diferentes medios de cultivo.

Se evaluaron cinco formulaciones de medios de cultivo de acuerdo al cuadro 1. Estos medios se prepararon en placas Petri (20 mL/placa), se inoculó un disco fúngico de 5 mm de diámetro de un cultivo de 15 días de crecimiento y se inoculó en cada placa Petri, se inocularon cinco placas Petri por cada cepa y por cada medio de cultivo como repeticiones por tratamiento. Las placas Petri previamente inoculadas se incubaron a 28 °C y el crecimiento radial del hongo se midió cada tercer día durante 21 días. Para evaluar la esporulación del hongo en cada medio de cultivo, se agregaron 5 mL de agua estéril a cada placa Petri, posteriormente se agitó la placa para separar las esporas y se recogieron las esporas con una pipeta con punta recortada, finalmente se realizó un conteo de esporas usando un hematocitómetro y se calculó el número de esporas/mL.

Cuadro 1. Formulación de medios de cultivo para evaluar el crecimiento y esporulación de cepas de *Arthrobotrys* sp.

Medio	Formulación
M1	PDA (Papa 20 g/L, Dextrosa 20 g/L, Agar 20 g/L)
M2	YGA (Extracto levadura 4 g/L, Glucosa 20 g/L, K ₂ HPO ₄ 20 g/L, MgSO ₄ ·7H ₂ O 0.5g/L, Agar 20 g/L)
M3	CA (NaNO ₃ 3g/L, K ₂ HPO ₄ 1 g/L, MgSO ₄ ·7H ₂ O 0.5g/L, KCl 0.5 g/L, FeSO ₄ ·7H ₂ O 0.01g/L, Sacarosa 30 g/L, Agar 20 g/L)
M4	YPSSA (Extracto de levadura 4 g/L, Almidón soluble 15 g/L, MgSO ₄ 0.5 g/L, Agar 20 g/L)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento y esporulación de *Arthrobotrys* sp. en diferentes medios de cultivo.

En los cuadros 2 y 3 se presenta el crecimiento radial y la esporulación de los tres aislados de *Arthrobotrys* sp. en los cinco diferentes medios evaluados. De los cinco medios probados, el medio SDA fue el de mejor crecimiento en dos aislamientos (A y B). El medio PDA fue el mejor para el crecimiento del aislado C. Mientras que los medios YGA, CA y YPSS no fueron útiles en cuanto a estimulación de crecimiento radial, ya que en estos medios se presentaron los menores crecimientos (cuadro 2).

Respecto a la estimulación de la esporulación, los resultados muestran datos diferentes en cuanto a selección de medios de cultivo. De los cinco medios utilizados, solo los medios CA y YGA favorecieron la esporulación, sin embargo, el grado de esporulación varió dependiendo de cada cepa. De los tres aislamientos, el aislado C mostró la máxima esporulación en CA, seguido por YGA, mientras que los aislados A y B mostraron la máxima esporulación en medio YGA, seguido por CA (cuadro 3).

La variabilidad en el crecimiento radial y la esporulación de estos diferentes aislamientos de *Arthrobotrys* sp. en los cinco diferentes medios de cultivo puede atribuirse a las diferencias en el estado nutricional de los medios y a sus respectivos requerimientos nutricionales de cada cepa. En otro trabajo de evaluación del crecimiento de *Arthrobotrys dactyloides*, se demostró que el medio CA que contiene (NaNO₃ 3g/L, K₂HPO₄ 1 g/L, MgSO₄·7H₂O 0.5g/L, KCl 0.5 g/L, FeSO₄·7H₂O 0.01g/L, Sacarosa 30 g/L, Agar 20 g/L) fue el mejor para estimular la esporulación del hongo (Kumar *et al.*, 2005).

Cuadro 2. Crecimiento radial (mm) de las cepas de *Arthrobotrys* sp. después de 21 días de incubación.

Cepas	Crecimiento radial (mm)				
	M1 (PDA)	M2 (YGA)	M3 (CA)	M4 (YPSSA)	M5 (SDA)
A	52	50	52	41	63
B	56	48	50	40	65
C	80	51	56	45	51

Cuadro 3. Efecto de diferentes medios en la esporulación de tres cepas de *Arthrobotrys* sp.

Cepas	Esporas/ mL				
	M1 (PDA)	M2 (YGA)	M3 (CA)	M4 (YPSSA)	M5 (SDA)
A	1.0×10^3	1.2×10^5	2.2×10^4	1.0×10^3	1.1×10^4
B	1.5×10^3	2.1×10^5	2.0×10^4	2.0×10^3	1.0×10^4
C	1.8×10^3	2.0×10^4	3.0×10^5	2.0×10^3	1.0×10^4

Agradecimientos y fuente financiera

Los resultados son parte del proyecto fiscal del INIFAP “Aislamiento, identificación y evaluación de hongos entomopatógenos para el control de nemátodos fitoparásitos”

CONCLUSIONES

Se estudió la variabilidad en el crecimiento y esporulación de tres aislamientos de *Arthrobotrys* sp. en cinco medios de cultivo. El medio M5 (SDA) permitió el máximo crecimiento radial de los aislados A y B, mientras que el crecimiento radial del aislado C fue mejor en el medio PDA. Por otro lado, de los cinco medios probados, los medios CA y YGA favorecieron una mejor esporulación en los tres aislados (cuadro 2), lo que indica que los medios que estimularon el crecimiento radial difieren de los medios que estimularon de la esporulación. En un trabajo de continuación se buscarán aquellos medios que estimulen crecimiento radial y al mismo tiempo una mejor esporulación.

LITERATURA CITADA

- Barron, G.L. (1977). The nematode destroying fungi. Canadian biological publication Ltd., Guelph, Ontario.
- Dávila, L. and Clímaco H.J. (2005). Evaluación de la actividad biocontroladora de *Arthrobotrys* sp. y *Paecilomyces* sp. sobre *Meloidogyne javanica* in vitro y bajo condiciones de

- invernadero en crisantemo (*Dreodranthema grandiflora* Anderson) Agronomía Colombiana, 23 (1): 91-101.
- Galper, S.L., Stirling, G.R. and Smith, J.L. (1995). Simple screening methods for assessing the predaceous activity of nematode trapping fungi. *Nematologica* 41: 130-140.
- Kumar, D. and Singh, K.P. (2006). Assessment of predacity and efficacy of *Arthrobotrys dactyloides* for biological control of root knot disease of tomato. *J. Phytopathology*. 154(1): 1-5.
- Kumar, D., Singh, K.P. and Jaiswal, R.K. (2005). Screening of different media and substrates for cultural variability and mass culture of *Arthrobotrys dactyloides* Drechsler. *Mycobiology* 33(4): 215-222.
- Persmark, L. and Nordbring-Hertz, B. (1997). Conidial trap formation of nematode-trapping fungi in soil and soil extracts. *FEMS-Microbiol. Ecol.* 22: 313-323.
- Stirling, G.R., Smith, L.J., Licastro, K.A. and Eden, L.M. (1998). Control of root knot nematode with formulation of nematode trapping fungus *Arthrobotrys dactyloides*. *Biological Control* 11: 224-230.

DESARROLLO DE UN PANQUE NUTRITIVO DE MAÍZ AZUL CON MERMELADA DE JAMAICA Y BETABEL

Miguel Cruz Flandéz¹, Marlen Hernández Hernández^{2*}, Gabriela Aldazaba Jácome¹

¹Estudiante de Ingeniería en industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, ²Docentes Investigadoras del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. *Autor de correspondencia.

marlen.hh@teziutlan.tecnm.mx

RESUMEN

En la actualidad, el maíz es la principal base de la alimentación mexicana, este se puede presentar de diversas maneras, existen 64 tipos de razas diferentes en México, pero entre estas razas se pretende destacar a la del maíz azul, debido a que contiene grandes cantidades de antioxidantes además de aportar un alto valor nutritivo, en comparación con alguna otra raza. Desafortunadamente en los últimos años esta raza de maíz también conocido como criollo está a punto de desaparecer, esto debido a su falta de demanda por el público en general, es por ello que la producción de este es mínima en comparación con la del maíz blanco o el amarillo. Bajo esta problemática se parte de la idea de generar un proyecto para dar más demanda a este maíz y que a su vez el mismo sea más valorado y demandado por el público en general, es así que surge Cuxii un panque hecho a base de maíz azul con mermelada de Jamaica y betabel, compuesto por tres clases de harinas amaranto, avena y la más importante la de maíz azul, formando esto un alimento con grandes propiedades nutraceuticas. Este proyecto en la materia de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias en el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, el desarrollo del proyecto de investigación llamado Cuxii inició en el mes de febrero del año 2019 y culminó en diciembre del mismo año, se basó en el desarrollo de un nuevo producto para fomentar el consumo del maíz azul y apoyar al sector primario de producción del sistema agrícola.

Palabras claves: *Maíz Azul, Avena, Amaranto, pan, Funcional, Biocultural, Antocianinas*

ABSTRACT

At present, corn is the main basis of the Mexican diet, it can be presented in various ways, there are 64 types of different races in Mexico, but among these races it is intended to highlight the blue corn, because it contains large amounts of antioxidants in addition to providing a high nutritional value, compared to some other breed. Unfortunately, in recent years this breed of corn also known as criollo is about to disappear, this due to its lack of demand by the general public, which is why the production of this is minimal compared to that of white corn or the yellow. Under this problem, the idea is to create a project to give more demand to this corn and that in turn it is more valued and demanded by the general public, this is how Cuxii arises a pan made from blue corn with Jamaica jam and beets, composed of three kinds of flours amaranth, oats and the most important of blue corn, making this a food with great nutraceutical properties. This project on the subject of the Food Industries Engineering career at the Higher Technological Institute of Teziutlán, the development of the research project called Cuxii began in February 2019 and ended in December of the same year, it was based on the development of a new product to promote the consumption of blue corn and support the primary production sector of the agricultural system.

Keywords: *Blue Corn, Oats, Amaranth, Bread, Functional, Biocultural, Anthocyanin*

INTRODUCCIÓN

En México el maíz es la base de la alimentación y se consume de diversas formas, casi todas a partir del grano nixtamalizado; aporta el 60% de las calorías de la población, así como el 40% de las proteínas y es la principal fuente de calcio. La variedad de maíz azul posee gran cantidad de pigmentos antioxidantes y una calidad nutricional mayor que el maíz típico; blanco o amarillo. Su nivel de fibra es de los demás elevados comparados con el resto de los cereales. Contiene altos niveles de carbohidratos de fácil digestión y es rico en magnesio, antioxidantes y vitaminas (Salinas *et al.*, 2013).

A pesar de eso y con el paso del tiempo se ha determinado que la demanda de maíz amarillo y blanco es mucho mayor que la de maíz azul, eso quiere decir que probablemente en algunos años esta especie de maíz azul desaparezca. Hoy día en México son una parte básica de la dieta diaria. Por supuesto el empleo del maíz azul se ha limitado solo a la elaboración de tortillas y aun siendo así, este tipo de tortillas no se han comercializado. El objetivo es fomentar la producción y consumo de maíz azul, con la elaboración de productos alimenticios innovadores, saludables y nutritivos. Cuxii además de aportar beneficios nutricionales, mediante la transformación de la materia prima en un producto atractivo para el público, puede ser una alternativa que contribuye en la inversión destinada al maíz de color se eleven de manera significativa (Jiménez, 2010). La idea de Cuxii un panque diferente, creado para aumentar la demanda del maíz azul, pensando en utilizar las materias primas que no se han aprovechado industrialmente en la región, salvaguardando el patrimonio biocultural, impulsado por el concepto de slow-food, en donde se aprecia cada uno de los pasos del proceso para la elaboración de cualquier alimento, rechazando el concepto de fast-food, dando como resultado un producto saludable para los consumidores. Desafortunadamente, muchas variedades de maíz se encuentran en peligro, propensas a desaparecer debido a que se han descuidado pues estos granos son de baja rentabilidad, tienen características distintas en cuanto a la reología o porque son sensibles a ciertas condiciones medioambientales y plagas. Tal es el caso del maíz azul, que, si bien su producción ha repuntado en los últimos años, no es la variedad más producida a pesar de ser una de las especies con características nutraceuticas excepcionales, por su mayor contenido de fibra, carbohidratos de fácil asimilación y a que es una fuente extraordinaria de antioxidantes, particularmente de antocianinas (Ortega, 2007).

Maíz: Se utiliza en la dieta humana, como alimento forrajero o como insumo en la agroindustria. En México, 69% del maíz producido es destinado al consumo humano; 20% sector pecuario; industrialización 10%, y a la producción de semillas 1% (Salinas, 2010). La producción mundial de maíz durante 2010 fue estimada en 818 millones de toneladas, aproximadamente. Estados Unidos (320 mdt) es el principal productor, siguiéndole de muy lejos China (170 mdt) y la Unión Europea (55 mdt). En los últimos años, los avances genéticos

y la agroindustria moderna han desarrollado muchos OGM en laboratorios para ser liberados como productos de consumo masivo a nivel mundial (SlowFood, 2017).

Amaranto. Los estudios arqueo botánicos y las evidencias históricas confirman el origen americano de las especies productoras de amaranto (*Amaranthusspp*). El amaranto o alegría es una fuente importante de proteína, calcio, hierro y otros compuestos, elementos necesarios para la alimentación humana. Los análisis de la composición proximal de las harinas de las semillas de amaranto muestran que el contenido de proteína varía entre 13 y 18%, la grasa va de 6.3 a 8.1%, la fibra es de entre 2.2 y 5.8% y el contenido de cenizas es de 2.8 a 4.4%. (Mapes, 2015).

Avena. La avena (*Avena sativa L.*) es uno de los cereales más completos y saludables que existe ya que posee un sinfín de propiedades nutricionales. Es un alimento natural rico en fibras y en vitaminas, que aporta energía a partir de los hidratos de carbono complejos que contiene (Patrón, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales que se utilizaron para desarrollar el proyecto fueron las materias primas, el maíz azul que se transformó en harina, la harina de avena y la de amaranto, además de esto se utiliza harina pastelera de chocolate y vainilla, las cuales ayudan a darle un buen sabor al producto, esto es enfocado al desarrollo del pan, pero además de esto se utiliza azúcar, jamaica y betabel para desarrollar las mermeladas (glaseado). Quedando un producto nutritivo listo para comerse viéndose de la siguiente manera (Figura 1).



Figura 1. Elaboración de panque nutritivo de maíz azul con mermelada de jamaica y betabel.

Procedimiento. El producto se elabora con las siguientes Etapas que se describen a continuación:

La Fase de inicio.

Obtención de las harinas, de Para la harina de maíz azul (Zea mays): 1. Recepción de materia prima, 2. Selección y Limpieza del maíz azul, avena y amaranto 3. Lavado del grano de maíz con agua potable 4. Secado del grano en estufa tipo industrial a temperatura de 40 ° C durante, 6 horas para eliminar humedad 5. Molido de grano de maíz en licuadora tipo industrial, 6. Tamizado en tamizador de malla inoxidable hasta obtener el tamaño de partícula de apropiadamente 115 micras. 7. Empacado de harinas en bolsas de poli papel y almacenamiento a 20 °C.



Figura 2. Diseño de etiquetas para el empaque del producto.

Elaboración del pan se realizó de acuerdo con el siguiente procedimiento: 1. Recepción de materia prima 2. Pesado de ingredientes. Se pesan por separado de forma independiente la

harina de maíz azul, avena, y amaranto. Los demás ingredientes fueron pesados de acuerdo con la formula. 3. Mezclado de los ingredientes en mezcladora tipo industrial 4. Amasado homogéneo de la harina 5.- Moldeado. Se rellenan los moldes con la masa 6. Horneado a 250 ° C durante 20 minutos 7. Enfriado a temperatura ambiente, 8. Empacado y etiquetado.

Las variables evaluadas fueron:

- Determinación de Proteína método Kendal según la norma NMX-F-068-S1980.
- Determinación del contenido graso: extracción SOXHLET.
- Determinación de cenizas en alimentos NOM-F-066-S-1978.

Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer la información comercial y sanitaria que debe contener el etiquetado de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados de fabricación nacional o extranjera, así como determinar las características de dicha información.

RESULTADOS Y DICUSIÓN

El contenido de cenizas de las muestras de “Cuxii” fue de 1.354 %, de minerales los cuales pueden ser, Calcio, Fosforo, entre otros, pero igual se puede contener cierta cantidad de proteínas. El porcentaje (%) de cenizas en cada muestra varia debido al porcentaje (%) de humedad que contenía la muestra calcinada. Esto explicaría la gran variación en contenido de cenizas. El contenido de cenizas de las muestras de “Tía Rosa” fue de 1.121 %, lo que nos indica que las muestras de “Cuxii” tienen un porcentaje mayor que el de “Tía Rosa”. El resultado de este análisis fue de 13.9 % de contenido de proteína.

CONCLUSIONES

De acuerdo a todos los resultados obtenidos y la recopilación de información podemos decir que los objetivos se cumplieron, pues se realizaron análisis que comprueban que nuestro panque es saludable para los consumidores además de que este aporta propiedades que son muy benéficas para la salud como lo son los antioxidantes, así mismo podemos decir que la

harina compuesta de amaranto, avena y maíz es muy nutritiva y esto de la misma forma ayuda a que los productores de esta especie de maíz tengan una mayor demanda lo cual nos proporciona elevar las ganancias monetarias de los agricultores.

Agradecimientos

Al, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, el cual tiene la siguiente dirección: Fracción I y II S/N. Predio Aire libre, Teziutlán, Puebla.

LITERATURA CITADA

- Avila, F., Catañeda, Y., Massieu, Y., Noriero, L., & González, A. (2014). Los productores de maíz en Puebla ante la liberación de maíz genéticamente modificado. *Puebla Corn Producers and the Liberation og genetically Modified Corn*, 45-81.
- Badui, S. (2012). Alimentos funcionales. En S. Badui, *La ciencia de los alimentos en la práctica* (págs. 81-82). México: Pearson Educacion.
- Badui, S. (2012). Cereales. En S. Badui, *La ciencia de los alimentos en la práctica* (págs. 173174). México: Pearson educacion.
- Hernández, M. (21 de 12 de 2011). *El economista*. Obtenido de [https://www.eleconomista.com.mx/estados/Incrementaran-produccion-de-maizazul -en-Puebla-20111221-0064.html](https://www.eleconomista.com.mx/estados/Incrementaran-produccion-de-maizazul-en-Puebla-20111221-0064.html)
- Jiménez, A. (2010). Puebla; una estrategia para el campo. *Secretaria del Desarrollo Rural de Puebla*, 20.
- Mapes, C. (Julio de 2015). *Amaranto*. Obtenido de http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf
- Ortega, A. (2007). *UDLAP*. Obtenido de <https://contexto.udlap.mx/losproductos-vegetales-nativos-y-suatractivo-comercial-antioxidantes/>
- Patrón, M. (Julio de 2018). *Gacetilla de prensa*. Obtenido de Asociación Argentina: http://www.aadynd.org.ar/descargas/pre_nsa/gacetilla-julio18-aadynd.pdf

Salinas, Y. (2010). *Aprovechamiento y distribución de maíz azul en el Estado de México.*

Obtenido de file:///C:/Users/Mi%20PC/Downloads/FOLLETO%20TECNICO%20%20NO.%2042%20YOLANDA%20SALINAS.pdf

SlowFood. (12 de 05 de 2017). *SlowFood*. Obtenido de <https://www.slowfood.mx/ogm/>

DESCRIPCIÓN VARIETAL DE SEIS VARIEDADES SINTÉTICAS EN EMERGENCIA DE PLÁNTULA A FLORACIÓN FEMENINA Y MASCULINA

César Nicolás García López¹, J. Guadalupe García Rodríguez^{2*}†, Estéfana Alvarado Bárcenas², Davino Pérez Mendoza², Jesús Frías Pizano², Francisco Chablé Moreno².

¹Estudiante de agronomía TecNM-Roque, ²Profesor-Investigador TecNM-Roque. *Autor de correspondencia: jgarcía_2956@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar los días a emergencia y determinar las características de las primeras hojas de seis variedades sintéticas de maíz blanco. Los bajos rendimientos en Guanajuato se deben al empleo de semillas criollas (temporal), las semillas de los híbridos son caras, mientras que las variedades sintéticas son una opción a menor costo para los productores rurales. El estudio se realizó en el invernadero del TecNM-Roque (En-Mar, 2021), con semillas de seis variedades sintéticas nuevas (P-V, 2020), la siembra fue en camas intensivas, con cinco surcos de 20 semillas. El diseño experimental fue en bloques completos con distribución al azar, se establecieron 200 semillas por variedad, las variables evaluadas fueron: Nivel de antocianinas en vaina, Largo, Ancho y Forma de la primera hoja (V4) en base al Descriptor varietal (SNICS, 2014); Emergencia y Altura de planta. Los datos se sometieron a un ANAVA en el programa estadístico SAS (V 9.1), los tratamientos con diferencias estadísticas se aplicó la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05). Los resultados del ANAVA en Emergencia y Altura arrojaron diferencia estadística altamente significativa y significativa. La emergencia fue superior al 85% en todas las variedades, la altura de planta en dos variedades fue superior al resto de las VS. Con el empleo del descriptor varietal (2014) se obtuvo que el 33.3% de las variedades evaluadas presentaron antocianinas muy fuertes, el 16.6 % fuerte y el 50% débil, el largo y ancho de la hoja son muy anchas y largas, la relación de ancho y largo es muy grande, todas las variedades son de hojas puntiagudas en la primera hoja.

Palabras clave: *Emergencia, Altura de planta, Variedades sintéticas, Descriptor varietal, Maíz.*

ABSTRACT

The objective was to evaluate the days to emergence and determine the characteristics of the first leaves of six synthetic varieties of white corn. The low yields in Guanajuato are due to the use of creole seeds (temporary), the seeds of the hybrids are expensive, while the synthetic varieties are a productive option at a lower cost for rural producers. The study was carried out in the TecNM-Roque greenhouse (In-March, 2021), with seeds of six new synthetic varieties (P-V, 2020), the sowing was in intensive beds, with five rows of 20 seeds. The experimental design was in complete blocks with random distribution, 200 seeds were established per variety, the evaluated variables were: Anthocyanin level in pod, Length, Width and Shape of the first leaf (V4) based on the Varietal Descriptor (SNICS, 2014); Emergence and Height of the plant. The data were subjected to an ANAVA and applying tests of comparison of means to the treatments, in the statistical program SAS (V 9.1) and the treatments with statistical differences, the test of comparison of means (Duncan α 0.05) was performed. The results of the ANAVA in Emergence and Height yielded highly significant and significant statistical difference. The emergence was higher than 85% in all varieties, the height of the plant in two varieties was higher than the rest of the VS. With the use of the varietal descriptor (2014) it was obtained that 33.3% of the evaluated varieties presented very strong anthocyanins, 16.6% strong and 50% weak, the length and width of the leaf are very wide and long, the ratio of wide and long is very large, all varieties have pointed leaves on the first leaf.

Keywords: *Emergence, Plant height, Synthetic varieties, Varietal descriptor, Corn.*

INTRODUCCIÓN

En México, el maíz es importante por su valor económico, alimenticio, industrial y social; se siembran cerca de ocho millones de hectáreas (SIAP, 2019). Los estados con mayor producción son: Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Chihuahua, Guanajuato y México, en conjunto aportan el 61% de la producción (SIAP, 2019). De acuerdo a la SADER en el 2020, la producción de maíz grano tuvo un total 27 millones 707 mil 775 t, pero la producción de maíz estimado para el 2021, es de 28 millones 427 mil 436 toneladas (SADER, 2021). Para la

siembra se emplean varios tipos de semillas, desde criollas, híbridos, mestizos y variedades sintéticas (VS), estas son la primera generación avanzada de un híbrido múltiple que se conserva por selección masal (Jugenheimer, 1981, Márquez, 2009). Las VS son poblaciones de polinización libre derivada del entrecruzamiento de un grupo de líneas (Bernardo, 2002), presentan más variabilidad que un híbrido y se pueden adaptar a diferentes de ambientes (Sesmas, 2017), se puede emplear por varios años y es de mejor rendimiento que los criollos. La calidad de la semilla está determinada por componentes; genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios (Velázquez, 2014). En la calidad fisiológica de la semilla, se determina el nivel potencial del comportamiento de su establecimiento del cultivo en campo (germinación y emergencia).

La descripción varietal consiste en especificar los caracteres de la variedad vegetal y evaluar la identidad genética (DOF, 2011). La germinación es la reanudación de la actividad enzimática bajo condiciones favorables de humedad y temperatura. Los indicadores visuales de la germinación son: 1) emergencia de la radícula (de 2 a 3 días en lugares cálidos y de buena humedad) y puede también tardar (de una o dos semanas en suelos secos y frescos, $<10^{\circ}\text{C}$); 2) emergencia del coleóptilo, suele ocurrir entre y 12 días, depende de la temperatura del suelo; 3) emergencia de las raíces seminales laterales, a temperatura (32 a 35°C) y con humedad adecuada aparecen las tres estructuras en el mismo día (INTAGRI, 2016). El vigor se puede visualizar en el número de días a emergencia, son más vigorosas aquellas con buena área foliar, peso seco y longitud de raíz (Maguire, 1962). El objetivo fue evaluar seis variedades sintéticas de maíz blanco y obtener el descriptor varietal desde la emergencia floración femenina y masculina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el invernadero del TecNM-Roque, ubicado en el km. 8 Carretera Celaya-JR, en las Coordenadas 20°34'49.0"N de latitud Norte y 100°49'29.1"W de latitud Oeste (Google Maps, 2021) con una altitud de 1775 msnm, en Celaya, Guanajuato, la temperatura media es de 21°C y precipitación pluvial que varía de 600 hasta 1,000 mm anuales (García, 1973). Los suelos predominantes en la región son vertisol pélico crómico, son de textura arcillo arenosa, planos, de reacción ligeramente alcalina, fértiles y aptos para una gran variedad de cultivos.

Para la siembra de las semillas se preparó dos camas (bloques) con 1 m de ancho y 7 m de longitud, se aflojó el suelo a 30 cm de profundidad y se agregó materia orgánica estiércol (MO) 20 kgm², se niveló y la siembra fue de cinco surcos con 20 semillas por cada bloque por variedad. La fertilización fue 240-40-00 (N, P₂O₅, K₂O) (Pons *et al.*, 2013), debido a que la siembra fue en el invierno se registró temperaturas de 5 a 10 C por la noche, y durante el día de 19 a 36 C, retardando la germinación, la presencia de roedores se controló con cebo envenenado aplicando Furadan (Carbofuran) 1.0 Lha⁻¹, los riegos fueron frecuentes para mantener la humedad en capacidad de campo.

El diseño experimental fue en bloques completos con distribución completamente al azar, se establecieron 6 tratamientos: 1) Roque Nuevo Milenio (RNM); 2) Roque 2015-A (R2015A); 3) Roque 2015-B (R2015B); 4) Roque 2020 (R2020); 5) Roque Híbrido 2021 (R2021H); 6) Roque 2021 (R2021). Las variables evaluadas fueron: Emergencia de plántula (Emer de 9 a 18 días después de la siembra dds), Nivel de antocianinas (estado 12), Forma, Largo y Ancho de la primera hoja altura de planta (estado 14), Altura (Alt de 12 a 16 días), Floración masculina (FM) y femenina (FF), Peso de mazorca (PeMz), Estimación del rendimiento. Los datos muestreados se sometieron a un ANAVA en el programa SAS (V 9.1) y los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas se aplicó la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA para las variables Emer de los 9 a los 20 dds y Alt de los 12 a 16 dds presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), al respecto Sesmas (2017) menciona que las variables cualitativas y la emergencia son altamente influenciadas por la temperatura que afecta ampliamente esta variable. La prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05) obtuvo que la emergencia del R2020H, R2020, R2021 presentaron un rango de 7.1 a 9.9 plántulas a los 9 días, mientras que la VS de menor emergencia fue la RNM con un valor promedio de 6.7 plántulas, el muestreo a los 12 días siguen mostrando el mismo comportamiento; a los 15 días todas las variedades sintéticas no presentan diferencias significativas (ns), finalmente a los 18 dds los tratamientos R2021H, R2020 y R2015B fueron superiores estadísticamente con el resto de las variedades en evaluación, la variedad R2021 y RNM fue el de menor cantidad de plántulas emergidas con valor promedio de 18.1 plántulas germinadas. Todas las variedades a los 15 días presentaron un rango de emergencia de 83.5 a 89.5%, mientras que a los 18 días fue de 90.5 a 97.5%, valores que indican que las semillas se encuentran en los rangos de aceptación para su comercio y aseguran una buena emergencia a los productores rurales. Investigaciones de Guacho (2014) al evaluar 10 poblaciones, su emergencia fue de 15 días, en esta investigación se prolongó hasta 18 días, debido a que la siembra se realizó en la época de invierno. La floración femenina presentó un rango de 64 a 81 dds; mientras que la floración masculina de 67 a 82 dds, siendo la más precoz la variedad sintética RNM y la más tardía la R2021 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05), desde emergencia hasta V4, en variedades sintéticas de maíz blanco.

VS	Trat	Emer9	Emer12	Emer18	Alt12	Alt16	Alt20	FF	FM	PeMz
R2021H	5	10.9 a	16.4 a	19.5 ab	5.3 b	10.9 ab	16.1 b	67.6 d	70.6 d	199.3 b
R2020	4	9.9 a	15.8 a	19.2 ab	5.6 a	10.8 ab	15.4 b	75.5 b	78.3 b	199.2 b
R2021	6	9.7 a	14.7 ab	18.1 b	5.5 a	11.0 ab	16.7 b	81.0 a	82.5 a	227.4 a
R2015 A	2	8.1 b	15.0 ab	18.5 a	4.3 b	9.0 c	14.1 c	71.3 c	71.8 c	189.9 b
R2015B	3	7.3 bc	15.4 ab	18.9 ab	5.4 a	11.2 a	18.4 a	71.6 c	72.1 c	188.1 b
RNM	1	6.7 c	13.5 b	18.1 b	4.9 a	10.1 b	15.7 b	64.5 e	67.5 e	197.5 b

Los valores en la misma columna con la misma letra, son estadísticamente iguales, VS = Variedad sintética, R2021H = Roque 2021 H, R2020 = Roque 2020, R2021 = Roque 2021, R2015A = Roque 2015A, R2015B= Roque 2015B, RNM = Roque Nuevo Milenio, FF = Emer9=Emer a los nueve días, Emer12=Emergencia a los doce días, Emer18=Emer a dieciocho días, Alt12=Altura de planta a los doce días, Alt16=Altura de planta a los dieciséis días, Alt20=Altura de planta a los veinte días, Floración femenina (días), FM = Floración masculina (días), PeMZ = Peso de mazorca (g).

La descripción varietal de las seis VS, se determinó en base a la coloración de las vainas por presencia de antocianinas; las variedades Roque Nuevo Milenio (RNM) y R2015A presentaron una coloración Muy fuerte, lo que representan un 33.3%; las VS (R2015B), (R2020) y (R2021) su coloración es débil; finalmente la (R2021H) de coloración de vaina fuerte con un 16.5 % de las VS evaluadas. Para el largo de la primera hoja se obtuvo en todas las VS presentaron como primera hoja como muy largas SNICS (2014), donde establecen la consideración de hoja muy larga a partir de 5.5; para el ancho se consideran muy anchas las hojas con valores igual o mayor a los 1.7 cm; y al realizar la relación entre el largo y ancho todas las VS son muy grande ya que los valores son igual o mayores a 6 cm, finalmente en la forma de la punta todas las VS resultaron ser puntiagudas (Cuadro 2). Al respecto Sesmas (2017) mencionan que las variedades sintéticas de (maíz blanco) evaluadas en Úrsulo Galván, Veracruz, en la coloración de antocianinas fue media, de longitud de hoja media y de entre largo y ancho con relación pequeña de acuerdo al SNICS (2014).

Cuadro 2. Descripción varietal de seis variedades sintéticas, generadas en el TNM-Roque (P-V, 2020), de acuerdo con el descriptor SNICS (2014).

Variable / Trat	R2015A	R2015B	R2020	R2021	R2021TH	RNM
Col/vaina/antocian	9 Muy fuerte	9 Muy fuerte	3 Débil	3 Débil	7 Fuerte	3 Débil
Lar/prim hj (cm)	9 Muy larga	9 Muy larga	9 Muy larga	9 Muy larga	9 Muy larga	9 Muy larga
Ancho/prim hj (cm)	5 Muy ancha	5 Muy ancha	5 Muy ancha	5 Muy ancha	5 Muy ancha	5 Muy ancha
Rel. lar/anc/prim hj	9 Muy grande	9 Muy grande	9 Muy grande	9 Muy grande	9 Muy grande	9 Muy grande
For/punta/prim hj	1 puntiaguda	1 puntiaguda	1 puntiaguda	1 Puntiaguda	1 Puntiaguda	1 Puntiaguda

Las variables evaluadas fueron de acuerdo al descriptor varietal de maíz del SNICS (2010), Los números del 1-9 corresponden a los asignación del descriptor del SNICS (2010), Col/vaina/antocian = Coloración de la vaina por antocianinas, Lar/prim hj = Largo de la primera hoja (cm), Ancho/prim hj = Ancho de la primera hoja (cm), Rel. lar/anc/prim hj = Relación largo y ancho de la primera hoja (cm), For/punta/prim hj = Forma de la punta de la primera hoja.

Los valores del largo de la primera hoja fueron de los 15 cm a 17.9 siendo muy largas, en cuanto a el ancho de la hoja los resultados fueron de 1.7 a 1.8 cm presentando hojas muy anchas, y su relación arrojó ser muy grande, los valores medios de esta investigación no coinciden con Sesmas (2017). En el rendimiento estimado se obtuvo que todas las VS presentan rendimientos superiores a los 10.69 tha^{-1} , por lo que representan una opción de semilla para la producción de Maíz en el Bajío Guanajuatense en zonas de temporal (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción varietal de seis variedades sintéticas, generadas en el TNM-Roque (P-V, 2020), de acuerdo con el descriptor SNICS (2014).

Variable / Trat	R2015A	R2015B	R2020	R2021	R2021TH	RNM
Lar/p hj (cm)	15.4±1.33b	16.2±2.2ab	16.9±0.42ab	17.88±1.73 a	15.8±1.40b	15.7±1.98 b
Anc/p hoja (cm)	1.8±0.14 a	1.8±0.09 a	1.7±0.24 a	1.7±0.2 a	1.7±1.13 ^a	1.8±0.22 a
Rel. lar/anc/p hj	8.2±0.78 c	8.8±1.28 bc	9.5±0.99 ab	10.0±1.22 a	9.0±0.86bc	8.7±1.27 bc
Rendimiento tha ⁻¹	14.26	10.69	11.99	13.37	12.98	12.09

Las variables evaluadas fueron de acuerdo al descriptor varietal de maíz del SNICS (2014), Lar/p hj (cm) = Largo de la primera hoja, Anc/p hoja (cm) = ancho de la primera hoja, Rel. lar/anc/p hj = relación largo y ancho de la primera hoja (cm).

La emergencia de las seis VS, presentaron un retraso de uno a dos días, por efecto de bajas temperaturas al momento de la siembra que fueron de 7 a 29 C; sin embargo, la siembra en el invernadero promovió una mejor emergencia. A los 15 días de la siembra de las semillas de maíz de las seis variedades sintéticas, no presentó diferencias estadísticas (ns) en la emergencia (%); las VS: RNM, R2015A y R2015B, presentaron un menor desarrollo al compararse con R2020, R2021H, R2021 estas con mayor desarrollo.

Las VS presentan una mayor variabilidad comparadas con las híbridas, Pecina (2008) menciona las poblaciones de VS pueden variar en función del estrés o de altas temperaturas, en este sentido Diederichsen y Williams (2001) mencionan que la altura de la planta está altamente influenciada por la temperatura. Los datos de la descripción varietal permiten conocer las características de las nuevas variedades sintéticas R2015A y RNM, registradas en el TNM-Roque con los registros MAZ-2285-140521 y MAZ-2286-140521, permite al TNM-Roque realizar la siembra y comercio de las semillas de ambas variedades, mismo que se ha llevado a cabo con el apoyo económico del Cuerpo académico: Agricultura sustentable y su aprovechamiento con clave ITRoque-CA-8.

CONCLUSIONES

La emergencia inicio a los nueve días donde alcanzó un 50% de las VS evaluadas; a los 15 días de la siembra todas VS obtuvieron más del 85 porciento.

En la VS Roque 2015B presentó la mayor altura, mientras que la VS Roque 2015A fue la de menor desarrollo de planta.

Todas las plantas de las VS presentaron un 100% de pigmentación de antocianinas. La VS Roque NM y Roque 2015A con coloracion muy fuerte, mientras R2021H de pigmentación fuerte, las restantes con pigmentacion débil.

En todas las plantas de las VS las hojas son muy largas y muy anchas, su relación largo/ancho fue muy grande. Su forma en las seis VS son puntiagudas.

Estas variedades sintéticas repersentan una opción de semillas más baratas para los productores rurales con escasos recursos económicos.

Agradecimientos

Se agradece al apoyo del Cuerpo académico: Agricultura sustentable y aprovechamiento del TNM-Roque (ITROQUE-CA-8).

LITERATURA CITADA

Bernardo, R. (2002). Breeding for quantitative traits in plants. Stemma Press, Woodbury, MN.
Diederichsen, A. y Williams, D.J. (2001). La caracterización de germoplasma agrobotánica en la Avena sativa en los recursos de los genes de plantas de Cánada. Agriculture y Agri-food Cánada, Sakastoon, Cánada, Ciencia lugar 107.

- DOF, Diario Oficial (2011). Reglamento de La Ley Federal De Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Disponible en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5207725&fecha=02/09/2011.
- Guacho, A. E.F. (2014). Caracterización agromorfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo. Tesis de licenciatura Riobamba, Ecuador. p. 61.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (adaptación a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de UNAM, D.F. México. 264 p.
- INTAGRI. (2016). Los procesos de germinación y emergencia en el cultivo de maíz. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/cereales/procesos-de-germinacion-y-emergencia-en-el-cultivo-de-maiz>.
- Jugenheimer, R. W. (1981). Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. 1981. Editorial Limusa, S. A. México, D. F., 481 p.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergences and vigor. Crop Sci.
- Márquez, S, F. (2009). De las variedades criollas de maíz a los híbridos transgénicos. II: La Hibridación. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 6 (2):161-176.
- Pons H, J.L., Terrón, I.A.D., Paredes, M.R. y Medina, C.T. (2013). Guía para la producción de maíz. Guía para la producción de maíz, frijol, trigo y sorgo. Libro técnico No.4 INIFAP-CIRCE. Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto. Mexico.
- Pecina-M, J. A. (2008). Diversidad genética y potencial de poblaciones criollas de maíz del Centro Sur de Tamaulipas, México. Tesis de posgrado, Colegio de Posgraduados Montecillos México, 98 p.
- SNICS, Carballo, A., Ramírez, M., Hernández, R., Andrade, J., Sánchez, F., Valdés, G., Gómez, J., Vallejo, P., Andrade, H., Virgen, J., Calderón, A., Ramírez, R., Castillo G., Jerónimo, G. (2014). Guía Técnica para la Descripción Varietal de Maíz. 10.13140/RG.2.2.12433.22883.
- SADER. (2021). Estimación de la Agricultura en crecimiento de 2.6 por ciento en la producción de maíz grano. Comunicado. (Prensa) Recuperado el 5 de Octubre de 2021, de SADER GOB MX: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/estima-agricultura-crecimiento-de-2-6-por-ciento-en-la-produccion-de-maiz-grano-en-ano-agricola-2021?idiom=es>.

- SAS Institute. (2003). SAS/STAT user's guide Release 9.1. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Sesmas, A.D.A. (2017). Descripción varietal (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en fase experimental. Tesis de Licenciatura de la UAAAN, 78 p.
- SIAP, Servicio Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019). Disponible en www.siap.gob.mx (Septiembre 2020).
- Velázquez, H. (2014). Estudio fisiológico en familias prolíficas de un lote de producción de semilla de la variedad de maíz JAGUAN. Tesis de posgrado, Especialidad en Granos y Semillas. UAAAN. Saltillo, Coahuila. pp.13.

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES MÍNIMAS DE GERMINACIÓN PARA EL MALTEADO ARTESANAL DE SORGO

Daniel A. Jiménez-Paredes¹, José Luis Zárate-Castrejón^{1*}, Talina O. Martínez-Martínez² y Ramón Huerta-Zurita²

Universidad de Guanajuato. División de Ciencias de la Salud e Ingenierías. Sede Mutualismo¹, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío², *Autor de correspondencia: jl.zarate@ugto.mx.

RESUMEN

Se ha determinado que el consumo de sorgo se ve limitado por la presencia de proteínas llamadas kafirinas que mantienen menores cantidades de aminoácidos esenciales y presentan baja digestibilidad por su resistencia a la acción de la actividad de la pepsina. Por ello, diversos autores han propuesto el malteado del grano que permite la modificación y degradación de proteínas en péptidos y aminoácidos fácilmente absorbidos. Uno de los problemas que se tiene al maltear granos es que requiere de equipo especializado para mantener las condiciones óptimas de humedad y temperatura para garantizar la germinación y baja incidencia de hongos fitopatógenos, situación que hace que los pequeños productores no se beneficien de esta tecnología. Bajo esta situación, en este trabajo se determinaron las condiciones mínimas para maltear grano de sorgo de forma artesanal y hacerla al alcance de pequeños productores. Se encontró que al desinfestar los granos en una solución de NaClO₂ 0.2% por 30 min y el sumergimiento en agua a 45°C por 20 min, posterior a un choque térmico con agua a 4°C se logró controlar el crecimiento de hongos a temperatura ambiente y al mismo tiempo se obtuvo un porcentaje de germinación de más del 70 %. La tecnología se presentó para su validación a artesanos del municipio de Comonfort. Estos resultados se utilizarán para poner la tecnología a disposición de los usuarios que no cuentan o tienen limitada tecnología.

Palabras clave: *Calentamiento, choque térmico, hongos fitopatógenos, porcentaje, tiempo de remojo.*

ABSTRACT

The sorghum consumption is limited to presence of proteins called kafirins which maintain lower amounts of essential amino acids and have low digestibility due to their resistance to the action of pepsin activity. For this reason, various authors have proposed the malting of the grain allows the modification and degradation of proteins into easily absorbed peptides and amino acids. One of the problems of this process is the specialized equipment to maintain optimal humidity and temperature conditions to germination and a low incidence of phytopathogenic fungi, a situation that means that small producers do not benefit from this technology. Under this situation, in this work the minimum conditions were determined for malting sorghum grain in an artisanal way and making it available to small producers. It was found that by disinfesting the grains in a 0.2% NaClO₂ solution for 30 min and immersion in water at 45 ° C for 20 min, after a thermal shock with water at 4 ° C, it was possible to control the growth of fungi at temperature environment and the same time a germination percentage of more than 80% was obtained. These results will be used to make the technology available to users who do not have or have limited technology.

Keywords: *Heating, heat shock, percentage, phytopathogenic fungi, soaking time.*

INTRODUCCIÓN

El sorgo es un cultivo que presenta un alto potencial como alimento humano, además presenta condiciones de tolerancia a la sequía y acame (Montes-García *et al.*, 2010). En países del continente asiático y africano los granos de este cultivo suelen emplearse para la elaboración de papillas de consistencia ligera o pesada, couscous, crepas, alimentos fermentados, cerveza, así como productos de panificación (Dicko *et al.*, 2006). No obstante, el sorgo se ha asociado a problemas de nutrición por la escasa presencia de aminoácidos esenciales, incluidos la lisina, triptófano y metionina (Montes-García *et al.*, 2010). Una de las alternativas para aumentar la digestibilidad de proteínas en sorgo es el malteo, que aumenta el valor nutritivo y la reducción de compuestos antinutricionales (Onyango *et al.*, 2013); sin embargo, la tecnología con la que se realiza este proceso es especializada, lo que significa que pocos

procesadores y productores tiene acceso a ella, por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones mínimas para maltear grano de sorgo de forma artesanal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron semillas de siete variedades de sorgo cultivadas en INIFAP Campo Experimental Bajío, seis variedades de sorgo blanco (Gaviota, Fortuna, Costeño, M16, Matinal y Paloma) y una variedad de sorgo rojo (Gavatero).

Germinado y malteado del sorgo

Se utilizaron 100 semillas de cada variedad de sorgo, se lavaron con detergente y a continuación se realizó un enjuague con agua, se sometieron las semillas en una solución de hipoclorito de sodio 0.2% por 30 min, al término de este tiempo estas se sumergieron en agua a 45°C por 20 min, posteriormente se llevó a cabo un choque térmico con agua a 4°C, al finalizar este paso se colocaron las semillas en agua a temperatura ambiente por 20 min, al terminar este proceso se dejaron embeber por 24 h a temperatura ambiente. Pasado el tiempo, se colocaron en charolas de panificación con un soporte de papel húmedo y se dejaron germinar por 72 h a temperatura ambiente. El secado se realizó en una estufa de convección bajo una temperatura de 60 °C por 21 h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que el sorgo Fortuna obtuvo el mayor porcentaje de germinación con un 74%. Las variedades Costeño y Paloma presentaron un porcentaje de germinación de 72% y 69%, respectivamente. Las variedades M-16, Matinal, Gaviota y Gavatero presentaron porcentajes de germinación de 55%, 50%, 50% y 63% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos de germinación transformados con la función arcoseno de las diferentes variedades de sorgo

	24 h	48 h	72 h
Fortuna	42.880 ± 2.556 ^a	45.455 ± 5.721 ^a	49.228 ± 9.221 ^a
Gaviota	26.775 ± 3.262 ^b	28.083 ± 3.890 ^b	30.040 ± 3.421 ^c
Costeño	42.148 ± 3.836 ^a	46.105 ± 2.703 ^a	46.105 ± 2.703 ^{ab}
Gavatero	32.155 ± 6.072 ^{ab}	39.308 ± 6.897 ^{ab}	39.308 ± 6.897 ^{abc}
Matinal	23.065 ± 6.291 ^b	29.665 ± 9.108 ^b	31.008 ± 9.308 ^c
M-16	31.580 ± 7.947 ^{ab}	34.165 ± 5.067 ^{ab}	34.845 ± 4.731 ^{bc}
Paloma	41.385 ± 3.954 ^a	43.683 ± 3.004 ^a	43.683 ± 3.004 ^{abc}

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Los resultados que se obtuvieron difieren con algunos autores como Gallardo *et al.* (2018) quienes reportaron 88.7% de germinación, en tanto, Ruiz-Sánchez *et al.* (2018) obtuvieron un 98% de germinación a las 96 h. Uno de los principales factores que afectan la germinación de la semilla es el tamaño (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2018), en este caso no se consideró la selección de las semillas de un mismo tamaño sólo completas, sin manchas que indicaba presencia de hongos, semillas vanas.

La metodología fue presentada a artesanos del municipio de Comonfort, quienes evaluaron el proceso de germinación con dos materiales, uno comercial que se vende en las casas semilleras de la región y la variedad Gaviota, se observó que el segundo sorgo presentó mejor germinación en comparación con el comercial (Figura 1). Los resultados obtenidos pueden aplicarse para productores de baja escala o artesanos.



Figura 1. Validación de la tecnología por artesanos de Comonfort, Guanajuato.

CONCLUSIONES

La variedad Fortuna presento un porcentaje de germinación de 74%.

La tecnología que se desarrollo es aplicable bajo las mínimas condiciones de equipo y puede ser transferida a productores pequeños o artesanos.

Agradecimientos

El presente trabajo fue desarrollado con recursos otorgados a través del proyecto fiscal del INIFAP Desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de sorgo para consumo humano, No. SIGI 147163790.

LITERATURA CITADA

- Montes García, N., García Gracia, M.A., Castillo Tovar, H., Pecina Quintero, V., Anaya López, J.L. (2010). Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] blanco: alternativa para la alimentación humana. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Folleto Técnico Núm. 45. 42 p.
- Dicko, M.H., Gruppen, H., Traoré, A.S., Voragen, A.G.J. and van Berkel, W.J.H. (2006). Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *Afr. J. Biotechnol.* 5(5):384-395
- Onyango, C., Ochanda, S., Mwasaru, M., Ochieng, J., Mathooko, F. and Kinyuru, J. (2013). Effects of Malting and Fermentation on Anti-Nutrient Reduction and Protein Digestibility of Red Sorghum, White Sorghum and Pearl Millet. *J. Food Res.* 2(1):41-49.
- Gallardo, I., Boffill Rodríguez, Y., Rega López, L., Pino Hurtado, M. S., Padrón, Y. R., & Pentón, M. P. (2018). Perfeccionamiento del proceso de malteado de sorgo UDG-110 en la elaboración de bebidas para enfermos celíacos. *Centro Azucar*, 45, 46–58. <http://centroazucar.uclv.edu.cu>.
- Ruiz-Sánchez, M., Muñoz-Hernández, Y., Guzmán, D., Velázquez-Rodríguez, R., Díaz-López, G., Martinez, A., & Almeida, F. (2018). Efecto del calibre semilla (masa) en la germinación del sorgo. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 51–59.

DIAGNÓSTICO DE LA GANADERÍA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DE COS, ZACATECAS

Ramón Gutiérrez Luna^{1*}, Guillermina Martínez Trejo²

¹Campo Experimental Zacatecas-CIRNOC-INIFAP, km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. ²Campo Experimental Valle de México-CIRCE-INIFAP, Carr. Los Reyes-Lechería, Texcoco, Estado de México. *Autor de correspondencia: gutierrez.ramon@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del diagnóstico fue recopilar información socioeconómica de las UPF y sus prácticas pecuarias con sus respectivos indicadores productivos, a fin de identificar oportunidades de mejora. Para la realización del diagnóstico se recurrió a un proceso participativo a unidades de producción familiar (UPF); los resultados permitieron capturar información y analizar problemáticas productivas, sociales, culturales y estructurales en el campo. Los cuestionarios fueron elaborados con un enfoque de cadena productiva. De los productores encuestados 3.27% son mujeres y 96.7% son hombres; con una edad promedio de 58 años. El 75% de los productores hace uso del agostadero para alimentar el pie de cría, el 95% los becerros y el 98% los vientres en desarrollo, así como los animales en finalización. El bajo potencial de indicadores zootécnicos fue atribuido a que el 34.6% expresó no tener acceso a ningún tipo de capacitación. En el aspecto reproductivo 23.4% reconoció que su ganado presenta baja fertilidad, atribuyendo un 74.46% por edad avanzada del ganado. El 69.39% de los productores realiza la aplicación de la vacuna denominada triple (Septicemia + carbón + edema).

Palabras Clave: *Prácticas pecuarias, UPF, sanidad, producción animal, organización de productores.*

ABSTRAC

The objective of the diagnosis was to collect socioeconomic information on UPFs and their livestock practices with their respective productive indicators, in order to identify opportunities for improvement. To carry out the diagnosis, a participatory process was used in family production units (UPF); The results made it possible to capture information and analyze productive, social, cultural and structural problems in the field. The questionnaires were prepared with a production chain approach. 3.27% of the surveyed producers are women and 96.7% are men; with an average age of 58 years. 75% of the producers use the pasture to feed the calves, 95% the calves and 98% the developing bellies, as well as the finishing animals. The low potential of zootechnical indicators was attributed to the fact that 34.6% expressed not having access to any type of training. In the reproductive aspect, 23.4% recognized that their cattle have low fertility, attributing 74.46% to the advanced age of the cattle. 69.39% of the producers carry out the application of the so-called triple vaccine (Septicemia + charcoal + edema).

Key Words: *Livestock practices, UPF, health, animal production, producer organization.*

INTRODUCCIÓN

El estado de Zacatecas cuenta con una superficie total de 7.5 millones de hectáreas, de las cuales, destina, alrededor del 70% a la producción ganadera bajo el sistema producto vaca-becerro (INEGI 1991).

La distribución del inventario ganadero en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, se compone de la siguiente manera, por orden de importancia: bovinos carne, bovino doble propósito, ovinos y caprinos. Las fortalezas que tiene la producción animal para esta región ecológica es contar con tierras aptas para la ganadería, presencia de especies vegetales de buena calidad forrajera, ubicación geográfica estratégica para movilización del ganado y cercanía a grandes centros poblacionales como la ciudad de Zacatecas o la posibilidad de movilizar su ganado a la frontera con Estados Unidos, para la venta de becerros. Sin embargo, SECAMPO (2016),

Menciona que hay factores que limitan el desarrollo del sector primario; dentro de los aspectos tecnológicos se encuentran: Baja calidad genética de los hatos, bajo desarrollo tecnológico, deficiente asistencia técnica y capacitación a productores, y procesos de producción poco sustentables. Con relación al aspecto social, un factor que limita es la edad de los productores ya que al menos 46% de ellos son mayores a los 60 años de edad, altos niveles de pobreza, bajo nivel educativo además de no contar con una organización de productores consolidada, finalmente desvinculados con el sector.

Dada la problemática que enfrenta el sector primario, la SADER (2019) a través de un Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER), pretendió abordar las necesidades de las diferentes unidades de producción familiar (UPF), a fin de mejorar las escalas económicas, mediante el fortalecimiento o creación de empresas rurales que permitan abordar de forma integral y sustentable las actividades económicas. Para ello el PRODETER contempló cuatro componentes del Programa de Desarrollo Rural (SEGOB, 2019):

- I. Desarrollo de capacidades, extensión y asesoría rural.
- II. Integración económica de las cadenas productivas.
- III. Fortalecimiento de las unidades de producción familiar.
- IV. Investigación y transferencia de tecnología.

El objetivo del diagnóstico fue recopilar información socioeconómica de las UPF y sus prácticas agropecuarias con sus respectivos indicadores productivos, a fin de identificar oportunidades de mejora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del diagnóstico se recurrió a un proceso participativo mediante una encuesta; los resultados permitieron capturar información y analizar problemáticas productivas, sociales, culturales y estructurales en el campo.

La encuesta fue diseñada por el INIFAP, y el SIAP diseñó una App móvil compatible con el sistema operativo Android; la encuesta estuvo estructurada por nueve módulos (SIAP, 2019). Los cuestionarios estuvieron dirigidos a las unidades de producción familiar y fueron elaborados con un enfoque de cadena productiva. Los resultados que se muestran en el presente trabajo, corresponden a los obtenidos en el PRODETER “El Buen Porvenir del semidesierto” ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas. El PRODETER estuvo integrado por cinco localidades; con un total de 38,191 hectáreas, distribuidas en tierras agrícolas y de pastizal (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de superficie por actividad y por comunidad en el PRODETER “El Buen Porvenir del Semidesierto”, Villa de Cos, Zacatecas.

Ejido	Comunidad	Área Parcelada (ha)	Uso Común (Agostadero (ha)	Total (ha)
Benito Juárez-San Ignacio	Sarteneja	3,034	8,235	11,269
Puerto de Sigala	Puerto de Sigala	923	10,128	11,051
La Abundancia	La Abundancia	3,469	6,648	10,297
	Flores Magón			
Mezquitillo	Mezquitillo	1,722	3,852	5,574
Total	5	9,328	28,863	38,191

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en campo.

La aplicación incluía una opción para la georreferenciación, lo cual permitió obtener la ubicación y captura de fotografías de cada UPF, en tiempo real. Se diseñó una hoja electrónica con el paquete Office Excel (Microsoft®) para analizar la información de los datos obtenidos en campo por medio de la aplicación, para la interpretación de la información a través de variables descriptivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 100% de los productores encuestados son propietarios del derecho de tierra que usufructúan, 3.27% son mujeres y 96.7% son hombres; con relación a su edad en promedio tienen 58 años, dentro del rango de 33 a 85 años. El nivel académico de los integrantes de las familias es el siguiente: 15.27% ninguno, 40.24% primaria, 25.95% secundaria, 11.45% preparatoria y 3.81% licenciatura. Respecto a las lenguas que hablan se identificó que el 4.58% de los integrantes de las familias de los productores encuestados hablan Akateko (Maya) la cual se registra que se habla en el vecino estado de San Luis Potosí. Con relación a las actividades económicas; el 24.5% de los productores se dedica al comercio, en actividades primarias 91.8% es ganadero y 96.71% complementa su actividad con agricultura y 1.63 % con servicios profesionales.

Con relación a la estructura del hato se identificó que existen en promedio 1.8 sementales, 19.5 vientres, 5.1 vaquillas, 3 vientres en desarrollo, 4 becerros por UPF. El 6.12% de los productores reportaron tener raza pura Beef Master, 73.47% cruza de Beef Master con ganado criollo o bien Pardo Suizo x Criollo, finalmente el 20.4% solo indicó tener ganado criollo.

Respecto al uso del agostadero, se registró que el 75% del pie de cría lo utilizó, así como el 95% de los becerros, 98% de los vientres en desarrollo y finalización respectivamente. Aunque las UPF no tienen praderas, entre 60 y 70% de los encuestados dijeron tenerla, con ello se refieren a ciertas áreas de reserva que ellos dejan para la época de estiaje. Y de nueva cuenta es el recurso forrajero del agostadero lo que fortalece a la actividad ganadera extensiva. Sin embargo, aunque los agostaderos son importantes en la producción extensiva (97%), estos son utilizados de manera continua, y al menos el 87% de ellos carecen de divisiones, ocasionando con ello, la degradación de los mismos; por lo que es importante, realizar el ajuste de carga animal y la definición de un sistema de pastoreo que optimice el uso del forraje según Alcalá-Galván (2018).

En cuanto a la comercialización se registró que la mayor cantidad de ganado comercializado es ganado de desecho (10.41%), mientras que de becerro destetado se vende el 83.33% del ganado y 6.25% de otros animales, además, el 100% de las ventas las realizan como ganado en pie.

Respecto a variables zootécnicas, el 49% de los productores indicaron que existen pocos partos, atribuyendo al menos en el 44% de los casos al aborto. En general, se recurre a la monta directa ya que el 30% expresó que la inseminación artificial es una práctica muy costosa. Por otra parte, el bajo potencial de indicadores zootécnicos fue atribuido a que el 34.6% dijo no tener acceso a capacitación. Con relación a la participación en campañas zoosanitarias el 75% de los productores participa en ellas y 24.5% no lo hace, destacando que, contra la tuberculosis bovina el 71.4% no atiende esta campaña; el 44.9% de los productores reportó presencia de garrapata. En la campaña contra detección de brucelosis el 42.85% de los productores se involucra. Respecto a la implementación de un programa de vacunación, el 71.4% expresó que lo tenía. Con relación a la aplicación de la vacuna denominada triple (septicemia + carbón + edema), el 69.39% de los productores la aplica. Respecto al control de la garrapata el 81.63% lo lleva a cabo; mediante baño garrapaticida (6.12%), aplicación en el lomo (14.29%) e inyectado (57.14%). El 93.87% no realiza diagnóstico contra parásitos internos y 57.14% los controla una vez al año, 30.61% lo realiza cada 6 meses y 12.25% no lo lleva a cabo. El 44.68% de los productores contestó que su ganado aborta y 12.76% dicen que su ganado tiene diarreas. En el aspecto reproductivo 23.4% reconoció que su ganado presenta baja fertilidad, atribuyendo un 74.46% por edad avanzada del ganado.

CONCLUSIONES

Existe déficit de forraje urgiendo el impulso de la producción de forrajes, así como la mejora del pastizal mediante el ajuste de carga animal, el pastoreo controlado e implementación de sistemas de pastoreo los cuales contribuirán de manera importante en la mejora de condiciones ecológicas y productivas de la ganadería extensiva.

En el aspecto de sanidad animal, es urgente poner atención para facilitar la presencia continúa de extensionistas veterinarios mediante programas de gobierno; pues, aún falta involucrarse un 25% de la población. Y los costos de servicios profesionales son caros. Se requiere esforzarse en mejorar la cultura del registro de información productiva, reproductiva y sanitaria; dado que, menos del 50% de la población la realiza.

En el aspecto de comercialización debe seguirse trabajando en la implementación de grupos de productores organizados como Unidades de Producción Rural (UPR), o cualquier otra figura administrativa o asociativa para compras o ventas consolidadas, así como otorgar valor agregado a sus productos mediante la generación de marcas regionales.

Agradecimiento

Se agradece al INIFAP y SADER por el apoyo económico y de infraestructura para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Alcalá-Galván, C. H., Barraza-Guardado, R. H., Ayala-Álvarez, F. y Rueda-Puente, O. (2018). Uso sustentable de agostaderos y el sistema vaca-cría en el noroeste de México. *Agronomía Mesoamericana*. 29 (2), 433-447. DOI: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29185>
- INEGI. (1991). VII Censo Agropecuario. Atlas Agropecuario. Zacatecas. México.
- SADER. (2019). PRODETER: un proyecto, una asociación, un caso de éxito. 2019. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/prodeter-un-proyecto-una-asociacion-un-caso-de-exito?idiom=es>. Consultado el 26 de octubre de 2021.
- SEGOB. (2019). Diario oficial de la Nación 28/02/2019. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5551593&fecha=28/02/2019. Consultado el 26 de octubre de 2021.
- SECAMPO. (2016). Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario 2011-2016. 35 pág.
- SIAP. (2019). Manual de Desarrollo Rural. 46 Pp. Ciudad de México, México.

DIFERENTES DOSIS DE MEGAFOL EN TOMATE TIPO UVA VARIEDAD SWEET HEARTS EN CALIDAD Y RENDIMIENTO EN INVERNADERO

Davino Pérez Mendoza^{1*}, Francisco Chablé Moreno¹ Jesús Frías Pizano¹, Estéfana Alvarado Bárcenas¹, J. Guadalupe García Rodríguez¹, José Ernesto Frías Ramírez², Oscar Eduardo Aguilar Velázquez³

¹Docente del TecNM-Roque, Km. 8 carr. Celaya-J. Rosas, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México,

²Docente del TecNM-Torreón, Carretera Torreón-San pedro km 75. Ejido Anna. CP. 27170, Torreón, México.

³Estudiante de Agronomía del TecNM-Roque; Autor de correspondencia: daperez@itroque.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación consistió en evaluar el efecto de la aplicación del aminoácido Megafol en la calidad y rendimiento de tomate tipo uva variedad Sweet Hearts. El experimento se llevó a cabo en el invernadero del TNM-Roque en el ciclo (P-V, 2019). Se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar, se realizaron cuatro tratamientos, se consideró dosis baja, media y alta recomendada por el producto, el testigo sin aplicación del producto. Las variables de calidad evaluadas fueron: Diámetro ecuatorial del fruto, diámetro Polar del fruto, grados brix, así como el rendimiento durante ocho cosechas. Se analizaron los datos con el programa estadístico SAS y prueba de comparación medias (Duncan α 0.05). Los resultados del ANAVA en el diámetro polar no presentaron diferencias significativas (ns), a excepción de la cosecha 5. Los mayores valores los presentó un el T3 durante el desarrollo del experimento. El diámetro ecuatorial, grados brix, así como rendimiento no presentaron diferencias estadísticamente significativas en el estudio; sin embargo, las dosis 17.5 y 15 mL de Megafol presentaron mayores valores de rendimiento.

PALABRAS CLAVE: *Aminoácidos, calidad, rendimiento, tomate Cherry.*

ABSTRACT

The effect of the application of the amino acid Megafol on the quality and yield of Sweet Hearts variety grape tomato was evaluated. The experiment was carried out in the TNM-Roque greenhouse in the cycle (P-V, 2019). It was established under a completely randomized experimental design, four treatments were carried out, it was considered low, medium and high doses recommended by the product and the control. The quality variables evaluated were: Equatorial and Polar diameter of the fruit, Brix degrees, as well as the yield during eight harvests. The data were analyzed with the SAS statistical program and means comparison test (Duncan α 0.05). The results of the ANAVA in the polar diameter did not present significant differences (ns), with the exception of harvest 5. The highest values were presented by T3 during the development of the experiment. The equatorial diameter, brix degrees, as well as yield did not present statistically significant differences in the study; however, doses 17.5 and 15 mL of Megafol showed higher yield values.

Keywords: *Amino acids, Grape tomato, quality, yield.*

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) también conocido como jitomate derivado de la lengua náhuatl de México. Es uno de los cultivos más populares y los de mayor extensión mundo, pero nativo de los Andes (Chile, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres, México es considerado como uno de los centros más importantes de domesticación de este cultivo, (Navarro, 2011).

Una forma de clasificar estos cultivos es por la forma de sus frutos, que son: tomate bola, tomate guajillo y tomate cereza y respecto al consumo el tomate bola se consume en ensaladas, hamburguesas y tortas debido a su tamaño y forma, el saladette el consumo es en guisos, puré salsas y el Cherry y uva o cereza el consumo es en repostería, ensaladas botanas y salsas, (Navarro, 2011).

Los suelos principales de las regiones donde se cultiva el tomate en México, son Calcisoles, los que se caracterizan por poseer pH de 7.8 a 8.7, menos de uno por ciento de materia orgánica (MO), la fracción arcilla es dominada por illitas y montmorillonitas y más del 25 por ciento de carbonatos de calcio, esto provoca fijación de cationes metálicos, como el fierro (Fe). Este micronutriente, es uno de los de mayor importancia en la nutrición vegetal, ya que interviene en la constitución química de la molécula de clorofila y forma parte de enzimas y sustancias metabólicas que intervienen en la fotosíntesis, pero, la falta de éste provoca el problema conocido como clorosis férrica. En muchas especies la clorosis es intervenal y en las hojas recientemente formadas se puede observar un patrón de finoreticulado, las venas más verdes contrastan notablemente contra un fondo verde ligero o amarillento (González, 2007).

El tomate uva, por su semejanza a la cereza ha venido a irrumpir con fuerza el mercado de frutas y hortalizas por las ventajas que representa ante el tomate tradicional. Su probable ancestro de esta variedad cultivada es la silvestre Cerasiforme (forma de cereza), que crece en forma espontánea en varias regiones tropicales o subtropicales del mundo, sea de forma controlada o accidental, (Montes de Oca, 2011).

El rendimiento y calidad de los frutos está influenciado por las condiciones ambientales, sin embargo, existen imprevistos que pueden afectar el cultivo, una alternativa puede ser el Megafol®, el cual es un producto que contiene vitaminas, aminoácidos y proteínas, betaínas y factores de crecimiento. La aplicación de Megafol potencia el desarrollo equilibrado y la productividad de la planta, al aplicarse en momentos de estrés (heladas, asfixia radicular, deshierbe, granizo), la acción sinérgica de las betaínas y los aminoácidos permite que las plantas superen el estrés de forma rápida y mejora su crecimiento (Valagro, 2021). El objetivo de la presente investigación consistió en evaluar el efecto de la aplicación del aminoácido Megafol en la calidad y rendimiento de tomate Cherry en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el ciclo (P-V, 2019) el sitio experimental se localiza en el TNM-Roque, con ubicación en el km 8 de la carretera Celaya- JR, Guanajuato, México. El sitio experimental se localiza ubica a una altura de 1760 msnm, Con ubicación geográfica de 20°34'51.7"N 100°49'40.2"W. Clima semiseco, con una temperatura media anual es de 18.4°C, (Moreno *et. al.* 217).

Para la evaluación se utilizó la Sweet hearths tipo uva la cual es la más utilizada en México por su fácil manejo y alta producción, es una variedad que se caracteriza por ser de crecimiento indeterminado, que es muy prolífico, planta de vigor medio, altamente productiva. En México es la variedad número uno de tomate tipo uva por su fácil manejo y alta producción. Principalmente se recomienda para cultivos en malla - sombra y/o invernadero, en donde expresa su mayor potencial de calidad y rendimiento. Sus frutos tienen el tamaño y sabor ideal para el mercado. Los frutos pesan de 8 a 14 gramos. Y sus contenidos de grados Brix oscilan de 8 a 10°, dándole un sabor y dulzura muy apreciada en el mercado. (Sakata, 2016). El sistema de riego utilizado fue por goteo con cintillas. Se aplicaron riegos cada tercer día con una duración de 30 minutos, aplicando la solución nutritiva Steiner misma que se da a conocer a continuación: (12 meq/L de NO₃, 1 meq/L de H₃PO₄, 7 meq/L de SO₄, 7 meq/L de K, 9 meq/L de Ca y 4 meq/L de Mg). (Castellanos, J. Z. 2009).

El establecimiento del cultivo se realizó la preparación de camas de cultivo con una separación de 50 cm entre surcos y de 40 cm entre en las cuales se instalaron las cintillas de riego, se hizo la instalación del sistema de riego con cintillas. El trasplante se realizó cuando las plántulas tenían cuatro hojas verdaderas y una altura de 15 cm, estableciendo el cultivo en un sistema a doble hilera. Labores culturales realizadas: eliminación de malezas, suministro de riego, control de plagas y el tutoreo fue un solo tallo, se eliminó los brotes axilares, se deshojó para evitar la competencia de asimilados con respecto a los órganos de interés.

El experimento se estableció con un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por cada tratamiento dando en total de 20 UE. Los tratamientos evaluados fueron: T1 Testigo (Sin aplicar), T2 Megafol 12.5 mL, T3 Megafol 15.0 mL y T4 Megafol 17.5 mL, considerando las dosis mínimas y máximas recomendadas para el producto. Los datos

del muestreo fueron realizados mediante el paquete estadístico SAS (v 9.1). Las variables evaluadas fueron, Diámetro Polar (DPol), (DEc), °Brix (GBx), Rendimiento (Rend) y Rendimiento (Rendtot). El Análisis de varianza (ANVA) se realizó mediante el análisis de datos con el paquete estadístico SAS (v9.1). realizando la comparación de medias mediante la prueba Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA para la variable de Diámetro Polar en tomate uva variedad Sweet Hearts, en siete de los muestreos de las cosechas realizadas no presentó diferencia significativa (ns), a excepción de la cosecha 5 DPolCos5 donde se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$). Mediante el agrupamiento de medias Duncan ($\alpha 0.05$) se observó que desde la cosecha 1 hasta la cosecha 8, los tratamientos 2 (12.5 mL) y el 3 (15 mL) muestran mayores promedios para esta variable, a diferencia del 1 (testigo) y el 4 (17.5 mL) donde solo presentaron entre 3 y 5 valores altos durante los 8 cortes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio de Diámetro Polar en tomate tipo uva variedad Sweet Hearts bajo condiciones de invernadero ciclo (P-V, 2019).

Valor Medio								
Trat.	DPolCos1	DPolCos2	DPolCos3	DPolCos4	DPolCos5	DPolCos6	DPolCos7	DPolCos8
1	30.558a	32.194a	28.762a	25.952a	24.176b	25.852a	24.592a	23.980a
2	31.124a	29.888a	29.200a	27.440a	28.882a	27.458a	23.430a	26.496a
3	30.112a	31.810a	30.780a	27.878a	27.634ab	30.056a	24.326a	26.654a
4	32.514a	30.014a	30.676a	26.662a	25.078ab	29.520a	24.140a	25.756a

Los valores medios de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales; DPolCos1= Diámetro Polar Cosecha 1, DPolCos2= Diámetro Polar Cosecha 2, DPolCos3= Diámetro Polar Cosecha 3, DPolCos4= Diámetro Polar Cosecha 4, DPolCos5= Diámetro Polar Cosecha 5, DPolCos6= Diámetro Polar Cosecha 6, DPolCos7= Diámetro Polar Cosecha 7, DPolCos8= Diámetro Polar Cosecha 8.

El mayor promedio (DPOICOS2) obtenido en este estudio, es menor al reportado por (Rodríguez, (2015), quien reportó promedio de diámetro ecuatorial para tomate uva de 36.91mm, en un experimento de poda en condiciones de invernadero. Sin embargo, el promedio obtenido en esta evaluación se encuentra dentro del rango especificado en la ficha técnica de la empresa productora de semilla (Sakata, 2016).

Respecto a la variable Diámetro ecuatorial, no se encontraron diferencias significativas (ns) (Cuadro 2). Los resultados de la prueba de comparación de media Duncan (α 0.05) se observó que desde la cosecha 1 a la 8 de los 4 tratamientos están agrupados en el mismo grupo estadístico, solo se puede considerar que el testigo presenta valores numéricos más bajos en comparación donde se aplicó el Megafol (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de Diámetro Ecuatorial en tomate tipo uva variedad Sweet Hearts bajo condiciones de invernadero ciclo (P-V, 2019).

Valor promedio								
Trat.	DEcCos1	DEcCos2	DEcCos3	DEcCos4	DEcCos5	DEcCos6	DEcCos7	DEcCos8
1	18.348a	19.696 a	20.256a	18.850a	18.268a	18.466a	17.474a	17.990a
2	19.962a	19.324 a	20.464a	19.850a	20.792a	19.968a	17.334a	19.186a
3	19.348a	20.168 a	20.892a	19.638a	20.062a	20.706a	18.008a	19.180a
4	20.550a	19.324 a	20.414a	18.582a	18.268a	18.490a	17.906a	18.784a

Los valores medios de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales; DEcCos1= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 1, DEcCos2= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 2, DEcCos3= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 3, DEcCos4= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 4, DEcCos5= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 5, DEcCos6= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 6, DEcCos7= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 7, DEcCos8= Diámetro Ecuatorial de Cosecha 8.

En un trabajo realizado en donde se evaluó el rendimiento y calidad de tomate uva variedad Sweet Hearts bajo dos sistemas de poda en condiciones de invernadero, se obtuvo una media de 26.94 mm de Diámetro Ecuatorial en Jitomate Cherry (Rodríguez, 2015), Los cuales son superiores a los obtenidos en esta investigación, donde se observó que el mayor valor fue de 20.89 mm. Los resultados del ANVA para la variable de Grados Brix durante las 8 cosechas no presentaron diferencias significativas (ns). Mediante el agrupamiento de medias (Duncan α 0.05) se observó que todos los resultados se agrupan en el mismo grupo estadístico, el tratamiento 3 fue el que presentó mayores valores numéricos comparado con el Testigo, seguido del tratamiento 4, que además presentó el mayor valor para esta variable en la tercera cosecha (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de ° Brix en tomate tipo uva variedad Sweet Hearts bajo condiciones de invernadero ciclo (P-V, 2019).

Valor promedio								
Trat.	GBxCos1	GBxCos2	GBxCos3	GBxCos4	GBxCos5	GBxCos6	GBxCos7	GBxCos8
1	9.6 a	7.8 a	9.3 a	8.8 a	8.6 a	8.1 a	8.6 a	8.3 a
2	9.8 a	8.7 a	9.3 a	8.6 a	8.8 a	8.4 a	7.7 a	8.6 a
3	9.3 a	8.3 a	9.3 a	9.9 a	8.9 a	8.5 a	9.0 a	8.9 a
4	8.7 a	8.6 a	10.0 a	8.7 a	9.0 a	8.6 a	8.6 a	8.6 a

Los valores medios de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales; GBxCos1= Grados Brix de Cosecha 1, GBxCos2= Grados Brix de Cosecha 2, GBxCos3= Grados Brix de Cosecha 3, GBxCos4= Grados Brix de Cosecha 4, GBxCos5= Grados Brix de Cosecha 5, GBxCos6= Grados Brix de Cosecha 6, GBxCos7= Grados Brix de Cosecha 7, GBxCos8= Grados Brix de Cosecha 8.

Respecto a grados brix la media general obtenido en este estudio fue de 8.8, este valor se obtuvo del promedio de todos los valores del cuadro 3) es superior a la reportada por Rodríguez (2015), quien obtuvo un valor entre 7.66 y 7.86 grados brix, en un estudio de poda en tomate cherry en condiciones de invernadero. Aunque los tratamientos 3 y 4 mostraron valores de 10.01 y 9.98, respectivamente mayores al promedio general, estos están dentro del rango de acuerdo a las características propias de esta variedad (Sakata, 2016).

En la prueba Duncan se observó que todo el rendimiento eta dentro del mismo grupo estadístico, excepto el tratamiento testigo que fue el que presento los valores más bajos. En otra oración... Los tratamientos que mostraron los mayores rendimientos fueron el T4 y T3 con 163.6 y 174.2 g, respectivamente, ambos en el tercer corte. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de rendimiento g/planta en Jitomate tipo uva variedad Sweet Hearts bajo condiciones de invernadero en el ciclo (P-V, 2019).

Valor Medio									
Trat.	Rend1	Rend2	Rend3	Rend4	Rend5	Rend6	Rend7	Rend8	RendTot
1	76.20 a	67.20 a	165.10 a	63.20 a	122.00 a	70.10 a	64.90 a	71.30 b	699.90 a
2	83.20 a	60.70 a	161.10 a	65.00 a	127.80 a	66.80 a	62.60 a	77.80 a	704.90 a
3	86.20 a	65.90 a	163.60 a	64.80 a	122.10 a	69.90 a	63.90 a	79.70 a	716.00 a
4	84.00 a	67.50 a	174.20 a	62.30 a	122.20 a	72.20 a	56.50 a	79.50 a	718.40 a

Los valores medios de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales; Rend1= Rendimiento de Cosecha 1, Rend2= Rendimiento de Cosecha 2, Rend3= Rendimiento de Cosecha 3, Rend4= Rendimiento de Cosecha 4, Rend5= Rendimiento de Cosecha 5, Rend6= Rendimiento de Cosecha 6, Rend7= Rendimiento de Cosecha 7, Rend8= Rendimiento de Cosecha 8, RendTot= Rendimiento Total (g)

En un trabajo realizado en donde se evaluó el rendimiento y fenología de tres genotipos de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero, se obtuvo una media de 750.5 g de tomate cherry, (Córdoba, *et al*, 2018). Lo que representa un rendimiento mayor al obtenido en la presente investigación (718 g).

CONCLUSIONES

Los resultados de la evaluación de aplicación de Megafol en tomate tipo uva variedad Sweet Hearts permitir concluir lo siguiente:

Se obtuvo buena calidad de fruto y los rendimientos totales al final de ciclo en el tratamiento 3 fue de 716.0 g y el del tratamiento 4 con un rendimiento total de 718.4 g, estadísticamente no presenta diferencias significativas.

La mejor dosis de Megafol para el diámetro polar y diámetro ecuatorial y el contenido de grados brix fue el tratamiento 3 fue el que tuvo los valores numéricos más altos.

La aplicación de este producto en tomate tipo uva incrementa los rendimientos comparados con el testigo, aunque se requiere realizar estudios de variables de calidad del fruto.

LITERATURA CITADA

- Castellanos. J. Z. 2009. Soluciones Nutritivas para el Cultivo de Tomate. Extraído de: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/soluciones-nutritivas-para-el-cultivo-de-tomate>.
- Córdoba, *et al*, 2018. Evaluación del rendimiento y fenología de tres genotipos de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero. 2011-2173-rcch-12-01-113.pdf (scielo.org.co).
- González. 2007. Efectividad Biológica de un Fulvato de Fierro en la Calidad y Producción de Tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Var. Red Cherry. TESIS TOMTE CHERRY PDF (uaaan.mx).

- Rodríguez, 2015. Evaluación del rendimiento y calidad de tomate uva variedad Sweet Hearts bajo dos sistemas de poda en condiciones de invernadero. emanticscholar.org/paper/Evaluación-del-rendimiento-y-calidad-de-tomate-uva-Calzada/2fd64aa199e120d972cf5b8e1accd460b399c333.
- Machado J. O., L. T. (2003). Desempenho de producao de cultivares de tomateiro tipo Cereja em diferentes espacamentos (CD). . Brasilia.: Hortic.
- Montes de Oca. 2011. El Cherry: la conquista del más pequeño y dulce de los tomates. Canales sensoriales. Distribucion hortofruticola. *El Cherry: la conquista del más pequeño y dulce de los tomates - Distribución hortofrutícola (interempresas.net)*.
- Moreno. 2017. CULTIVO IN VITRO DE EMBRIONES INMADUROS DE CRUZAS INTERPOBLACIONALES DE MAÍZ S2 CON EL EMPLEO DE BAP Y AIA. *vol5num1.pdf (somecta.org.mx)*
- Navarro. 2011. Producción de tomate saladette (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en una unidad de producción chaparrosa, de Villa de Cos, Zacatecas.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5258/T18611%20NAVARRO%20URBI>
- Valagro, 2021. Megafol. www.tacsa.mx/DEAQ/src/productos/1327_13.htm

EFFECTO DE (*Trichoderma*), ACTINOBACTERIAS Y ÁCIDO SALICILICO EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DE ÁRBOL

Braun Enrique Arcos-Flores¹; Bertha M. Sánchez-García¹; Daniel Rodríguez-Mercado¹; Ricardo Lóez-Yanez².

Luis P. Guevara-Acevedo^{1*}

¹Tecnológico Nacional de México Roque. Km 8 carretera Celaya-Juventino Rosas, AP. 508. CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Bajío, Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Se planteó como objetivo, evaluar el efecto de una cepa de *Trichoderma* (*T. asperellum*), tres cepas de actinobacterias (*S. mauvecolor*, *S. lassicapitis* y *S. olivochromogenes*) y ácido salicílico en parámetros agronómicos y de producción de chile de árbol. El experimento se realizó en el ejido de San Nicolás Cuiritzeo, municipio de Santa Ana Maya, Michoacán. El diseño experimental se estableció antes de la plantación. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, utilizando 4 bloques (tratamientos) y 5 repeticiones. Los tratamientos fueron: 1; *Trichoderma*. 2; Actinobacterias. 3; Ac. Salicílico y 4; Testigo comercial. La aplicación se realizó posterior al trasplante vía drench y después cada 15 días a excepción del tratamiento comercial a intervalos de 28 días. Los tratamientos consistieron en *Trichoderma asperellum* (cepa T5), combinación de actinobacterias; cepas B21 (*Streptomyces mauvecolor*), B22 (*Streptomyces lasiicapitis*), B37 (*Streptomyces olivochromogenes*) a dosis de 1×10^7 UFC, respectivamente, Ácido Salicílico a una concentración de 10^{-6} μ M y como Testigo Comercial (TC) Metalaxil-M (Tokat® Versa) 1.0 L ha⁻¹. El muestreo se inició a los 70 días después del trasplante, tomando de cada unidad experimental 10 plantas al azar, de las cuales se midieron parámetros agronómicos tales como: altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, número de botones, número de flores, número de frutos, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso fresco de fruto, peso seco de fruto. La aplicación de T5 aumento en al menos un 14% en todos los parámetros agronómicos evaluados, por lo que la aplicación de *Trichoderma asperellum* cepa T5 a dosis de 1×10^7 UFC actúa como un excelente promotor de

crecimiento en el cultivo de chile de árbol, aunado a la protección que confiere a la planta contra el complejo fúngico que ocasiona la secadera o marchitez del chile.

Palabras clave: *Marchitez, patógenos, Trichoderma.*

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of a strain of *Trichoderma* (*T. asperellum*), three strains of actinobacteria (*S. mauvecolor*, *S. lassicapitis* and *S. olivochromogenes*) and salicylic acid in agronomic and production parameters of chile de arbol. The experiment was carried out in the ejido of San Nicolás Cuiritzeo, municipality of Santa Ana Maya, Michoacán. The experimental design was established before planting. The experimental design used was randomized blocks, using 4 blocks (treatments) and 5 repetitions. The treatments were: 1; *Trichoderma*. 2; Actinobacteria. 3; Ac. Salicylic and 4; Commercial witness. The application was made after the transplant via drench and then every 15 days except for commercial treatment, at intervals of 28 days. The treatments consisted of *Trichoderma asperellum* (strain T5), a combination of actinobacteria; Strains B21 (*Streptomyces mauvecolor*), B22 (*Streptomyces lasiicapitis*), B37 (*Streptomyces olivochromogenes*) at doses of 1×10^7 CFU, respectively, Salicylic Acid at a concentration of 10^{-6} μ M and as Commercial Control (TC) Metalaxil-M (Tokat® Versa) 1.0 L ha⁻¹. Sampling began 70 days after transplantation, taking 10 random plants from each experimental unit, of which agronomic parameters were measured such as: plant height, stem diameter, number of branches, number of buttons, number of flowers, number of fruits, number of fruits, length of fruit, diameter of fruit, fresh weight of fruit, dry weight of fruit. The application of T5 increased by at least 14% in all the agronomic parameters evaluated, so the application of *Trichoderma asperellum* strain T5 at a dose of 1×10^7 CFU acts as an excellent growth promoter in the cultivation of chile de arbol, coupled with the protection it confers on the plant against the fungal complex that causes the drying or wilting of the chili.

Key words: *Pathogens, Trichoderma, wilt.*

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) es una especie hortícola de gran importancia por el valor de su producción. La importancia de este cultivo reside en que, al ser un cultivo intensivo, requiere una elevada cantidad de mano de obra, de 120 a 200 jornales por hectárea cosechada aproximadamente (Arroyo-Vargas, 2012).

Derivado de las prácticas realizadas por los productores han ocasionado que la marchitez del chile o secadera sea considerada como una de las principales enfermedades que afecta al cultivo del chile a nivel global, ocasionando pérdidas en la producción que van del 26% al 90%. Esta enfermedad es ocasionada por un complejo fitopatológico de *Fusarium* spp., *Phytophthora capsici*, *Verticillium* spp., *Macrophomina* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. y *Sclerotium rolfsii*, actuando de manera aislada o combinada (Ristaino, 1999; Velásquez *et al.*, 2001). Como consecuencia de la incidencia de esta enfermedad, la superficie sembrada ha disminuido o se ha desplazado a nuevas áreas (González *et al.*, 2004).

Existen diversas alternativas para el control de la enfermedad, donde se recomienda la implementación del control cultural como la rotación de cultivos (Lamour y Hausbeck, 2003), control genético con el uso de germoplasma resistente al principal complejo Fusarium-Rhizoctonia-Phytophthora-Pythium (Koc *et al.*, 2011; Babu *et al.*, 2011), control biológico rizobacterias antagonistas a *P. capsici* (Sang *et al.*, 2008; Sang y Kim, 2012); combinación de biofumigaciones y microorganismos antagonistas (Wang *et al.*, 2014); inoculaciones con hongos micorrízicos rizosféricos (Ozgonen y Erilic, 2007) por mencionar algunos y el control químico con aplicaciones de fungicidas (Chew *et al.*, 2008), siendo este último el más utilizado por los productores para combatir la problemática.

El objetivo del trabajo se centró en evaluar el efecto de *Trichoderma asperellum*, la combinación de 3 cepas de actinobacterias y, ácido salicílico en parámetros agronómicos y de producción de chile de árbol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 4 Tratamientos y 5 repeticiones. Para ello, días previos al trasplante se realizó el acondicionamiento y división de los bloques experimentales, donde cada bloque estaba conformado por 4 surcos de 12 m de longitud, se dejó un metro de calle entre bloques para evitar contaminación por tratamiento. Desde el trasplante se realizaron aplicaciones de los tratamientos y después a intervalos de cada 15 días, a excepción del tratamiento comercial, pues el producto indica aplicaciones a intervalos de 28 días.

Los tratamientos consistieron en *Trichoderma asperellum* (cepa T5), combinación de actinobacterias; cepas B21 (*Streptomyces mauvecolor*), B22 (*Streptomyces lasiicapitis*), B37 (*Streptomyces olivochromogenes*) a dosis de 1×10^7 UFC, respectivamente, Ácido Salicílico a una concentración de 10^{-6} μM y como Testigo Comercial (TC) Metalaxil-M (Tokat® Versa) 1.0 L ha⁻¹.

El primer muestreo se realizó a los 70 días después del trasplante, tomando de cada unidad experimental 10 plantas al azar de las hileras centrales de los 4 surcos, las plantas se etiquetaron con una cinta plástica para los próximos muestreos, de estas plantas se midió: la altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, número de botones, número de flores, número de fruto, longitud de frutos, diámetro de fruto y peso fresco de fruto y seco de fruto y biomasa de la planta.

Con los valores de los resultados de cada una de las variables evaluadas se sometieron a una Análisis de Varianza (ANOVA) con un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y un testigo comercial con 5 repeticiones, mediante el programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 2010) ($p \leq 0.05$), y cuando el ANOVA indico diferencias se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación en drench de activadores ecológicos y elicitores en plantas de chile de árbol afectan significativamente la altura de planta, número de botones, número de flores y número de frutos. No teniendo efecto en el diámetro de tallo y número de ramas (Cuadro 1). Al respecto Larios et al. (2019) reportaron que la aplicación de 1×10^{13} conidios mL^{-1} de *Trichoderma* sp. (Clombta) no tiene efecto en el diámetro de tallo de chile *Capsicum chinense*.

Cuadro 1. Cuadrado medio de las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, número de botones, número de flores y número de frutos por efecto de la aplicación de activadores ecológicos y elicitores en plantas de chile de árbol.

FV	G L	Cuadrado medio					
		Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de ramas	Número de botones	Número de flores	Número de frutos
Trata (T)	3	107.863**	0.7154 ^{ns}	0.606 ^{ns}	3552.27**	223.65**	1077.34**
Bloq(B)	4	181.023**	0.7419 ^{ns}	11.31**	875.18 ^{ns}	27.05*	277.50 ^{ns}
Muest (M)	3	1372.44**	2.4559*	2.956*	19024.34**	658.99**	22938.67**
T x M	9	16.65 ^{ns}	0.5622 ^{ns}	0.858 ^{ns}	1524.98*	118.90 ^{ns}	692.17**
T x B	12	97.87**	0.6420 ^{ns}	1.502 ^{ns}	1505.76*	112.53 ^{ns}	318.99**
E. E.	48	13.45	0.6328	0.919	676.39	68.82	171.22
Total	79	-	-	-	-	-	-

FV=Fuente de Variación, GL=Grados de Libertad, Trat=Tratamiento, Bloq=Bloque, Muest=Muestreo

Por otro lado, la implementación de los bloques en la evaluación de los parámetros agronómicos y de producción de chile de árbol por efecto de activadores ecológicos y elicitores afectaron significativamente ($P \leq 0.001$) a la altura de planta y número de ramas, y significativamente ($P \leq 0.005$) al número de flores; no teniendo efecto en diámetro de tallo, número de ramas y número de frutos. Las fechas de los muestreos de las variables en estudio

presentaron efectos altamente significativos ($P < 0.01$) para altura de planta, número de botones, número de flores y número de frutos. En el diámetro de tallo se observó un efecto significativo ($P < 0.05$), estos valores son similares a los reportados por Guijón et al. (2004) quienes observaron diferencias altamente significativas en las fechas de muestreo para altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y número de botones y flores por efecto de la aplicación de diferentes cepas de *Trichoderma* en plantas de chile.

La interacción de tratamiento por muestreo (T x M) y tratamiento por bloque (T x B) presentaron efectos similares teniendo alta significancia ($P < 0.01$) en el número de frutos, el efecto fue significativo ($P < 0.05$) en el número de botones, no se presentó efecto en el diámetro de tallo, número de ramas y número de flores. Difiriendo en la altura de planta en donde la interacción T x M no fue significativo y para T x B el efecto fue altamente significativo.

La aplicación de la cepa T5 de *T. asperellum* a dosis de 1×10^7 L ha⁻¹ en forma de drench, aumenta la altura de planta, número de botones, número de flores y número de frutos de plantas de chile de árbol, al observar los mayores valores con 44.62 cm, 92.07 botones, 21.79 flores y 34.01 frutos. El tratamiento que presentó el menor valor en todas las variables en estudio fue el testigo comercial con valores de 39.01 cm, 60.23, 13.88 y 16.32 para la altura de planta, número de botones, número de flores y número de frutos respectivamente (Cuadro 2). Estos valores indican que con la aplicación de *T. asperellum* aumenta más de 14.3% la altura de planta en comparación con plantas donde se aplicó el testigo comercial Metalaxil (Tokat 240®) a dosis de 1 L ha⁻¹. Estos valores son inferiores a los reportados por Larios et al. (2019) quienes mencionan un aumento de más del 44.7% en la altura de plantas de chile *Capsicum chinense* con aplicaciones de 1×10^{13} conidios mL⁻¹ de *Trichoderma* sp. (Clombta) en relación al testigo comercial con aplicaciones de 500 ppm de Captan (Captan® 50 PH, ADAMA®, México).

En referencia a los órganos reproductivos de las plantas de chile se observó un aumento de más del 52% con respecto al testigo en el número de botones y número de flores con aplicación de 1×10^7 UFC de *Trichoderma asperellum*. Estos resultados concuerdan con los reportados por Guijón *et al*, 2004 quienes mencionan que el número de órganos reproductivos aumentó 60% empleando TC74 a concentración de 26×10^7 UFC, 45% utilizando TS01 en sus dos concentraciones (26×10^7 y 13×10^7 UFC) y 40% con TC74 a 13×10^7 UFC.

El mayor valor observado en el número de flores se presentó con el tratamiento con *Trichoderma asperellum* 1×10^7 UFC con un valor de 21.79, seguido de los valores estadísticamente iguales de los tratamientos con actinobacterias 10^7 UFC, Ácido salicílico 10^{-6} μM y el testigo comercial (Metalaxil Tokat 240® a dosis de 1 L ha⁻¹) con valores de 19.21, 19.45 y 13.88 respectivamente. Al respecto Campos (2009) menciona que con la aplicación de *Trichoderma* en un sustrato con piedra roja el número de flores de chile dulce bajo condiciones de invernadero fue de 44.15 flores.

La aplicación de *Trichoderma asperellum*, Actinobacterias a concentración de 1×10^7 UFC respectivamente y ácido salicílico a 10^{-6} μM presentaron estadísticamente los mayores valores con 34.01, 27.39 y 27.47 frutos, siendo el testigo comercial quien presento el menor valor con 16.32 frutos, al respecto, menciona Campos (2009) que con la aplicación de *Trichoderma* en un sustrato con piedra roja el número de frutos de chile dulce bajo condiciones de invernadero fue de 23.99 frutos.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de activadores ecológicos y elicitores en la altura de planta, numero de botones, número de flores y numero de frutos en plantas de chile de árbol.

Tratamiento	Dosis ¹	L ha ⁻¹	Altura de planta (cm)	Numero de botones	Número de flores	Número de frutos
<i>Trichoderma asperellum</i>	1×10^7 UFC		44.62 a	92.07 a	21.79 a	34.01 a
Actinobacterias	1×10^7 UFC		40.99 b	77.83 a	19.21 ab	27.39 a
Ácido Salicílico	10^{-6} μM		41.40 b	82.37 a	19.45 ab	27.47 a
Testigo Comercial ¹	1.0		39.01 b	60.23 b	13.88 b	16.32 b

¹Testigo Comercial (Metalaxil-M (Tokat 240®) a dosis de 1 L ha⁻¹). Medias entre columnas seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$)

La aplicación en drench de activadores ecológicos y elicitores en plantas de chile de árbol afectan significativamente el número de frutos, longitud del fruto, diámetro de fruto, peso fresco del fruto, peso seco del fruto, así mismo de la biomasa de los frutos cosechados (Cuadro 3). Estos valores son similares a los reportes por Campos (2009) quien reporto diferencias significativas ($P < 0.01$) en el número de frutos y peso de frutos en chile dulce por efecto de tratamientos con diferentes sustratos y aplicación de *Trichoderma*, a su vez, Reyes-Ramírez et al. (2004) reportaron diferencias significativa por efectos de los tratamientos con *Pseudomonas spp.*, *Rhizophagus irregularis*, *Azospirillum brasilense* en la longitud, diámetro y peso de fruto de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*).

Los bloques no presentan efecto en las diferentes variables evaluadas, estos valores concuerdan con los reportados por Campos (2009) quien no observo diferencias en el peso de fruto por el bloque en la investigación con aplicaciones de *Trichoderma* en diferentes sustratos en la producción chile dulce.

Cuadro 3. Cuadrado medio de las variables número de fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso fresco, peso seco y biomasa de fruto, por efecto de la aplicación de activadores ecológicos y elicitores en plantas de chile de árbol.

FV	G L	Cuadrado medio					
		Número de frutos	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (mm)	Peso fresco de fruto (g)	Peso seco de fruto (g)	Biomasa (g)
Trat (T)	3	3296.35**	1.56**	0.042**	0.78**	0.065**	0.40**
Bloq(B)	4	509.22 ^{ns}	0.62 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.10 ^{ns}
E. E.	12	753.08	0.31	0.005	0.06	0.003	0.04
Total	19	-	-	-	-	-	-

FV=Fuente de Variación, GL=Grados de Libertad, Trat=Tratamiento, Bloq=Bloque, Muest=Muestreo

La aplicación de la cepa T5 de *Trichoderma asperellium* a dosis de 1×10^7 UFC presento los mayores valores para todas las variables evaluadas como número de frutos, longitud de frutos, diámetro de fruto, peso fresco, peso seco y biomasa de fruto de chile de árbol.

El valor de 105.60 frutos por planta se observó con el tratamiento de la aplicación en drench de la cepa T5 de *Trichoderma asperellium* a dosis de 1×10^7 UFC, seguido del Ácido Salicílico a 10^{-6} μ M y la mezcla de actinobacterias B21 *Streptomyces mauvecolor*, B22 *Streptomyces lasiicapitis* y B37 *Streptomyces olivochromogenes* a 1×10^7 UFC con valores de 77.76 y 75.66 frutos respectivamente. El testigo comercial Metalaxil-M (Tokat 240®) a dosis de 1 L ha⁻¹ presento los menores valores. Lo que indica que, la aplicación de la cepa T5 de *Trichoderma asperellium* a dosis de 1×10^7 UFC se aumenta 146.49% el número de frutos con respecto al testigo comercia, este valor es superior al reportado de 93.72% por Campos (2009) con aplicaciones de *Trichoderma* en plantas de chile dulce producidas en sustrato de piedra roja con respecto al testigo absoluto.

Con respecto a la longitud de fruto la aplicación de la cepa T5 de *Trichoderma asperellium* a dosis de 1×10^7 UFC se observó el mayor valor con 8.76 cm, seguido del ácido salicílico con valor de 7.83. Estadísticamente los menores valores se presentaron en los tratamientos con ácido salicílico y el testigo comercial con valores de 7.63 y 7.54 cm respectivamente. Esto indica que la aplicación de *Trichoderma* aumenta en más de 16.18% con respecto al testigo comercial, este valor es inferior al reportado por Reyes-Ramírez (2014) quien reportaron un aumento de las del 4.02% en la longitud de fruto de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con aplicaciones de *Pseudomonas* spp a 1×10^6 UFC con respecto al testigo absoluto.

Estadísticamente los mayores valores observados en el diámetro de fruto de chile de árbol fueron de 0.98 y 0.92 mm con aplicaciones en drench de *Trichoderma* y ácido salicílico, seguido de la aplicación de actinobacterias con 0.87 mm y el menor valor se observó en el testigo comercial con 0.76 mm (cuadro 4). La aplicación de *Trichoderma* aumenta en 28.94% el diámetro de frutos de chile de árbol con respecto a lo que tradicionalmente aplican los productores, este valor es superior al reportado por Reyes-Ramírez *et al.* (2014) quienes observaron un aumento del 4.67% en la longitud de chiles habanero con aplicaciones de con aplicaciones de *Pseudomonas* spp a 1×10^6 UFC con respecto al testigo absoluto.

Cuadro 4. Efecto de la aplicación de activadores ecológicos y elicitores en número de fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso fresco, peso seco y biomasa de fruto en plantas de chile de árbol.

Tratamiento	Dosis L ha ⁻¹	Número de frutos	Longitud fruto (cm)	Diámetro fruto (mm)	Peso fresco de fruto (g)	Peso seco de fruto (g)	Biomasa (g)
<i>Trichoderma</i>	1x10 ⁷	105.60 a	8.76 a	0.98 a	2.67 a	0.76 a	1.91 a
Actinobacterias	1x10 ⁷	75.66 ab	7.83 ab	0.87 ab	2.14 bc	0.63 b	1.50 b
Ácido Salicílico	10 ⁻⁶ µM	77.76 ab	7.63 b	0.92 a	2.19 ab	0.59 b	1.60 ab
TC ¹	1.0	42.84 b	7.54 b	0.76 b	1.70 c	0.48 c	1.22 b

¹Testigo Comercial (Metalaxil-M (Tokat 240®) a dosis de 1 L ha⁻¹). Medias entre columnas seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$)

La aplicación de la cepa T5 de *T. asperellum* a dosis de 1x10⁷ L ha⁻¹ en forma de drench, aumenta el número de frutos, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso fresco de fruto, peso seco de fruto, biomasa de frutos de plantas de chile de árbol, al observar los mayores valores con 105.60 número de frutos, 8.76 cm longitud de fruto y 0.98 mm diámetro de fruto, 2.67 g 0.76 g y 1.91 g en peso fresco, peso seco y biomasa de los frutos respectivamente. El tratamiento que presento el menor valor en todas las variables en estudio fue el testigo comercial con valores 42.84 número de frutos, 7.54 longitud de fruto y 0.76 mm diámetro de fruto, 1.70 g 0.48 g y 1.22 g en peso fresco, peso seco y biomasa de los frutos de respectivamente (Cuadro 4).

CONCLUSIÓN.

La aplicación de *T. asperellum* cepa T5 mostro resultados destacados, al aumentar en promedio un 14% en las variables agronómicas evaluadas altura de planta, número de botones, número de flores y número de frutos por planta. Los tratamientos donde se aplicó actinobacterias y ácido Salicílico (AS) no mostraron diferencias estadísticas entre ellos, tales como número de botones, frutos, peso seco de frutos comparados con *Trichoderma*, aun así se pueden considerar alternativas viables, ya que comparado con el tratamiento comercial fueron superiores. La aplicación de agentes de biocontrol y elicitores como el AS mostraron eficacia al prevenir y controlar la enfermedad de la marchitez del chile, al haberse presentado baja incidencia de la enfermedad, por lo que se sugiere la utilización de dichos tratamientos como preventivos o inductores de resistencia sistémica en la planta de chile de árbol.

LITERATURA CITADA.

- Arroyo-Vargas. (2012). Normas preliminares de diagnóstico nutrimental compuesto y correlaciones nutrimentales en pimiento (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Maestría. Texcoco, Edo de México, México: Colegio de Posgraduados. 44 p.
- Babu, B. S.; Pandravada, S. R.; Prasada-Rao, R. D. V. J.; Chakrabarty, S. K. and Varaprasad, K. S. (2011). Global sources of pepper genetic resources against arthropods, nematodes and pathogens. *Crop Protection*. 30:389-400 p.
- Campos, M. (2009). Efecto de la Inoculación de Sustratos Con *Trichoderma* Spp. Sobre el crecimiento y producción de plantas de chile dulce (*Capsicum Annuum*) Linn, Bajo ambiente protegido. Tesis de grado. San Carlos, Costa Rica. 8:36-54 p.
- Chew, M.I.Y., Vega, P.A., Palomo, R.M. y Jiménez, D.F. (2008). Principales enfermedades del chile (*Capsicum annuum* L.). Folleto Técnico Núm. 15. Campo Experimental La Laguna – INIFAP. Torreón, Coahuila, México. 32 p.
- González-Pérez, E., Yáñez-Morales, M. J., & Santiago-Santiago, V. y Montero-Pineda, A. (2004). Biodiversidad fungosa en la marchitez del chile y algunos factores involucrados de José Mazo. El Verde, Puebla, México: AGROCIENCIA. 38 p.
- Guigón-López, C. y González-González, P. A. (2004). Selección de Cepas Nativas de *Trichoderma* spp. con Actividad Antagónica sobre *Phytophthora capsici* Leonian y Promotoras de Crecimiento en el Cultivo de Chile (*Capsicum annuum* L.) *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(1),117-124 p.
- Koc, E.; Üstün, A. S.; Islek, C. and Arici, Y. K. (2011). Defense responses in leaves of resistant and susceptible pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars infected with different inoculum concentrations of *Phytophthora capsici* Leon. *Sci. Hortic*. 128:434-442 p.
- Lamour, K. H. and Hausbeck, M. K. (2003). Effect of crop rotation on the survival of *Phytophthora capsici* in Michigan. *Plant Disease*. 87:841-845 p.
- Larios, E. J., Valdovinos-Nava, J. J. W., Chan-Cupul, W., García-López, F. A., Manzo-Sánchez, G., Buenrostro-Nava, M. T. (2019). Biocontrol de Damping off y promoción del crecimiento vegetativo en plantas de *Capsicum chinense* (Jacq) con *Trichoderma* spp. Colima, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 10 (3): 474-478 p.

- Ozgonen, H. and Erkilic, A. (2007). Growth enhancement and *phytophthora* blight (*Phytophthora capsici* Leonian) control by arbuscular mycorrhizal fungal inoculation in pepper. Crop Protection. 26:1685-188 p.
- Reyes-Ramírez, A., López-Arcos, M., Ruiz-Sánchez E., Latournerie-Moreno, L., Pérez-Gutiérrez, A., Lozano-Contreras, M. G. y Zavala-León, M.J. (2014). Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) AGROCIENCIA. 48(3): 288-293 p.
- Ristaino, J. B. (1999). Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight on bell pepper. Plant Des. 83:1080-1089 p.
- Ristaino, J. B. and Johnston, S. B. (1999). Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight on bell pepper. Plant Des. 83:1080-1089 p.
- Sang, M. K. and. Kim, K. D. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria suppressive to *phytophthora* blight affect microbial activities and communities in the rhizosphere of pepper (*Capsicum annuum* L.) in the field. Appl. Soil Ecol. 62:88-97 p.
- Sang, M. M.; Chun, S-C. and Kim, K. D. (2008). Biological control of *Phytophthora blight* of pepper by antagonistic rhizobacteria selected from a sequential screening procedure. Biological Control. 46:424-433 p.
- Velásquez-Valle, R.; Medina-Aguilar, M. M. y Luna-Ruiz, J. J. (2001). Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz del chile (*Capsicum annuum* L.) en el norte-centro de México. Rev. Mex. Fitopatología. 19:175-181 p.
- Wang, Q.; Y., Ma. G.; Wang, Z.; Gu, D.; Sun, X. and Chang, Z. (2014). Integration of biofumigation with antagonistic mrioorganism can control *Phytophthora blight* of pepper plants by regulating soil bacterial community structure. Eur. J. Biol. 61:58-67 p.

EFFECTO DE CACHAZA Y ASERRÍN SOBRE EL DESARROLLO DE CEDRO ROJO (*Cedrela odorata* L.) EN VIVERO

Rolando Ávila Ayala^{1*}, Olga Santiago Trinidad² y José Vidal Cob Uicab³.

¹INIFAP, Campo Experimental San Luis, km 14.5 Carretera San Luis Potosí-Matehuala, C. P. 78431. Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez., S. L. P.; ²INIFAP, Campo Experimental El Palmar; ³INIFAP, Campo Experimental Chetumal. *Autor de correspondencia: avila.rolando@inifap.gob.mx

RESUMEN

Existen materiales diversos, aptos para sustrato, aunque raramente reúnen por sí solos las características adecuadas y en la mayoría de los casos será necesario mezclarlos con uno o más materiales, para ajustarlos a las condiciones apropiadas que las plantas requieren. El objetivo del presente estudio, fue evaluar la respuesta de cedro rojo en vivero a diferentes combinaciones de aserrín y cachaza como sustrato. Las plantas fueron cultivadas durante 5 meses en charolas de plástico con 40 contenedores con capacidad de 0.4 L. Los tratamientos consistieron en mezclas de aserrín y cachaza de caña a diferentes niveles y testigo comercial 60-20-20 de Peat moss, perlita y vermiculita (relación v/v), con cinco repeticiones cada tratamiento. El diseño experimental fue completamente al azar. Las variables morfológicas analizadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo y peso seco total de planta (aéreo y de raíz). Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para todas las variables. La respuesta fue mayor cuando se incrementó la cantidad de aserrín en la proporción de la mezcla. El mejor tratamiento para la producción de cedro rojo, fue con el sustrato de 60 % de aserrín y 40 % de cachaza, y se concluye que esta mezcla puede sustituir a la comúnmente utilizada en la producción de planta en contenedor con peat moss, perlita y vermiculita.

Palabras clave: *Aserrín, Cachaza, Cedro rojo, Sustrato*

ABSTRACT

There are various materials, suitable for substrates, although they rarely meet the appropriate characteristics by themselves and in most cases, it will be necessary to mix them with one or more materials, to adjust them to the appropriate conditions that the plants require. The objective of the present study was to evaluate the response of red cedar in the nursery to different combinations of sawdust and filter cake as substrate. The plants were grown for 5 months in plastic trays with 40 containers with a capacity of 0.4 L. The treatments consisted of mixtures of sawdust and sugarcane at different levels and commercial control 60-20-20 of Peat moss, perlite and vermiculite (v / v ratio), with five repetitions each treatment. The experimental design was completely randomized. The morphological variables analyzed were: plant height, stem diameter and total plant dry weight (aerial and root). Significant differences were found between treatments for all variables. The response was higher when the amount of sawdust was increased in the mixing ratio. The best treatment for the production of red cedar was with the substrate of 60 % sawdust and 40 % filter cake. It is concluded that this mixture can replace the one commonly used in the production of containerized plants with peat moss, perlite and vermiculite.

Keywords: *Cachaça, Red cedar, Sawdust, Substrate.*

INTRODUCCIÓN

Actualmente en los viveros de la CONAFOR, se usa como sustrato principal una mezcla de turba, perlita y vermiculita en la producción de planta forestal en contenedor (Sánchez-Córdova *et al.*, 2008). Esto conlleva que los costos de producción se eleven considerablemente, debido a que el producto se importa de otros países. La investigación en medios de cultivo para viveros forestales, se ha enfocado en materiales que se pueda tener acceso de manera local y así poder sustituir el uso de la turba como sustrato. El aserrín es un subproducto de la industria aserradora que se ha utilizado como sustrato de cultivo durante los últimos 25 años (Handreck y Black, 2005; Raviv *et al.*, 2002). La cachaza es un lodo residual de la industria azucarera que después de ser composteada posee una excelente calidad nutrimental. Las combinaciones de

éstos pueden repercutir en la morfología y fisiología, afectar la calidad, el crecimiento y desarrollo de la planta. Sánchez-Córdova *et al.* (2008) en la combinación de aserrín y corteza (4:1 v/v) encontraron características físicas semejantes a la mezcla de turba, perlita y vermiculita (6:3:1 v/v) y puede utilizarse para la producción de plantas en contenedores. Ordaz y Ávila (2013) en plántula de *Cedrela odorata*, evaluaron 11 sustratos con diferentes proporciones de tezontle, aserrín y composta que fueron optimizadas con el diseño “San Cristóbal”. La respuesta en la altura de planta se vio favorecida por altas proporciones del aserrín en la mezcla respecto a los otros materiales. En la presente investigación se tuvo como objetivo generar sustratos alternativos con materiales procedentes de la región para la producción de planta de cedro rojo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el mes de mayo de 2021 en condiciones de vivero, ubicado en la región de La Huasteca en el estado de San Luis Potosí (latitud 21° 28' 21" Norte, longitud 98° 58' 37" Oeste, elevación de 95 msnm (comunidad de Huichihuayán, Huehuetlán, S. L. P.). La semilla de cedro rojo se obtuvo de árbol seleccionado de la Región 3, ubicado en la comunidad de San Andrés, Coxcatlán, S. L. P.; fue sembrada en charolas de plástico (la cafetera) con 40 contenedores con capacidad de 0.4 L. Los tratamientos consistieron en mezclas de aserrín y cachaza de caña a diferentes niveles (relación v/v) Cuadro 1. Como testigo regional se usó la mezcla 60-20-20 de Peat moss, perlita y vermiculita. Para todos los tratamientos se utilizó una dosis general por litro de sustrato con 5 g de Osmocote Plus 4-5 (15-9-12 O. M. Scotts Co.). Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones de 40 plantas completamente aleatorizados en el vivero. Las plantas, a 5 meses de establecidas fueron evaluadas mediante altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), peso seco total de planta (PSP), así como el peso seco de la parte aérea (PSA) y el peso seco de raíz (PSR). Para normalizar los datos y homogeneizar las varianzas se aplicaron transformaciones logarítmicas natural y raíz cuadrada, dependiendo del caso, excepto en AP y DT. El análisis de varianza se realizó con el paquete Statiscal Analysis System SAS 9.3 con los modelos completamente al azar (Kuehl, 2001). Se realizó la comparación de medias ($\alpha = 0.05$) a través de la prueba de Tukey.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento

Tratamientos		
1	60% aserrín	40% cachaza
4	20% aserrín	80% cachaza
5	80% aserrín	20% cachaza
2	50% aserrín	50% cachaza
3	40% aserrín	60% cachaza
6	60% Peat moss	20% perlita-20% vermiculita

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico realizado para cada una de las variables respuesta del experimento.

Cuadro 2. Comparación de medias de la altura, el diámetro, biomasa total (aérea y de raíz) en plantas de cedro rojo en vivero.

	TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 4	TRAT 5	TRAT 6
Altura (cm)	34.9 ± 0.83 a	27.7 ± 0.83 b	25.7 ± 0.82 bc	24.8 ± 0.82 bc	24.7 ± 0.82 bc	23.8 ± 0.82 bc
Diámetro (mm)	4.9 ± 0.13 a	3.9 ± 0.13 b	3.8 ± 0.13 b	3.9 ± 0.13 b	3.8 ± 0.13 b	4.1 ± 0.13 b
Biomasa aérea (mg)	2.74 ± 0.67 a	1.01 ± 0.54 b	0.89 ± 0.32 b	1.00 ± 0.31 b	0.81 ± 0.13 b	0.74 ± 0.36 b
Biomasa raíz (mg)	0.48 ± 0.13 a	0.14 ± 0.05 b	0.14 ± 0.11 b	0.15 ± 0.08 b	0.16 ± 0.05 b	0.17 ± 0.15 b
Biomasa total (mg)	3.23 ± 0.69 a	1.15 ± 0.58 b	1.03 ± 0.41 b	1.15 ± 0.38 b	0.97 ± 0.17 b	0.91 ± 0.49 b

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Altura. Con relación al crecimiento en altura y de acuerdo al análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas ($p > 0.0001$) entre tratamientos, por lo que en la prueba de comparación de medias los resultados muestran que el mejor tratamiento fue el compuesto por 60 y 40 % de aserrín y cachaza respectivamente, ya que se observa que en esta mezcla las plantas alcanzaron la mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así también se muestra que las mezclas compuestas por aserrín y cachaza en sus diferentes porcentajes presentaron valores superiores al Testigo (Cuadro 2). La respuesta favorable concuerda con lo reportado por Ordaz y Ávila (2013).

Diámetro. En el crecimiento en diámetro se encontraron diferencias significativas ($p>0.0001$) entre tratamientos, en la comparación de medias los resultados muestran que el mejor tratamiento fue el compuesto por 60 y 40 % de aserrín y cachaza respectivamente, ya que se observa que en esta mezcla las plantas alcanzaron el mayor crecimiento para esta variable en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 2).

Biomasa seca de la parte aérea. Con relación a la variable biomasa seca de la parte aérea, se encontraron diferencias significativas ($p>0.0001$) entre tratamientos, por lo que en la prueba de comparación de medias los resultados indican que el mejor tratamiento fue el compuesto por 60 y 40 % de aserrín y cachaza respectivamente, así también se puede observar que las 5 mezclas compuestas por compostas a base de aserrín y cachaza en diferentes porcentajes presentaron mayores valores en comparación con la mezcla tradicionalmente utilizada en la producción de planta en contenedor (Cuadro 2).

Biomasa seca de la raíz. Con relación a la variable biomasa seca de la parte radicular se encontraron diferencias significativas ($p>0.0001$) entre tratamientos, por lo que en la prueba de comparación de medias los resultados indican que el mejor tratamiento fue el compuesto por 60 y 40 % de aserrín y cachaza respectivamente (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

Los resultados de las evaluaciones realizadas mostraron que es factible el crecimiento de cedro rojo en mezclas formadas por aserrín y cachaza, pero se debe tener en cuenta el porcentaje de cada uno de los materiales. Se concluye que el mejor tratamiento para el crecimiento de esta especie, fue el formado por 60 % de aserrín y 40 % de cachaza, y esta mezcla puede sustituir a la comúnmente utilizada en la producción de planta en contenedor que está formulada con peat moss, perlita y vermiculita.

LITERATURA CITADA

- Handreck, K. A., and Black, N. D. (2005). Growing media for ornamental plant and turf. *Revised edition*. New South Wales University Press. Kensington, Australia. 544 p.
- Kuehl, R. O. (2001). Diseño de experimentos. *Thompson Learning*. Segunda edición. México, D. F. 666 p.
- Ordaz, C. V. M., y Ávila, A. R. (2013). Producción de cedro rojo en vivero con diferentes mezclas de tezontle, aserrín y composta en el estado de Veracruz. *In: Memorias VIII Reunión de Innovación Forestal. Del 10 al 13 de septiembre de 2013*. Veracruz, Veracruz. p. 42.
- Raviv, M., Wallach, R., Silber, A., and Bar-Tal, A. (2002). Substrates and their analysis. *In: Savvas D. and Passam H. (eds). Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications. Atenas, Grecia*. pp. 25-101.
- Sánchez-Córdova, T., Aldrete, A., Cetina, A. V. M., y López, U. J. (2008). Caracterización de medio de crecimiento compuesto por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques* 14:41 – 49.

EFFECTO DE LOS FRUTOS TRITURADOS DE HUIZACHE (*vachellia farnesiana*) COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA ENGORDA DE OVINOS.

German Z. Hernández-Hernández¹; Alejandro Ordaz Hernández¹; David Hernández-Rodríguez¹; Eliceo Hernández-Hernández^{1*}; Martín Hernández-Mogica¹; Manuel López-Fuentes¹; Jacobo Antonio-Cruz¹; Luis Félix-Gutiérrez¹; Silvia López-Ortiz²

¹Tecnológico Nacional de México Campus Huejutla. Carr. Huejutla-Clalahuiyapa, S/N, Clalahuiyapa, Huejutla, Hidalgo, México. ²Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz km 88.5, Tepetates, municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Autor de correspondencia: eliceo.hernandez@colpos.mx

RESUMEN

La investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México Campus Huejutla, con el objetivo fue evaluar el efecto de los frutos triturados de huizache como promotor de crecimiento en la engorda de ovinos. Se utilizaron 27 ovinos con un peso promedio de 34.5 Kg, alimentados con una dieta a base de maíz, rastrojo, pasta de soya, melaza, minerales. A cada tratamiento se le incorporó un porcentaje distinto de huizache en el alimento: 0% (testigo), T 2.5%, y T2= 5% durante un periodo de 56 días. Se utilizó un diseño completamente al azar. La inclusión del fruto de huizache triturado modificó significativamente la ganancia diaria de peso (GDP) de los animales suplementados ($P < 0.05$; Figura 1). Los corderos suplementados con el 5% de fruto en la dieta, mejoraron la GDP (252 gr d⁻¹) en comparación con el tratamiento control (202 gr d⁻¹). La inclusión dietaria de 2.5 y 5.0% de fruto de huizache (T1 y T2 respectivamente) mejoraron la conversión alimenticia (3.1 y 2.6) en comparación al tratamiento testigo.

Palabras clave: *Aditivos no convencionales, Metabolitos secundarios, Nutrición de corderos.*

ABSTRACT

The research was carried out at the Tecnológico Nacional de México Campus Huejutla, with the objective of evaluating the effect of crushed huizache fruits as a growth promoter in sheep fattening. 27 sheep were used with an average weight of 34.5 kg, fed a diet based on corn, stubble, soybean paste, molasses, minerals. A different percentage of huizache was added to each treatment: 0% (control), T 2.5%, and T2 = 5% during a period of 56 days. A completely randomized design was used. The inclusion of crushed huizache fruits significantly modified the daily weight gain (GDP) of the supplemented animals ($P < 0.05$; Figure 1). The lambs supplemented with 5% of fruit in the diet, improved the GDP (252 gr d⁻¹) in comparison with the control treatment (202 gr d⁻¹). The dietary inclusion of 2.5 and 5.0% of huizache fruit (T1 and T2 respectively) improved feed conversion (3.1 and 2.6) compared to the control treatment.

Keywords: *Non-conventional additives, Lamb nutrition, Secondary metabolites.*

INTRODUCCIÓN

El uso de los antibióticos como promotores del crecimiento en animales destinados al consumo humano, el escaso control en su utilización y el riesgo sanitario de dicho uso, está siendo objeto de duras críticas (Gairal, 2016). El objetivo de su empleo es aumentar la ganancia de peso y eficiencia de conversión. Se agregan al alimento para minimizar las infecciones bacterianas secundarias y el control de abscesos hepáticos, comunes en engorde a corral, regular el pH y control de coccidiosis. (Guillermo *et al.*, 2002). Los antibióticos como promotores de crecimiento se han empleado a dosis subterapéuticas durante largos períodos de la vida del animal, produciendo una ganancia de peso estimada alrededor del 5% (Torres y Zaragoza, 2002). Si bien existe una lista de antibióticos permitidos en los alimentos comerciales (FAO, 2009), también existe una recomendación de tiempo de retiro que algunos productores no respetan, por tal motivo algunas investigaciones hablan de la utilización de plantas que en su estructura química poseen compuestos secundarios que pueden sustituir el uso de antibiótico comercial por un producto natural (Marcos y Villegas, 2020). Por lo anterior, la presente investigación

tiene la finalidad de evaluar la inclusión de los frutos de huizache como promotor de crecimiento en los ovinos de engorda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica. La Huasteca hidalguense se encuentra aproximadamente a los 20° 46' y 21° 25' de latitud Norte, y entre los 98° 08' y 98° 41' Longitud Oeste, en la porción noreste del estado de Hidalgo, El municipio registra un clima cálido-húmedo debido a la altitud en que se encuentra que es de 172 metros sobre el nivel del mar, y una temperatura media anual de 31.1°C., la precipitación pluvial es de 1,500 milímetros por año (García, 1973).

Animales experimentales.

Se utilizaron 27 ovinos Dorper - Peligüey con un peso promedio de 34.5 Kg y con buena condición corporal. Los animales fueron asignados a los tratamientos al azar en corrales individuales de un metro de ancho por un metro y medio de largo equipados con bebederos y comederos.

Asignación de los alimentos

Los tratamientos se basaron en diferentes porcentajes de frutos triturados huizache en la dieta. En el Testigo (T0) el porcentaje fue del 0%, el T1 (2.5%), y T2 (5 %). Las dietas fueron elaboradas con el comando SOLVER de Excel, Microsoft 2010. Para poder calcular los requerimientos nutricionales que necesita un animal en su etapa de engorda, se utilizaron las tablas del NRC (2007).

La asignación de alimento fue considerando un sistema de alimentación *ad libitum*; mediante la predicción de consumo individual. La asignación individual de alimento se realizó ofreciendo de 15-20% extra de la predicción calculada de consumo. Durante la investigación el 60% del alimento se asignó a las 8:00 a.m y el 40% restante a las 16:00 hrs, con la finalidad de maximizar el consumo de alimento Gómez, 2019). Los animales tuvieron una fase de

adaptación al alimento, puesto que corderos fueron anteriormente sometidos a una alimentación previa con huizache.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión del fruto de huizache triturado modificó significativamente la ganancia diaria de peso (GDP) de los animales suplementados ($P < 0.05$; Figura 1). Los corderos suplementados con el 5% de fruto en la dieta, mejoraron la GDP (252 gr d⁻¹) en comparación con el tratamiento control (202 gr d⁻¹).

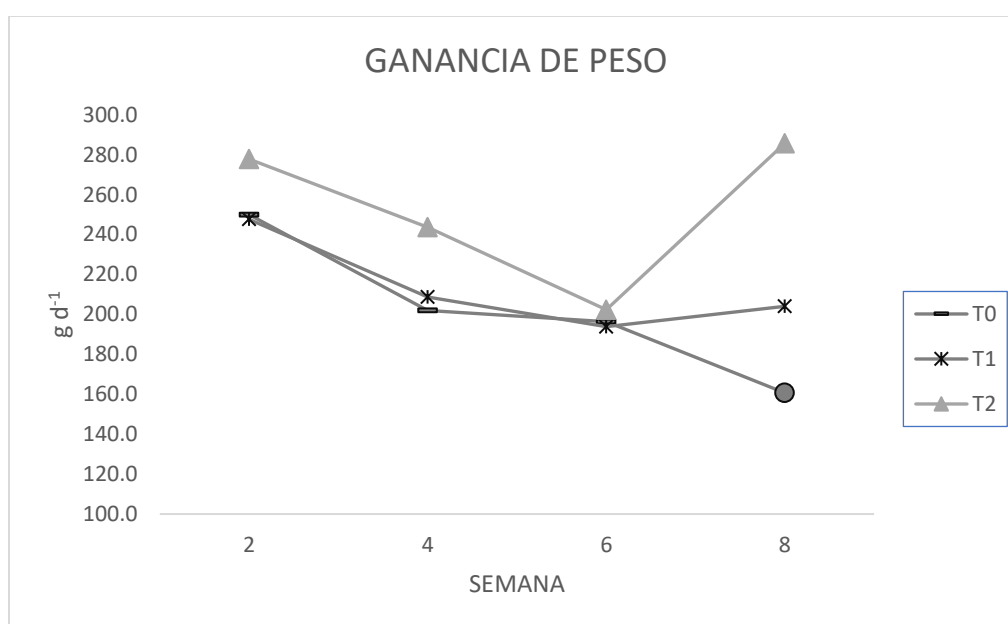


Figura 1. Ganancia diaria de peso de ovinos de engorda suplementados con 0%, 2.5% y 5% de fruto de huizache, en un periodo de 8 semanas.

La inclusión dietaria de 2.5 y 5.0% de fruto de huizache (T1 y T2 respectivamente) mejoraron la conversión alimenticia (3.1 y 2.6) en comparación al tratamiento testigo (3.3; Figura 2).

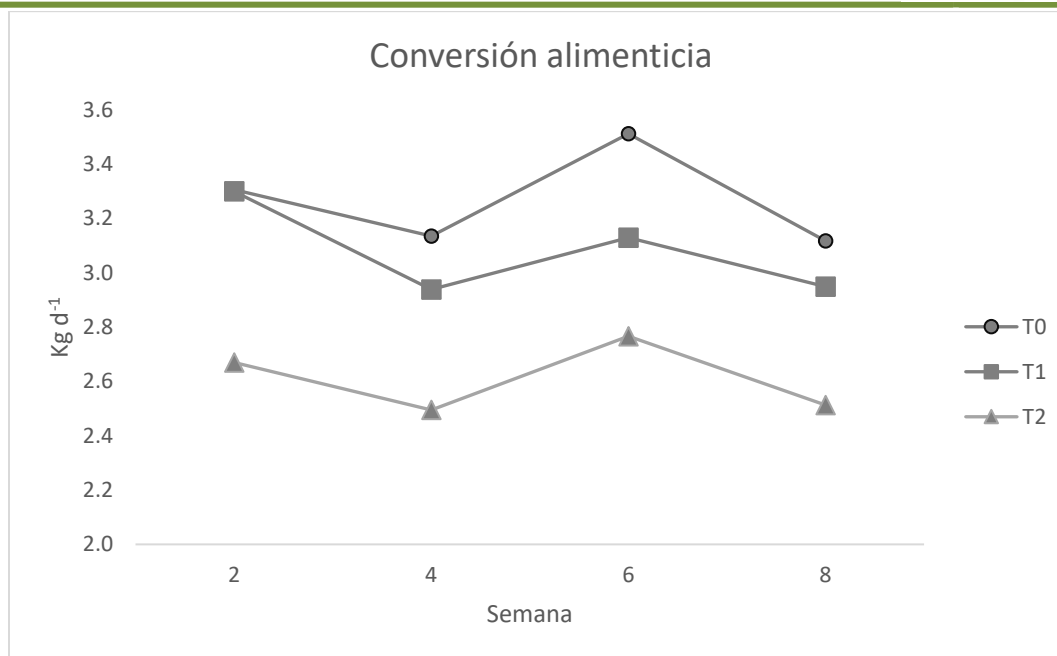


Figura 2. Conversión alimenticia de ovinos en engorda suplementados con 0%, 2.5% y 5% de fruto de huizache en un periodo de 8 semanas.

CONCLUSIONES

Este estudio muestra que los frutos triturados de huizache pueden ser usados como promotores de crecimiento. Esta puede incluirse en la dieta de ovinos de engorda hasta en un 5%, sin afectar negativamente los parámetros productivos. Los resultados de este estudio muestran la importancia de alimentar ovinos con productos naturales para sustituir los antibióticos comerciales.

LITERATURA CITADA

- FAO. (2009). Promotor del crecimiento. Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. (ed) Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Geografía. 213 p.
- Gómez, M. R. (2019). Preferencia alimentaria de borregas gestantes por frutos nativos de la huasteca hidalguense. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Agronomía. TecNM Campus Huejutla. Huejutla, Hidalgo, México. 95 p.

- Guillermo, B., Oscar, B., Héctor, B., & Ana, p. (2002). PROMOTORES DEL CRECIMIENTO Y MODIFICADORES DEL METABOLISMO. Cursos de Producción Bovina de Carne, F.A.V. UNRC. , 1-4 p.
- Marcos, H. C. F. y Villegas, P. A. G. (2020). Efecto de la harina de hoja de neem (*Azadirachta indica*) como promotor de crecimiento en la engorda de ovinos. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Agronomía. TecNM Campus Huejutla. Huejutla, Hidalgo, México. 66 p.
- Martín Gairal, N. (2016). Antibióticos promotores del crecimiento y sus alternativas naturales en rumiantes. Veterinaria digital.
- Torres, C., & Zaragoza, M. (2002). ¿Antibióticos como promotores del crecimiento en buen camino? Gaceta Sanitaria, 16(2), 109-112 p.

EFFECTO DE LOS GRADOS-DÍA EN LA FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE RÁBANO EN COSAMALOAPAN, VERACRUZ

Miguel Ángel Rodríguez Chiuntí^{1*} y Adán Vidal Gamboa¹

¹Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan, Av. Tecnológico S/N, Col. Los ángeles, Cosamaloapan, Veracruz, México. Autor de correspondencia: agromiguelrc@gmail.com

RESUMEN

En el desarrollo normal de un cultivo influyen muchos factores climatológicos, pero la temperatura es el factor incidente más importante en la respuesta del cultivo, la temperatura tiene gran influencia sobre las plantas y es clave en la determinación de la fecha de siembra, cosecha y las variables de producción. Esto ha llevado a establecimiento del concepto de Grados-Día (GD). Los GD son uno de los índices más comúnmente utilizados en la fenología para estimar el desarrollo de las plantas y para predecir la fecha de cosecha. En el cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) el número de días desde la siembra hasta la cosecha depende del genotipo y su interacción con la temperatura ambiental. Para determinar los Grados-Día se utilizó el método de la temperatura media para poder estimar a través de un modelo fenológico el tiempo en que ocurrirá cada una de las etapas del crecimiento del cultivo de rábano bajo malla sombra en la localidad de Cosamaloapan, Veracruz. Un modelo fenológico permite predecir el tiempo en que ocurrirá un evento en el desarrollo de un organismo, y el calor acumulado en este proceso se conoce como tiempo fisiológico. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo fenológico del cultivo de rábano establecido bajo malla sombra en la localidad de Cosamaloapan, Veracruz a través del cálculo de los Grados-Día (GD) y definir las fechas para alcanzar cada una de las etapas fenológicas del cultivo desde la siembra hasta la cosecha.

Palabras clave: *Etapas, desarrollo, modelo fenológico, temperatura base, térmico.*

ABSTRACT

In the normal development of a crop many climatological factors influence, but temperature is the most important factor in the response of the crop, temperature has a great influence on plants and is key in determining the date of sowing, harvesting and harvesting. production variables. This has led to the establishment of the concept of Degree-Day (GD). GDs are one of the most commonly used indices in phenology to estimate plant development and to predict harvest date. In radish (*Raphanus sativus*) cultivation, the number of days from sowing to harvest depends on the genotype and its interaction with environmental temperature. To determine the Degree-Day, the mean temperature method was used to estimate through a phenological model the time in which each of the growth stages of the radish crop will occur under shade mesh in the town of Cosamaloapan, Veracruz. A phenological model allows predicting the time in which an event will occur in the development of an organism, and the heat accumulated in this process is known as physiological time. The objective of this work was to evaluate the phenological development of the radish crop established under shade mesh in the town of Cosamaloapan, Veracruz through the calculation of Degree-Day (GD) and define the dates to reach each of the phenological stages of the cultivation from sowing to harvest.

Keywords: *Base temperature, development, phenological model, stage, Thermal.*

INTRODUCCIÓN

El rábano (*Raphanus sativus*) es clasificado como una hortaliza de “raíz” pertenece a la familia de las crucíferas, está recubierto por una corteza que puede ser roja, blanca, morada, negra o roja y blanca, prefiere los climas templados, teniendo en cuenta que hay que proteger al cultivo durante las épocas de elevadas temperaturas. El desarrollo vegetativo y comportamiento fenológico tiene lugar entre los 6 y los 30 °C, el óptimo se encuentra entre 18-22 °C. Uno de los métodos más ampliamente utilizados para evaluar y monitorear el comportamiento fenológico de un cultivo es la acumulación de temperatura media diaria por encima de una temperatura base (T_b), conocido como Grados-Día (GD) (Ruiz *et al.*, 2002; López *et al.*, 2010) y se define como la cantidad de grados día necesarios para finalizar un determinado proceso

de desarrollo o fase fenológica (Trudgill *et al.*, 2005). En el desarrollo vegetativo del rábano las temperaturas de su desarrollo son: una temperatura base (T_b) de 6 °C, una temperatura óptima (T_o) de 18-22 °C y una temperatura máxima (T_x) de 30 °C. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo fenológico del cultivo de rábano establecido bajo malla sombra en la localidad de Cosamaloapan, Veracruz a través del cálculo de los Grados-Día (GD) y definir las fechas para alcanzar cada una de las etapas fenológicas del cultivo desde la siembra hasta la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El presente trabajo de investigación se desarrolló bajo condiciones de malla-sombra y 6 camas de cultivo en el área experimental de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable del ITSCO municipio de Cosamaloapan, Veracruz, ubicado a 18°21'7.70" de latitud Norte y 95°48'38.42" longitud Oeste a una altitud de 6 msnm. Se establecieron 64 plantas de rábano en cada cama de cultivo a una distancia de plantación de 20 cm sobre la hilera y 15 cm entre hilera.



Figura 1. Lugar de establecimiento del trabajo de investigación: área experimental de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable del ITSCO.

Estados fenológicos estudiados. Cada planta se midió semanalmente durante el periodo comprendido en los meses de mayo a julio del 2021 para registrar los estados fenológicos de germinación, desarrollo, desarrollo de hojas y desarrollo de raíz. El ciclo de crecimiento del rábano se calificó como ciclo medio (40-50 días) ya que se registraron 48 días desde la siembra hasta la cosecha.



Figura 2. Ciclo fenológico estudiado

Modelo fenológico y cálculo de los Grados-Día (GD).

El modelo fenológico propuesto para el rábano, está formado por dos componentes: el primero incluye la temperatura base (T_b) de 6 °C temperatura por la cual el crecimiento vegetativo del rábano se detiene para cada etapa fenológica y el segundo componente es el cálculo de la duración en Grados-Día (GD) para predecir la germinación, desarrollo, desarrollo de hojas y desarrollo de raíz. Las entradas al modelo incluyen las fechas en que aparecieron cada una de las etapas fenológicas. Para el cálculo de los Grados-Día (GD) se empleó el método de la temperatura media, el principio de este método es considerar cuando la temperatura media diaria excede un determinado umbral conocido como temperatura base (T_b) (Wang, 1960; Cross y Zuber, 1972; Snyder, 1985). Mediante el método de la temperatura media los GD se calculan a través de la siguiente ecuación:

$$GD = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} - T_b$$

donde T_{min} y T_{max} son las temperaturas mínima y máxima diarias, respectivamente, y T_b es la temperatura base o umbral inferior para el inicio del desarrollo del cultivo. En este caso, se trabajó con una temperatura base inferior (T_b) de 6 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el monitoreo de la fenología en campo, se estimó la duración y los Grados-Día (GD) tanto diarios como acumulados con el método de la temperatura media para cada fase fenológica. En el siguiente cuadro podemos observar el total de Grados-Día (GD) acumulados para el desarrollo completo del cultivo de rábano establecido en Cosamaloapan, Veracruz bajo malla sombra en el periodo comprendido del 26 de mayo al 12 de julio de 2021.

Cuadro 1. Etapas fenológicas del cultivo de rábano monitoreadas en la zona de estudio de Cosamaloapan, Veracruz.

No.	Clave etapa	Etapa fenológica	Fecha	Duración (días)	GDD requeridos por etapa
1	N/A	Siembra	26 may	N/A	N/A
2	Etapa 1	Germinación	26-30 may	5	128
3	Etapa 2	Desarrollo	31 may-07 jun	8	197
4	Etapa 3	Desarrollo de hojas	08-26 jun	19	417
5	Etapa 4	Desarrollo de raíz	27 jun-12 jul	16	339
6	N/A	Cosecha	12 jul	N/A	N/A
				$\Sigma=48$	$\Sigma=1081$

N/A= No Aplica

CONCLUSIONES

Las fases fenológicas monitoreadas en la zona de estudio fueron las que se observan en el cuadro anterior, aunque se consideró que la siembra y la cosecha no son fases fenológicas, sino que se utilizaron para marcar el inicio y termino del cultivo establecido en campo. Los Grados-Día (GD) requeridos para cada etapa fenológica obtenidos a través del método de la temperatura media, constituye información útil en la planeación de las actividades agrícolas del cultivo del rábano. El conocimiento de los requerimientos térmicos para cada etapa fenológica, representa ventajas prácticas y agronómicas, que permiten optimizar la utilización de insumos y planificar el cultivo del rábano bajo condiciones climáticas variables. Se logro determinar que se requieren 1081 GD acumulados para alcanzar la etapa de desarrollo de raíz y poder iniciar la cosecha, lo que permite una planificación en la aplicación de insumos agrícolas, así como la implementación oportuna de labores culturales.

LITERATURA CITADA

- Flores, M. H., Flores, G. H y Ojeda, B. W. (2014). Predicción fenológica del cultivo de papa mediante tiempo térmico. *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 37 (2): 149 – 157.
- Hoyos, G. D., Morales, O. J., Chavarría A. H., Montoya R. A., Correa L. G y Jaramillo, V. S. (2012). Acumulación de Grados-Día en un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) en un Modelo de Producción Aeropónico. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 65(1): 6389-6398
- Huerto en casa. (2021). ¿Cuánto tiempo tarda en crecer el rábano? <https://huerto-en-casa.com/cuanto-tiempo-tarda-en-crecer-el-rabano/> [consultado el 06 de julio de 2021]
- Parra, A. C., Gerhard F., y Chaves C. B. (2014). Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). *Acta biología colombiana* 20(1):163-173

EFFECTO DE VARIEDADES DE MAÍZ EN EL DESARROLLO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* SMITH)

Diego Martin Badillo García¹; Eva Lizbeth León Arreguin¹; Erika Rodríguez Patiño; Francisco Cervantes Ortiz²;
Hugo cesar Cisneros López²; José Francisco Rodríguez Rodríguez^{2*}

¹Estudiante de la carrera de agronomía. Tecnológico Nacional de México-Campus Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México. ²Docente-investigador. TecNM-Roque. Departamento de Ciencias Agropecuarias. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

El maíz es uno de los cultivos más importantes y representativos de México, desde un punto de vista alimentario, político, económico y social, con una producción de poco mas de 27 millones de toneladas. El gusano cogollero es la principal plaga del cultivo, afectando de un 13% hasta un 60%. Para el control de esta plaga se usa tradicionalmente el uso de insecticidas químicos, para este trabajo se propone el uso de variedades resistentes a plagas, por lo que el objetivo de la presente investigación fue determinar los efectos de genotipos de maíz en el tiempo de desarrollo de *S. frugiperda*. Se evaluaron dos genotipos de maíz Roque Nuevo Milenio y Querétaro x 106 Caimán. Se tomaron 60 larvas neonatas y se alimentaron diariamente con recuadros de cada genotipo, se les dio seguimiento durante todo su desarrollo hasta la muerte de los adultos. Se tomarón datos de las siguientes variables: Porcentaje de pupas, peso de pupas, emergencia del adulto, proporción sexual, longevidad del adulto y periodo de larva a adulto. Los resultados muestran que para el genotipo Roque Nuevo Milenio se presento una reducción en el porcentaje de pupas formadas, sin embaro, el ciclo de vida se vio alargado en mas de 10 días respecto al genotipo Queretaro x 106 caimán. Por lo que se puede concluir que Roque Nuevo Milenio tiende a presentar resistencia al *S. frugiperda*.

Palabras clave: Ciclo de vida, genotipos, resistencia genética, *Spodoptera frugiperda*.

ABSTRACT

Corn is one of the most important and representative crops in Mexico, from a food, political, economic and social point of view, with a production of just over 27 million tons. Fall armyworm is the main pest of the crop, affecting from 13% to 60%. For the control of this pest, the use of chemical insecticides is traditionally used, for this work the use of varieties resistant to pests is proposed, so the objective of this research was to determine the effects of corn genotypes in development time by *S. frugiperda*. Two maize genotypes Roque Nuevo Milenio and Querétaro x 106 Caimán were evaluated. 60 neonatal larvae were taken and fed daily with squares of each genotype; they were followed throughout their development until the death of the adults. Data were taken from the following variables: Percentage of pupae, weight of pupae, adult emergence, sexual proportion, adult longevity and period from larva to adult. The results show that for the Roque Nuevo Milenio genotype there was a reduction in the percentage of pupae formed, however, the life cycle was lengthened by more than 10 days with respect to the Querétaro x 106 caiman genotype. Therefore, it can be concluded that Roque Nuevo Milenio tends to show resistance to *S. frugiperda*.

Keywords: *genotypes, Spodoptera frugiperda, life cycle, genetic resistance*

INTRODUCCIÓN

Zea mays L., es un cultivo de los más importantes y representativos de México, desde un punto de vista alimentario, político, económico y social (SIAP, 2007). La producción de maíz en 2019 fue de 27 millones de toneladas, con una superficie sembrada de siete millones de hectárea, siendo Sinaloa el líder en producción con mas de seis millones de toneladas (Sader, 2020). El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es la plaga más importante del cultivo de maíz (Casmuz et al., 2010; Rangel et al., 2014). Las infestaciones más altas se presentan durante la etapa vegetativa, en la cual la larva se alimenta de tejidos en desarrollo, perforando las hojas, llegando a consumir en su totalidad el tejido foliar (Casmuz et al., 2010; Valdez-Torres et al., 2012). El daño económico de esta plaga generalmente es importante, ya que una infestación no controlada de *S. frugiperda* puede ocasionar una reducción del rendimiento de

13 a 60% (García, 2008). Su control se basa principalmente en el uso de insecticidas químicos como organofosforados y piretroides, aunque actualmente la gama de insecticidas disponible en el mercado es más amplia en relación a modos de acción (León-García *et al.*, 2012). Por consiguiente, el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos ha ocasionado un impacto severo en la salud humana, los ecosistemas agrícolas y la aparición de insectos resistentes a estos productos. (Gregor, 2008). Una alternativa al control químico es el uso de variedades resistentes a plagas, que pueden presentar la combinación de tres mecanismos: tolerancia, antibiosis y antixenosis, este último, se refiere a la no preferencia del insecto por la planta para oviposición, refugio o consumo (Saldúa y Castro, 2011). Por lo antes mencionado el objetivo de la presente investigación fue determinar los efectos de genotipos de maíz en el tiempo de desarrollo de *S. frugiperda*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento. Se realizó en el laboratorio de semillas Del Departamento de Ciencias Agropecuarias del TecNM-Roque, ubicado en la carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, 38110 Celaya, Guanajuato. En las coordenadas 20°34'44''N, 100°49'32''W.

Insectos: Para comienzo del experimento se estableció una colonia madre de *Spodoptera frugiperda*. Los muestreos se hicieron en lotes con nulo manejo agronómico, para así mismo evitar la resistencia de los insectos. Se colectaron larvas de *S. frugiperda* las cuales se conservaron en condiciones de laboratorio a 27 ± 2 °C, 50 % humedad relativa (HR) con un fotoperiodo de 16:8 horas luz: oscuridad. Las larvas se colocaron de manera individual en vasos de plástico del número "0" y fueron alimentadas con dieta artificial (Greene *et al.*, 1976). Las pupas obtenidas se colocaron en cámaras de oviposición hasta la salida de los adultos, los cuales fueron alimentados con una solución azucara al 15 % esto para asegurar la copulación y oviposición. Los huevos adquiridos se colocaron de manera individual en vasos de plástico del número "0" con dieta artificial. Se repitió el procedimiento anterior hasta alcanzar la F3 de *S. frugiperda*, esto con la finalidad de evitar la presencia de enemigos natural y tener individuos suficientes para su proseguir con el estudio.

Variedades: En cuanto a los materiales de maíz en estudio fueron, Roque Nuevo Milenio y Querétaro x 106 Caimán proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético del Instituto Tecnológico de Roque. Estos fueron sembrados en bolsas de polietileno color negro, de un volumen de 1.3 L, usando como sustrato una mezcla de peat most y lombricomposta en una relación de 70-30 % respectivamente. En cada bolsa se sembraron dos semillas de los genotipos de maíz ya mencionados, a una profundidad de 6-8 cm. Enseguida se etiquetaron con los datos correspondientes, a razón de las constantes precipitación que se dieron en la región no se contó con un calendario de riego solo se realizó esta labor cuando la planta lo requería, así mismo se fertilizo con 30 g de urea por planta, a 15 días de la siembra, las plantas se dejaron que crecer hasta la etapa de V6 y posteriormente se utilizaron para su estudio.

Efectos en el desarrollo de *S. frugiperda*: En vasos de plástico del número “0” se colocó una larva neonata de *S. frugiperda* la cual se alimentó con un cuadro de 1 cm² de cada material en estudio en etapa de V6 y se monitoreo diariamente hasta la emergencia de los adultos (Costa *et al.*, 2020). Se instalaron 60 larvas por cada genotipo. Al emerger, se evaluaron los siguientes parámetros biológicos: Porcentaje de pupas, peso de pupas (g), emergencia del adulto (%), proporción sexual (hembras/macho), longevidad del adulto (d) y período de larva a adulto (d).

Análisis estadístico: Con los valores de las variables de desarrollo y biología de *S. frugiperda* se hizo un análisis de varianza (ANVA) y posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha < 0,05$), para la separación de las medias. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa R-studio, versión 3.3.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico para el porcentaje de pupas muestra diferencia significativa entre las variedades en estudio, mientras que, para el peso de pupas no se encontró diferencia significativa. La variedad Queretaro x 106 caiman presenta el porcentaje de pupas más altos, con un valor medio de 94.3 %, por otro lado, la variedad Roque nuevo milenio muestra un porcentaje de 86.6 %. Estos resultados son superiores a los reportados en un estudio Evaluación de maíz para la resistencia a larvas de *Spodoptera frugiperda* realizado por Morales *et al.* (2021), quienes reportan un porcentaje de pupas formas de 80 %.

Cuadro 1. Comparación de medias del porcentaje de pupas y peso de pupas de *Spodoptera frugiperda* en dos variedades de maíz.

Variedad	% de Pupas	Pesos de pupas (g)
Roque Nuevo Milenio	86.6 ± 1.211 b	0.139 ± 0.016 a
Queretaro x 106 caiman	94.3 ± 1.032 a	0.127 ± 0.021 a

Medias seguidas con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $\alpha < 0.05$)

Los resultados del porcentaje de adultos emergidos y proporción sexual no presentaron diferencias significativas. Para el porcentaje de adultos emergidos Queretaro x 106 Caiman reporte un valor de 99.166 % de y 98.3 % para Roque Nuevo milenio. En lo que se refiere a la proporción sexual reporta el valor mayor en Roque Nuevo Milenio con 1.950 hembras por macho, mientras que, Queretaro x 106 Caiman muestra una proporción de 1.303 hembras por macho. Los resultados obtenidos por Costa *et al.* (2020) en una investigación de sobre la Resistencia de los genotipos a *Spodoptera frugiperda* reporta un 90 % como máximo en el porcentaje de adultos emergidos.

Cuadro 2. Comparación de medias del porcentaje de adultos y proporción sexual de *Spodoptera frugiperda* en dos variedades de maíz.

Variedad	% de adultos	Proporción Sexual ¹
Roque Nuevo Milenio	98.3 ± 4.082 a	1.950 ± 1.701 a
Queretaro x 106 caiman	99.166 ± 2.041 a	1.303 ± 0.163 a

Medias seguidas con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $\alpha < 0.05$). ¹Hembras por macho.

En el cuadro 3 se muestran los resultados para el tiempo de desarrollo de las fases del gusano cogollero, donde se puede observar que para L4, L5, L6, prepupa y pupa no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Por su parte en L1 Querétaro x 106 caimán obtuvo la media mas alta de 3.141 días y Roque Nuevo Milenio reporta el valor mas bajo con 2.1 días. En lo que se refiere a L2 Roque Nuevo Milenio muestra el periodo de desarrollo mas alto con 2.771 días y Querétaro x 106 caimán reporta un periodod de 2.358 días, para L3 Roque Nuevo Milenio sobresalió con un media de 3.266 días, mientras que, Querétaro x 106 caimán presentó un valor de 2.694, en el etapa de adulto Roque Nuevo Milenio tuvo un media mas alta con 10.4 días, por su parte, Querétaro x 106 caimán muestra el promedio mas bajo con 9.4 días y en el total de tiempo de desarrollo Roque Nuevo Milenio presento la media mas alta con 42.689 días y Querétaro x 106 caimán reporta el promedio menor con 31.277 días. Mientras que, en un trabajo realizado por Montezano *et al.* (2019) en Parámetros de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* reportan como valor promedio máximo de 48.81 días en el total de tiempo de desarrollo siendo mayor a los resultados de esta investigación.

Cuadro 3. Comparación de medias para las fases de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* en dos variedades de maíz.

Fase (Días)	Variedad	
	Roque Nuevo Milenio	Querétaro x 106 caimán
L1	2.1 ± 0.133 b	3.141 ± 0.111 a
L2	2.771 ± 0.172 a	2.358 ± 0.276 b
L3	3.266 ± 0.246 a	2.694 ± 0.531 b
L4	3.416 ± 0.267 a	3.222 ± 0.910 a
L5	6.223 ± 0.314 a	5.444 ± 1.181 a
L6	7.460 ± 1.658 a	7.166 ± 1.140 a
Pre-Pupa	1.031 ± 0.049 a	1.083 ± 0.204 a
Pupa	6.020 ± 1.431 a	6.166 ± 0.537 a
Adulto	10.4 ± 0.200 a	9.4 ± 0.860 b
Total	42.689 ± 1.829 a	31.277 ± 1.149 b

Medias seguidas con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $\alpha < 0.05$)

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados se puede concluir que Roque Nuevo Milenio presenta una mayor resistencia a *Spodoptera frugiperda*, puesto que mostro una reducción en el % de pupas y a largo tiempo de desarrollo. Lo que significa menos generaciones por ciclo de cultivo, reduciendo el número de aplicaciones de insecticidas.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor el Dr. José Francisco Rodríguez Rodríguez, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

A mis compañeros, quienes al pasar el tiempo fuimos fortaleciendo una amistad y creando una familia, muchas gracias por su colaboración, por convivir todo este tiempo conmigo, por compartir experiencias, alegrías, frustraciones, tristezas, peleas, celebraciones y múltiples factores que ayudaron a que hoy seamos una familia, por aportarme confianza y por crecer juntos en este proyecto, muchas gracias.

Por último, quiero agradecer, a mi familia y novia, en especial a mis padres, que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor y apoyo incondicional.

LITERATURA CITADA

SADER. (26 de Junio de 2014). *SADER*. Obtenido de Guanajuato, Delegación SADER.

SIAP. (23 de agosto de 2018). *SIAP*. Obtenido de Gobierno de México:
<https://www.gob.mx/asercia/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico?idiom=es>

SIAP. (7 de julio de 2020). *SIAP*. Obtenido de Gobierno de México :
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2007) Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996 - 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F. 208 p.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2011) Cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=215 (Mayo 2013).
- Sánchez J J, M M Goodman, C W Stuber (2000) Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ.c Bot*- 54:43-59.
- García-Uriguén P (2012) La Alimentación de los Mexicanos. Cambios Sociales y Económicos, y su Impacto en los Hábitos Alimenticios. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) D.F., México. 162 p.
- Paredes-López O, F Guevara-Lara, L A Bello-Pérez (2009) La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. *Ciencias* 92-93:60-70.
- FAOSTAT. 2013. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
- García-Gutiérrez, C.; González-Maldonado, M. B. y Cortez-Mondaca, E. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai*. 8(3b):57-70.
- González-Maldonado, M. B.; Gurrola-Reyes, J. N. y Chaírez-Hernández, I. 2015. Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. Colomb. Entomol.* 41(2):200-204.
- Rangel, N. J. C.; Vázquez R. M. F. y Del Rincón, C. M. C. 2014. Caracterización biológica y molecular de cepas exóticas de baculovirus SfNPV, con actividad bioinsecticida hacia una población mexicana del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Interciencia*. 39(5):320-326.
- Valdez-Torres, J. B.; Soto-Landeros, F.; Osuna-Enciso, T. y Báez-Sañudo, A. M. 2010. Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*. 46(2):399-410.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gomez, D. R., Roque-Specht, V. F., de Paula-Moraes, S. V., Peterson, J. A., & Hunt, T. E. (2019). Developmental parameters of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) immature stages under controlled and standardized conditions.

- López-Romero, G., A. Santacruz-Varela, A. Muñoz-Orozco, F. Castillo-González, L. Córdova-Téllez, y H. Vaquera-Huerta. 2005. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, México. *Interciencia* 30: 284-290.
- Oerke, E. C. 2006. Crop losses to pest. *J. Agric. Sci.* 144: 31-43.
- USDA/Foreign Agricultural Service. 2010. Grain: World Markets and Trade. Circular Series FG 05-10. 60 p.
- SIAP. 2009. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx/index>
- Casmuz A, Juárez ML, Socías MG, Murúa MG, Prieto S, Medina S, Willink E, Gastaminza G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4): 209-231.
- EPPO. 2020. *Spodoptera frugiperda* (LAPHFR). EPPO Global Database. En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/distribution> Fecha de consulta: diciembre de 2020.
- Chiriboga Morales, X., Tamiru, A., Sobhy, I. S., Bruce, T. J. A., Midega, C. A. O., & Khan, Z. (2021). Evaluation of African Maize Cultivars for Resistance to Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) Larvae. *Plants* 2021, 10, 392.
- Costa, E. N., Martins, L. O., Reis, L. C., Fernandes, M. G., & de Paula Quintão Scalon, S. (2020). Resistance of Cowpea Genotypes to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and Its Relationship to Resistance-Related Enzymes. *Journal of Economic Entomology*, 113(5), 2521-2529.

EFFECTO DEL REMOJO DE SORGO ROJO EN PEPSINA EN LA REDUCCIÓN DE COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

Alexis O Morado-Medina¹, Talina O. Martínez-Martínez^{2*}, Ramón Huerta-Zurita², María G. Herrera-Hernández², Juan G. Angeles-Núñez², Víctor Pecina-Quintero² y José L. Zárate Castrejon³.

¹Tecnológico Nacional de México, Campus Roque. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío. ³Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías. Sede Mutualismo. *Autor de correspondencia: martinez.talina@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El sorgo es un cultivo con gran potencial como alimento, en algunos países de Asia y África suele emplearse para la elaboración de alimentos; sin embargo, diversos autores han determinado que la digestibilidad de las proteínas de sorgo es menor a las de otros cereales y está asociada a la presencia de compuestos antinutricionales. Bajo esta perspectiva, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del remojo de granos de sorgo rojo var. Gavatero en el contenido compuestos antinutricionales. El grano de sorgo se puso en remojo con pepsina bajo las concentraciones 3000, 6000 y 9000 UE. Para determinar el efecto, se determinó el contenido de ácido fítico por el kit comercial K-PHYT de Megazyme® y taninos por la técnica descrita por Desphande y Cheryn (1985). Se determinó que, con el remojo en 3000 UE de pepsina, el contenido de taninos se redujo 6.5 veces y el ácido fítico en 78 %; por otro lado, la digestibilidad máxima se obtuvo con 6000 U.E. Estos resultados indicaron que el remojo en pepsina de sorgo permitió la disminución de los compuestos antinutricionales, pero aún se observó la disminución de digestibilidad de proteínas, por lo tanto, debe de buscarse otros métodos para incrementar esta variable.

Palabras clave: *Ácido fítico, digestibilidad, nutrición, taninos.*

ABSTRACT

Sorghum is a potential human food crop, in countries of Asian and African, it is used for food processing; however, authors have determined low digestibility of sorghum proteins associated to the presence of antinutritional compounds. The objective of this work was to evaluate the effect of soaking grains of red sorghum. variety Gavatero on the content antinutritional compounds. The sorghum grain was soaked with pepsin at concentrations 3000, 6000 and 9000 enzymatic units (EU). Was determined phytic acid by K-PHYT Megazyme®c kit and tannins by the method described by Desphande and Cheryn (1985). The results were: soaking with pepsin at 3000 EU permitted the reduction in 6.5 times of tannin content and the phytic acid in 78%; on the other hand, the maximum digestibility was obtained with 6000 E.U. These results indicated that soaking of sorghum pepsin allowed the reduction of antinutritional compounds, but the decrease in protein digestibility was still observed, therefore, other methods should be sought to increase this variable.

Keywords: *Digestibility, nutrition, phytic acid, tannins.*

INTRODUCCIÓN

El sorgo es un cultivo que principalmente se emplea para la alimentación de animales; sin embargo, en las últimas décadas países en vías de desarrollo emplean para la elaboración de diversos alimentos (Montes-García *et al.*, 2010). Algunos investigadores han dirigido estudios que permitieron obtener datos que siguieren su uso en la industria alimentaria, en función de que es un cultivo que aporta cantidades importantes de fibra y minerales, además presentan carbohidratos y almidones de difícil digestibilidad que lo hace idóneo para el consumo de personas con problemas metabólicos como la diabetes y obesidad, entre otros (Duodu, 2003); sin embargo, existen datos que demuestran que la presencia de compuestos fenólicos y fitatos interfieren en la digestibilidad de las proteínas al formar complejos. Uno de los desafíos para incluirlo en la dieta humana, es incrementar la digestibilidad de proteínas y disminuir los compuestos anti nutricionales (Montes-García *et al.*, 2010). Un proceso poco empleado que ha permitido el aprovechamiento del sorgo al causar efectos benéficos en sorgo es el remojo

de grano, pues ha demostrado la reducción de compuestos antinutricionales que a su vez permiten mayor aprovechamiento nutricional (Ocheme y Mikailu, 2011). Adicionalmente, existen trabajos que indican que agregar enzimas pueden mejorar el valor nutrimental, tal es el caso de las fitasas que son adicionadas a las formulaciones en alimentos balanceados para mejorar la disponibilidad mineral del sorgo (Frontela *et al.*, 2008). En este trabajo se determinó el efecto del remojo de grano de sorgo rojo en pepsina sobre la disminución de taninos, ácido fítico y digestibilidad de proteínas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Transformación de Alimentos, del Campo Experimental Bajío. Como material biológico se utilizó grano de sorgo variedad Gavatero de testa color rojo, desarrollado en el INIFAP y corresponden al Ciclo Otoño-Invierno 2017-2018, con procedencia de Rio Bravo Tamaulipas y Culiacán, Sinaloa, respectivamente. Como referencia se empleó sorgo variedad Gaviota de testa blanca desarrollado por el INIFAP y maíz blanco comercial que fue adquirido en un establecimiento de la Comunidad de San Juan de la Vega, Celaya, Guanajuato.

Determinación de proteína inicial y digestibilidad de proteína *in vitro*.

El contenido de proteína cruda se determinó de acuerdo con la metodología descrita por Villegas y Mertz (1971) por el método de Micro-Kjendahl. Para el proceso de digestibilidad de proteínas descrita por Axtell (1980), empleando 200 mg y 25 mL de pepsina (1%), la incubación se realizó a 37°C con agitación suave por 30 minutos. Se determinó la proteína residual por el método antes descrito.

El análisis estadístico se realizó empleando un análisis de varianza con comparación de medias Tukey, bajo un diseño factorial. Se empleó el software SAS 9.3.

Determinación de fitatos.

Para la detección de ácido fítico, se empleó el kit comercial K-PHYT de Megazyme®. La cantidad de fosfato inorgánico presente en la muestra se midió a una absorbancia de 655 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de Taninos

En cuanto al contenido de taninos en sorgo rojo var. Gaviota se determinó que existió diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tres tratamientos ($T_1=3000$ UE, $T_2=6000$ UE y $T_3=9000$ UE). La comparación de medias mostró que con 3000 y 6000 UE el contenido de taninos disminuyó 83%, en tanto bajo 9000 UE se alcanzó una disminución del 66 % (Figura 1), lo que demuestra que el remojo disminuyó el contenido de taninos. En tanto, en el sorgo blanco (Gaviota) y maíz blanco bajo los mismos tratamientos no se detectaron taninos. De forma general, los resultados que se obtuvieron al remojar el grano de sorgo en la solución de pepsina mostraron una disminución de 6.5 veces el contenido de taninos en comparación con el sorgo sin tratamiento, probablemente este comportamiento se atribuye principalmente al contacto con el agua como lo señala Ali *et al.* (2009), quien indicó que la exposición de compuestos antinutricios al agua puede disminuir su concentración y estos se pierden con el lavado antes de la cocción o su utilización como alimento.

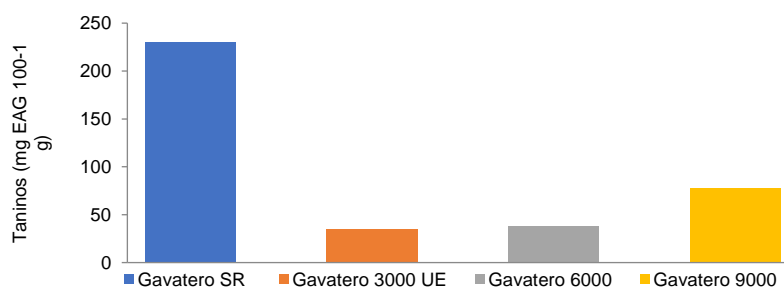


Figura 1. Efecto del remojo en pepsina (0, 3000, 6000 y 9000 UE) sobre el contenido de taninos en sorgo var. Gavatero.

Contenido de ácido fítico

De acuerdo al análisis de varianza, se observó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre tratamientos ($T_1=3000$ UE, $T_2=6000$ UE y $T_3=9000$ UE) con respecto al ácido fítico. La comparación de medias indicó que con el remojo con 3000 UE se obtuvo menor contenido de AF. En tanto que con 6000 y 9000 UE el contenido fue similar. En este sentido, se encontró que el contenido de este compuesto disminuyó en 78 % cuando se expuso con 3000 UE de pepsina y 69 % con 6000 y 9000 UE (Figura 2).

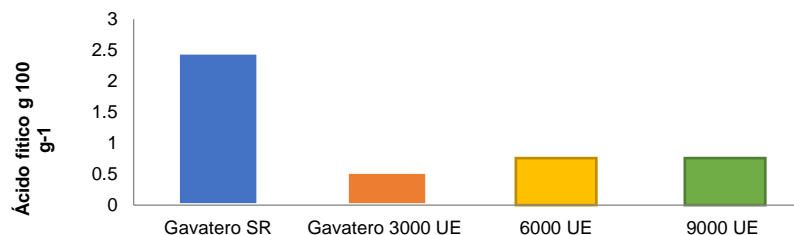


Figura 2. Efecto del remojo en pepsina (3000, 6000 y 9000 UE) de sorgo var. Gavatero sobre el contenido de AF.

En otra prueba, para determinar de forma general el efecto del remojo en pepsina con 3000 UE sobre sorgo Gaviota y maíz blanco, se obtuvo una disminución de 58 y 45 %, respectivamente. La disminución de AF de diversos cereales ha sido documentado por diferentes estudios donde se han demostrado reducciones de hasta más del 80 % (Ocheme y Mikailu, 2011). El uso de pepsina en el remojo no se ha registrado de forma directa, autores como Ojha *et al.* (2017) emplearon dos enzimas: diastasa y pepsina para acelerar el proceso de fermentación de harina de sorgo, lo que les permitió la reducción del 77 % de AF. En la actualidad para reducir el AF de granos que se usan en la elaboración de alimentos balanceados y panificación se pueden emplear fitasas (Frontela *et al.*, 2008).

CONCLUSIÓN

El remojo de grano de en la solución de pepsina a 3000 y 6000 UE mostraron una disminución de 6.5 veces el contenido de taninos en comparación con el sorgo sin tratamiento.

El contenido de ácido fítico disminuyó en 78 % cuando se expuso con 3000 UE de pepsina y 69 % con 6000 y 9000 UE.

Agradecimientos

El presente trabajo fue desarrollado con recursos otorgados a través del proyecto fiscal Desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de sorgo para consumo humano, No. SIGI 147163790.

LITERATURA CITADA

- Frontela C., Ros G. y Martínez C. (2008). Empleo de fitasas como ingrediente funcional en alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 53(8).
- Montes García, N., García Gracia, M.A., Castillo Tovar, H., Pecina Quintero, V., Anaya López, J.L. (2010). Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] blanco: alternativa para la alimentación humana. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Folleto Técnico Núm. 45. 42 p.
- Duodu, K. G., Taylor, J. R. N., Belton, P. S. and Hamaker, B. R. (2003). Factors affecting sorghum protein digestibility. Journal of Cereal Science. 38:117-131
- Ocheme O. B. and Mikailu E. G. (2011). Effect of Alkaline Soaking and Cooking on the Proximate, Functional and Some Anti-Nutritional Properties of Sorghum Flour (N.o 1). Federal University of Technology Minna. <https://www.thaiscience.info/journals/Article/AUJT/10817458.pdf>
- Ali, N., Eltinay, A., Elkhaila, A., Salih, O., and Yousif, N. (2009). Effect of alkaline pretreatment and cooking on protein fractions of a high-tannin sorghum cultivar. Food Chemistry, 114(2), 646–648. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.001>.
- Ojha P., Adhikari R., Karki R., Mishra A., Subedi U., Bahadur-Karki T. (2017). Malting and fermentation effects on antinutritional components and functional characteristics of sorghum flour. Food Science & Nutrition. 6(1):47-53.

EFFECTO EN LA OVIPOSICIÓN DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DIFERENTES VARIEDADES DE MAÍZ.

Erika Rodríguez Patiño¹; Claudia Cristina Alberto Pérez¹; Diego Martin Badillo García¹; Francisco Cervantes Ortíz²; Hugo Cesar Cisneros López²; José Francisco Rodríguez Rodríguez^{2*}

¹Estudiante de la carrera de agronomía. Tecnológico Nacional de México-Campus Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110. Celaya, Gto., México. ²Docente-Investigador TecNM-Roque. Departamento de Ciencias Agropecuarias. *Autor de correspondencia: francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

El maíz es uno de los cultivos más importantes en todo el mundo ya que constituye una de las fuentes principales de alimento de millones de personas, presenta diversas plagas, una de ellas es la *Spodoptera frugiperda*, conocida como gusano cogollero que causa graves daños en este cultivo, por lo tanto, grandes pérdidas para los agricultores. El objetivo fue evaluar efecto en la oviposición de *S. frugiperda* en dos diferentes variedades de maíz. Se evaluaron dos variedades Querétaro x 106 caimán y Roque 2020. Se tomaron 60 larvas neonatas de *S. frugiperda* y fueron alimentadas con recuadros de hojas de las variedades en estudio y se dio seguimiento hasta la emergencia de adultos. Para la oviposición se formaron 5 parejas de adultos de cada variedad, cada pareja fue colocada dentro de una cámara de emergencia, en donde ovipositaron y se tomaron datos del periodo de preoviposición, oviposición y post-oviposición, así como del número de masas y total de huevos en cada masa. Los resultados muestran que la variedad Roque 2020 presentó mayor preferencia en la oviposición al reportar el mayor número de huevos.

Palabras clave: Genotipos, maíz, oviposición *Spodoptera frugiperda*

ABSTRACT

Corn is one of the most important crops in the world since it constitutes one of the main sources of food for millions of people, it presents various pests, one of them is the *Spodoptera frugiperda*, known as the fall armyworm that causes serious damage to this cultivation, therefore, great losses for farmers. The objective was to evaluate the effect on oviposition of *S. frugiperda* in two different varieties of corn. Two varieties Querétaro x 106 caimán and Roque 2020 were evaluated. 60 neonate larvae of *S. frugiperda* were taken and they were fed with boxes of leaves of the varieties under study and they were followed up until the emergence of adults. For oviposition, 5 pairs of adults of each variety were formed, each pair was placed inside an emergency chamber, where they oviposited and data were taken from the pre-oviposition, oviposition and post-oviposition period as well as the number of masses and total of eggs in each dough. The results show that the Roque 2020 variety presented the highest preference in oviposition by reporting the highest number of eggs.

Keywords: *Genotypes, maize, oviposition, Spodoptera frugiperda.*

INTRODUCCIÓN

El maíz es la especie central en la alimentación y cultura de Centroamérica, considerándose como un elemento estratégico para la soberanía y seguridad alimentaria en sus distintas formas de usos y valores socioculturales de los mexicanos (Estrada *et al.*, 2017). A nivel nacional, el maíz es consumido en varias formas: en elote, en tlaxcal, tamales, bebidas fermentadas, pero principalmente en forma de tortilla (González, 2016). México se posiciona entre el quinto y séptimo lugar como productor de maíz a nivel global, pero el tercero como importador del mismo cereal para cubrir la demanda interna (SIAP, 2012). El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), es uno de los insectos plaga más dañinos en el cultivo de maíz debido a que se presentan en poblaciones elevadas, entre los daños que ocasiona se caracterizan por actuar como perforadores del tallo a la altura del cuello de la raíz, ocasionando de esta manera el marchitamiento de la planta, ya que afecta los haces vasculares dificultando el traslado de los nutrientes y agua, además actúa como barrenador del tallo de la planta y daña

los estigmas, las espigas y la mazorca; llegando a reducir hasta el 20 % del rendimiento (García, 2012). El principal medio de control por parte de los agricultores es la aplicación de productos químicos (Tejeda *et al.*, 2016). En la agricultura moderna los beneficios económicos son innumerables por el uso de plaguicidas sin tomar en consideración los diferentes desastres ecológicos que ocasionan este tipo de control, como la mala calidad de las plantas, la reducción de las especies benéficas, además la presencia nociva en los alimentos de origen vegetal y residuos de sustancias tóxicas en el aire, el suelo y el agua (Chango, 2013). El mejoramiento genético puede ser una herramienta útil para la obtención de cultivares resistentes; la resistencia del maíz a plagas, específicamente a *S. frugiperda*, puede deberse a uno o la combinación de tres mecanismos: tolerancia, antibiosis y antixenosis, este último, se refiere a la no preferencia del insecto por la planta para oviposición, refugio o consumo (Saldúa y Castro, 2011). Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue determinar los efectos en la oviposición de dos variedades de maíz sobre *S. frugiperda*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento: La presente investigación Los experimentos se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Roque en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Ciencias Agropecuarias con ubicación 20°34'44.89" N 100°49'32.38".

Insectos: Se inició con una colonia de *Spodoptera frugiperda* mediante una recolección de larvas en cultivos de maíz con un escaso manejo agronómico en el municipio de Celaya, Guanajuato, México. En vasos de plástico de número 0 se colocaron de manera individual las larvas y fueron alimentadas con dieta artificial hasta la transformación de pupas, posteriormente se colocaron en cámaras de emergencia (vaso de 1L cubierto internamente con papel destraza) para la emergencia de los adultos y su posterior oviposición. Este procedimiento se realizó durante las próximas tres generaciones, para la eliminación de enemigos naturales y tener individuos suficientes para su estudio.

Variedades: Los materiales de maíz en estudio fueron proporcionados por el programa de mejoramiento genético del instituto tecnológico de Roque. Estos fueron sembrados en bolsas

de polietileno de, usando como sustrato una mezcla de tierra y composta en una relación de 75-25% respectivamente. En cada bolsa se sembraron 2 semillas de los genotipos de maíz a una profundidad de 5-8 cm. Posteriormente las bolsas se etiquetaron con los datos correspondientes de cada genotipo. Los riegos se hicieron cada que fue necesario y una vez emergidas las plantas se dejaron crecer hasta la etapa de V8 y posteriormente se utilizaron para realizar el experimento.

Efectos en la oviposición: Las larvas neonatas se colocaron en vasos de plástico del número “0”, fueron alimentadas con material vegetal de la variedad de maíz Roque 2020 y Querétaro x 106 caimán, colocando 60 larvas por cada material. Fueron monitoreadas diariamente hasta la formación de pupas. Cuando los adultos emergieron fueron sexados y se formaron 5 parejas al azar de cada variedad de maíz con la que se alimentaron, con un total de 10 parejas, y fueron transferidas a cámaras de emergencia. Los adultos fueron alimentados con una solución de miel al 15%, se colocó en un vaso del número “0” donde en el interior que contenía algodón humedecido con dicha solución. Se tomaron registros diariamente del número de masas de huevecillos por genotipo y el número de huevecillos por masas hasta la muerte de los adultos.

Análisis estadístico: Con los datos obtenidos en la oviposición de *S. frugiperda* en los materiales de maíz se realizó un análisis de varianza (ANVA) y se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha < 0.05$), para la separación de las medias. El análisis estadístico se llevó a cabo en el programa computacional R versión 3.1.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del efecto en la biología de *S. frugiperda* muestran que en los periodos pre-oviposición oviposición y post-oviposición no presentaron diferencia significativa entre los materiales en estudio (Cuadro 1). Para la pre oviposición el material Querétaro x 106 caimán reporta el valor más alto con 2.4 días, mientras que, Roque 2020 muestra la media menor con 1.6 días. En lo que se refiere al tiempo de oviposición Roque 2020 presento el lapso de tiempo más largo con 6 días, por otro lado, Querétaro x 106 caimán presenta el menor tiempo con 5.6 días. Para el periodo de post oviposición Querétaro x 106 caimán muestra el promedio más alto con 2 días, por su parte, Roque 2020 reporto el valor más bajo con 1.8 días. Moreira reporta un periodo de oviposición de solo 3 días en lo cual difiere en este estudio. De acuerdo a los resultados de Kalyan *et al.*, (2020) en un estudio de la biología de *S. frugiperda* con una variedad de maíz, reportó una pre-oviposición, oviposición y post-oviposición de 3, 3 y 6 días respectivamente, lo cual difiere a los resultados obtenidos en el presente estudio ya que la pre-oviposición solo fue de 2.4 días, la oviposición con 6 días y una post-oviposición de 2 días.

Cuadro 1. Comparación de medias de los periodos de pre-oviposición oviposición y post oviposición de *Spodoptera frugiperda* en dos genotipos de maíz

Genotipo	Tiempo (Días)		
	Pre-oviposición	Oviposición	Post-oviposición
Roque 2020	1.6 ± 0.547 a	6.0 ± 1.581 a	1.8 ± 0.447 a
Querétaro x 106 caimán	2.4 ± 1.140 a	5.6 ± 1.516 a	2.0 ± 1.0 a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey ≤ 0.05)

En el Cuadro 2 se observan los resultados de la oviposición de *Spodoptera frugiperda*. El análisis estadístico muestra que, para masas de huevos, huevos/masas y total de huevo hay una diferencia significativa entre los materiales de estudio. Para el número de masas de huevos Querétaro x 106 caimán reporta el promedio mayor con 7.4 masas de huevos, mientras que, Roque 2020 presenta 5.2 masas de huevos. En lo que se refiere a los huevos/masas Roque 2020 reporta la media más alta con 138.256 huevos/masa, en cuanto que Querétaro x 106 caimán presento un valor de 63.635 huevos/masa. En el total de huevos donde el material Roque 2020 presento la mayor cantidad más alta con 728.2 huevos, por su parte Querétaro x 106 caimán presento 468.6 total de huevos. Estos resultados son superiores a los reportados

por Nogueira et al., (2018) en un estudio realizado sobre la preferencia en la oviposición de *S. frugiperda* en 8 materiales de maíz, donde presento una oviposición con máximo de 700 huevos. De acuerdo a Huerta-Valdovinos *et al.* (2016) en un estudio realizado sobre la preferencia en oviposición de *S. frugiperda* en 4 materiales diferentes de maíz, la cual presento una oviposición de 1664.4 huevos, siendo nuestros resultados inferiores a este estudio con un promedio total de 728 huevos aproximadamente. Por su parte Moreira, (2020) en el cual evaluó el ciclo de vida de *S. frugiperda* con 30 especímenes, reporto un promedio de 2 a 5 masas de huevos ovipositados y un total de 753 huevos.

Cuadro 2. Comparación de medias de los periodos de pre-oviposición oviposición y post oviposición de *Spodoptera frugiperda* en dos genotipos de maíz

Genotipo	Masas de huevos	Huevos / Masas	Total, de huevos
Roque 2020	5.2 ± 0.836 b	138.256 ± 17.771 a	728.2 ± 198.813 a
Querétaro x 106 caimán	7.4 ± 0.547 a	63.635 ± 5.548 b	468.6 ± 14.223 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey ≤ 0.05).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados se puede concluir que *S. frugiperda* tiene mayor preferencia en la oviposición sobre la variedad Roque 2020, mientras que en Queretaro 106 caiman se presentó una reducción del 35.65 %. Por lo que Queretaro x 106 caiman se puede considerar como resistente a *S. frugiperda*.

LITERATURA CITADA

- Chango Amaguaña, L. I. (2013). Control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) (Bachelor's thesis).
- Díaz, G. A. F. (2015). El juicio de los transgénicos. *Orbis, Rev. Científ. Cienc. Hum.* 10:17-30.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). (2016). Panorama Agroalimentario Maíz 2016. www.gob.mx (Consulta: mayo 2018).
- García-Gutiérrez, C., González-Maldonado, M. B., & Cortez-Mondaca, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai*, 8(3), 57-71.

- González-Cortés, N., Silos-Espino, H., Estrada Cabral, J. C., Chávez-Muñoz, J. A., & Tejero Jiménez, L. (2016). Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(3), 669-680.
- Pecina Martínez, J. A., Mendoza Castillo, M., López Santillán, J. A., Castillo González, F., Mendoza Rodríguez, M., & Ortiz Cereceres, J. (2011). Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. *Revista fitotecnía mexicana*, 34(2), 85-92.
- Ramírez, Z. R., Santillán, J. A. L., Hernández, E. O., Drouaillet, B. E., Martínez, J. A. P., del Carmen Mendoza, M., ... & Domínguez, J. A. M. (2016). Importancia de la resistencia del maíz nativo al ataque de larvas de lepidópteros. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 20(59-200).
- SAGARPA-SIAP. (2012). ¿de dónde viene nuestra comida? La agricultura, ganadería y pesca en México y el Mundo. Distrito Federal, México. 45-48 pp.
- Saldúa, V., & Castro, A. M. (2011). Expresión de la antibiosis y de la antixenosis contra el pulgón negro de los cereales (*Sipha maydis*) en cultivares comerciales de trigo. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 110(1), 1-11.
- Tejeda-Reyes, M., Solis-Aguilar, J., Díaz-Nájera, J., Peláez-Arroyo, A., Ayvar-Serna, S., & Mena-Baheba, A. (2016). Evaluación de insecticidas en el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* JE Smith (lepidoptera: Noctuidae) en maíz en Cocula, Guerrero. *Entomología mexicana*, 3(1), 391-394.

EFFECTOS DE DIFERENTES GENOTIPOS DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN Y CRECIMIENTO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* SMITH) (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE) EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.

Leonel Silva Venancio¹; Bibiana Pérez Moreno¹; Rafael Torres Vásquez¹; Luis Patricio Guevara Acevedo²; Francisco Cervantes Ortiz²; José Francisco Rodríguez Rodríguez^{2*}

¹Estudiante de la carrera de Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya- Juventino Rosas, Km. 8, C.P. 38110, Celaya, Gto., México. ²Docente-Investigador. Departamento de Ciencias Agropecuarias. TecNM-Roque. *Autor de correspondencia: francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

El maíz es uno grano de los más importantes económicamente y socialmente hablando siendo el cultivo de mayor producción en México y en todo el mundo, este cereal es de mayor consumo en la alimentación humana al igual para la ganadería teniendo un sin fin de derivados con lo que se puede utilizar; una problemática que presenta frecuentemente es a gusano cogollero. El objetivo del presente estudio es determinar la preferencia de alimentación de gusano cogollero a dos genotipos de maíz. Se evaluaron dos variedades de maíz fueron Roque Nuevo Milenio y Roque 2020. Se tomaron 60 larvas neonatas de gusano cogollero y fueron alimentadas con los materiales antes mencionados, diariamente se tomo registro del peso de la larva, comida suministrada y comida sobrante. Los resultados muestran que la variedad Roque 2020 presento menor supervivencia y menor consumo de alimentos en comparación a Roque Nuevo Milenio, por lo que se puede considerar que presenta resistencia al ataque del gusano cogollero.

Palabras clave: Genotipos de Maíz, Gusano Cogollero, Resistencia Genética

ABSTRACT

Corn is one of the most important grains economically and socially speaking, being the crop with the highest production in Mexico and throughout the world, this cereal is most consumed in human nutrition as well as for livestock, having an endless number of derivatives with it. that can be used; A frequent problem is the fall armyworm. The objective of the present study is to determine the feeding preference of fall armyworm to two maize genotypes. Two varieties of corn were evaluated: Roque Nuevo Milenio and Roque 2020. 60 neonatal fall armyworm larvae were taken and were fed with the aforementioned materials. A daily record was taken of the weight of the larvae, food supplied and leftover food. The results show that the Roque 2020 variety presented lower survival and lower food consumption compared to Roque Nuevo Milenio, so it can be considered that it presents resistance to the attack of the fall armyworm.

Keywords: *Corn Genotypes, Fall Armyworm, Genetic Resistance*

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea Mays*) es una planta de la familia de las gramíneas que forma parte de la cultura mexicana, está presente en las actividades económicas, sociales (Sánchez *et al.*, 2021), industriales y alimenticias, en comparación con otros granos que se producen en el país (Mercado, 2012). De acuerdo con cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el 54.5% del maíz blanco se produce en cuatro estados: Sinaloa, Jalisco, México y Michoacán y el 59.0% de la producción de maíces de otros colores se concentra en México y Chiapas. (SIAP, Maíz grano., 2019). Este cereal presenta diversos problemas fitosanitarios para su producción, dentro de las principales se encuentran las malezas, enfermedades e insectos plaga (Reséndiz *et al.*, 2016), estos últimos destacan debido al daño que ocasionan y se estima que provocan pérdidas en rendimiento de 30%, estos se presentan desde el establecimiento del cultivo hasta el almacenamiento del grano. (Valdez-Torres *et al.*, 2012). El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) es la plaga de mayor presencia en el cultivo de maíz. (Giron, 2020), así como en el sorgo y arroz, aunque también, en menor grado, hortalizas y algodón, entre otros cultivos. Es importante mencionar

que el principal método de control de insectos plaga son los insecticidas químicos. (González-Maldonado *et al.*, 2015). Los efectos que posee la aplicación de productos químicos sobre los sistemas de producción agrícola han sido adaptados efectivamente, siendo una estrategia de amplio espectro y de acción rápida. (Reséndiz *et al.*, 2016). Esto último ha favorecido a la contaminación con diversos efectos en el ambiente, provocando eliminación de enemigos naturales e inclusive intoxicación a la salud humana, además de ocasionar resistencia en plagas (León-García *et al.*, 2012). El uso de genotipos resistentes ha sido altamente valorado como alternativa en programas de fitomejoramiento por representar un método eficaz de control de plagas, causando efectos adversos sobre la biología de los insectos mejor conocida como antibiosis o haciendo que los insectos prefieran una planta menos que otro para alimentarse por lo general se le conoce como no preferencia (Zhu *et al.*, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto experimental se desarrolló en Laboratorio de Semillas con ubicación en el Instituto Tecnológico de México campus Roque, en Celaya, Gto., a una latitud 20.579462, altitud 1774 y a una altura 1765 Metros Sobre el Nivel del Mar. (MSNM). Para la cría de gusano cogollero, se realizó en condiciones controladas de humedad relativa al 80%, temperatura de 25 ± 2 °C, un fotoperiodo de 14:10 h (luz: oscuridad). Los muestreos de larvas de *S. frugiperda* fueron realizadas en lotes de maíz en el municipio de Celaya, Gto. Los individuos colectados se colocaron de forma individual en vasos de plástico del número 0 y fueron alimentadas con dieta artificial, hasta la formación de pupas, posteriormente se colocaron en cámaras de emergencia que consistió en contenedores de plástico de un volumen de 1 L, los cuales fueron forrados con papel destraza. Una vez emergidos los adultos se alimentaron con solución azucarada al 15 %. Este procedimiento se realizó durante 3 generaciones para evitar la presencia de enemigos natural y tener individuos suficientes de la misma edad para su estudio.

Se evaluaron dos variedades de maíz, Roque 2020 y Roque Nuevo Milenio. Cada una de las variedades en estudio se sembró en bolsas de polietileno negras de un volumen 5 L, como sustrato se empleó dos tercios de peatmoss y un tercio de lombricomposta. La fertilización se realizó a los 15 días de haber emergidos las plantas, aplicando 30 g de urea por planta. El

riego, se llevó a cabo cada vez que la planta lo requería. La planta se dejó crecer hasta su etapa fenológica de v6. Después de la eclosión de las de los huevecillos, se tomaron 60 larvas neonatas y fueron colocadas manera individual en vasos de plástico del número 0, con la finalidad de completar su ciclo larvario y evitando el canibalismo entre insectos y fueron alimentadas con cuadros de hoja de maíz en etapa de V6 de las variedades en estudio. Las larvas de *S. frugiperda* se mantuvieron en condiciones controladas de humedad relativa al 80%, temperatura de 25 ± 2 °C, un fotoperiodo de 14:10 h (luz: oscuridad). La comida fue intercambiada a diariamente durante todo el período larvario y se tomó registro de los siguientes datos, peso de la comida suministrada, peso de la comida sobrante, peso de la larva y tiempo de desarrollo para ciclo larval. Para la toma de pesos se realizó mediante una báscula digital marca Diamond (Max= 10 g; d=0.001g). Se empleó un diseño experimental completamente al azar con sesenta repeticiones y cada repetición va consistió de una larva de gusano cogollero. Posteriormente se calcularon los siguientes rasgos biológicos:

- $MLB = \sum \frac{B}{N} = \text{Biomasa media de la oruga.}$
- $TRC = CLW / (WM * T)$ $ECAI = (wf / CLW) * 100$
- $TCR = wf / (Wm * T)$
- $ECAI = (wf / CLW) * 100$

Donde:

B=Biomasa diaria, N=Duración del periodo larvario, TRC=Tasa relativa de consumo, TMC=Tasa metabólica de Crecimiento, ECAI=Eficiencia de conversación de Alimentos Ingeridos, T=Periodo de tiempo larvario, CLW=Peso de alimentos consumidos, Wf=Peso final de la oruga, Wm=Peso medio de la oruga.

Con los datos obtenidos de los rasgos biológicos del desarrollo larvaria de *S. frugiperda* se realizó un Análisis de Varianza (ANVA), Cuando esta indica diferencia significativa entre los tratamientos en estudio se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha < 0.0.5$) para la separación de las medias. Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa computacional R-studio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra la comparación de medias para el tiempo de desarrollo larvario y supervivencia de larvas de *S. frugiperda* en dos genotipos del maíz. El genotipo Roque 2020 presento el mayor tiempo de desarrollo con una media de 20.800 días; referente a Roque Nuevo Milenio mostro el valor más bajo para esta variable con un total de 20.066 días. Estos resultados son menores a los reportados por Alessandra Guedes *et al.* (2019), quienes en un estudio en la resistencia genética de doce genotipos de maíz dulce a *Sp frugiperda* reportaron un tiempo larvario medio por debajo de 49 días. Por otra parte, Roque 2020 muestra un menor porcentaje de supervivencia con una media de 54.996 %, por otra Roque Nuevo Milenio reporto una mayor supervivencia con un valor de 73.996 %. Guedes *et al.* (2019) presentaron un porcentaje menor con un 16.591 %. Por su parte Crubelati *et al.* (2019), reportan resultados mayores con un porcentaje de 74.088 %.

Cuadro 1. Comparación de medias del tiempo larvario y porcentaje de supervivencia de *Spodoptera frugiperda* en dos genotipos de maíz.

Genotipo	Tiempo Larvario (D)	Supervivencia (%)
Roque 2020	20.800 \pm 1.542 a	54.996 b
Roque Nuevo Milenio	20.066 \pm 1.306 a	73.996 a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0,05$)

La comparación de medias para el tiempo de desarrollo de biomasa, biomasa media, peso final y el total de alimento consumido por las larvas de *S. frugiperda* en 2 genotipos de maíz se muestra en el Cuadro 2. Roque 2020 presento el menor peso de biomasa de las larvas con 2.537 g, resultando como superiores a los obtenidos por Guedes *et al.*, (2019), donde reportaron una menor biomasa de larvas con un total de 0.225 g, siendo más bajo en comparación de los proporcionados por Crubelati *et al.*, (2019), con un promedio de 20.370 g. Roque Nuevo Milenio muestra la biomasa más alta con un 2.601 g. En la biomasa media roque 2020 obtuvo el menor promedio con un 0.121 g, resultando superior a 0.141g, datos obtenidos por Guedes *et al.*, (2019), referente a Roque Nuevo Milenio resulto la media más alta de 0.130 g. El peso final el genotipo de roque 2020 muestra el promedio más alto con 0.294 g, siendo este mayor al reportado por Guedes *et al.*, (2019), con un total de 0.235 g. Roque Nuevo Milenio nos muestra la masa más alta en total de alimento consumido con un 1.750 g

resultando menor porcentaje a los obtenidos por *Crubelati et al.*, (2019) con un total de 13.000 g en total de alimento consumido.

Cuadro 2. Comparación de medias de biomasa, biomasa media, peso final y el total de alimento consumido de *S. frugiperda* en dos genotipos de maíz.

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0,05$)

En el Cuadro 3 se muestran las medias del análisis de varianza para la Tasa Relativa de Consumo (TRC) y Eficiencia de conversación de Alimentos Ingeridos (ECAI) en los genotipos de maíz. Roque 2020 presento mayor Tasa Relativa de Consumo con una media de 0.390 g/g, mientras que Roque Nuevo Milenio presento un menor promedio de 0.103 g/g. Para la Tasa Relativa de Consumo en el genotipo de maíz Roque 2020 presento el más bajo con una masa de 0.117 g/g, mientras que Roque Nuevo Milenio presento más alto con una masa 0.670 g/g. Por último, la Eficiencia de Conservación de Alimentos Ingeridos en el genotipo de maíz Roque 2020 presento el porcentaje más alto con un promedio de 30.434 % mientras que Roque Nuevo Milenio mostro el porcentaje más bajo con un 0.103 %.

Genotipo	Biomasa (g)	Biomasa Media (g)	Peso Final (g)	Total de Alimento consumido (g)
Roque 2020	2.537 ± 0.314a	0.121 ± 0.011a	0.294 ± 0.044a	0.990 ± 0.196b
Roque Nuevo Milenio	2.601 ± 0.116a	0.130 ± 0.007a	0.267 ± 0.044a	1.750 ± 0.176a

Cuadro 3. Comparación de medias de tasa relativa de consumo (TRC), tasa de crecimiento relativo (TCR), y eficiencia de conversión de alimentos (ECAI) de *S. frugiperda* en dos genotipos de maíz.

Genotipo	TRC (g/g)	TCR (g/g)	ECAI (%)
Roque 2020	0.390 a	0.117 ± 0.012 b	30.434 a
Roque Nuevo Milenio	0.103 b	0.670 ± 0.045 a	15.560 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0,05$)

CONCLUSIONES

Los genotipos de maíz Roque 2020 y Roque nuevo milenio tienden a presentar resistencia debido al poco consumo de alimentos y el desarrollo deficiente de los insectos. Por lo tanto, estos son los genotipos que puede usarse en la reproducción genética de maíz, para resistencia del gusano cogollero.

LITERATURA CITADA.

- Díaz, J. L. (2010). *H-377*. Híbrido de maíz de grano blanco. Obtenido de <https://www.compucampo.com/tecnicos/h-377-maiz.pdf>
- Fernando., R. C. (2021). Evaluación de bioinsecticidas para el control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en condiciones de laboratorio. . Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7615>
- Mercado., J. M. (2012). *SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL MAIZ EN MEXICO*. Obtenido de http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf
- Nadiezhdá Ramírez-Cabral, G. M.-G. (2020). Aumento del número de generaciones de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) como indicador del calentamiento global. Obtenido de https://chapingo-cori.mx/zonas_aridas/zonas_aridas/article/view/r.rchsza.2020.11.01
- Sánchez-Navarrete, E. T., Castañeda, A., & Ma Dolores, B. (2021). *Rizobacterias para el mejoramiento del cultivo de maíz (Zea mays). Una tecnología prometedora para la producción de maíces criollos*. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/14363>
- SIAP. (2019). *Maíz grano*. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/maiz-grano/>

- Sierra-Macías, M., Palafox-Caballero, A., & Vázquez-Carrillo, G. (2010). Caracterización agronómica, calidad industrial y nutricional de maíz para el trópico mexicano. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000100003
- Trejo, A. H. (2020). *Importancia del control biológico de plagas en maíz (Zea mays L.)*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000400803&script=sci_arttext.
- Reséndiz, R. Z.; López, S. J. A.; Osorio, H. E.; Estrada D. B., Pecina, M. J. A.; Mendoza, C. M. C. y Reyes, M. C. A. (2016). Importancia de la resistencia del maíz nativo al ataque de larvas de lepidópteros. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 20(59):3-14.
- Turrent, F. A.; Cortes, F. J. I.; Espinosa, C. A.; Mejía, A. H. y Serratos, H. J. A. ¿Es ventajosa para México la tecnología actual de maíz transgénico (2010). *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(4):613-646.
- González-Maldonado, M. B.; Gurrola-Reyes, J. N. y Chaírez-Hernández, I. (2015). Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. Colomb. Entomol.* 41(2):200-204.
- Reséndiz, R. Z.; López, S. J. A.; Osorio, H. E.; Estrada D. B., Pecina, M. J. A.; Mendoza, C. M. C. y Reyes, M. C. A. (2016). Importancia de la resistencia del maíz nativo al ataque de larvas de lepidópteros. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 20(59):3-14.
- León-García, I.; Rodríguez-Leyva, E.; Ortega-Arenas, L. D. y Solís-Aguilar, J. F. (2012). Susceptibilidad de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a insecticidas asociada a césped en Quintana Roo, México. *Agrociencia*. 46(3):279-287.

EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA DE SORGO FORRAJERO EN RIEGO POR GOTEO

Yajaira Ramírez Rodríguez^{1*} Arturo Reyes González², José Ernesto Frías Ramírez³

¹Tecnológico Nacional de México campus Torreón-DEPI, carretera Torreón-San pedro km 75. Ejido Anna. CP. 27170, Torreón, México. *Estudiante de Posgrado. Ciencias en Irrigación. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Matamoros, Coahuila, México. ³TecNM campus Torreón-DEPI, Profesor Investigador. *Autor de correspondencia: yeji_america@hotmail.com.

RESUMEN

La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera del país. Por lo tanto, la producción de forraje es de vital importancia. Sin embargo, los forrajes son irrigados con riego por gravedad y bombeo siendo el agua el recurso limitante en la región por lo que debe ser aplicada con mayor eficiencia. El presente estudio se realizó en el Campo Experimental la Laguna (INIFAP), en el ciclo de verano 2020. El experimento se estableció con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en un arreglo de parcelas divididas. La parcela grande fueron tres tratamientos de riego y en las parcelas chicas los cultivos súper sorgo y sorgo silo miel. Las variables a evaluar fueron: altura de planta, las mediciones de índice de área foliar (IAF), producción de forraje verde y seco y eficiencia en el uso del agua. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SAS. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los resultados que presentaron mayores rendimientos de forraje verde y seco se registraron con el tratamiento de riego por inundación seguido del tratamiento del 100% de ET. En lo que se refiere a los rendimientos entre variedades de sorgo fueron muy parecidos.

Palabras claves: *Evapotranspiración, IAF, Eficiencia en el uso del agua, Rendimiento, Riego por goteo.*

ABSTRACT

The Comarca Lagunera is the main dairy basin of the country. Therefore, fodder production is of vital importance. However, the forages are irrigated with gravity irrigation and pumping, with water being the limiting resource in the region so it must be circulated more efficiently. The present study was carried out on the experimental field located in the National Institute of Forestry, Agricultural and Livestock Research (INIFAP), in the summer cycle in 2020. The experiment was established with a random block design repeated four times in an arrangement of divided plots. The large plot was formed by three irrigation treatments and in the small plots the crops super sorghum and sorghum silo honey. The variables to be evaluated were: plant height, leaf area index estimation (LAI), green and dry forage production and water use efficiency. The statistical analysis was performed with the SAS statistical program. For the comparison of means, the Tukey test ($P \leq 0.05$) was used. The results that presented higher efficiency of green and dry fodder were registered with the flood irrigation treatment followed by the treatment of 100% ET. Meanwhile the efficiency between sorghum varieties were very similar.

Keywords: *LAI, Evapotranspiration, Efficiency, Trickle irrigation, Water use efficiency.*

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango se destinan, en promedio, 45 000 ha para la producción de forrajes (alfalfa, maíz y sorgo), las cuales representan 61% de la superficie total regada con agua subterránea (SAGARPA, 1999). Sin embargo, en este lugar el agua es escasa para la producción de forraje. El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) presenta buena adaptabilidad y rendimientos aceptables, por lo que se le ha denominado “el cereal del siglo XXI” (Rodríguez, 2006). La Comarca Lagunera, ubicada en el Norte de México, presenta problemas agudos de escasez de agua y sobre-explotación de los mantos acuíferos. El deficiente control de extracciones, la carencia de fuentes adicionales para abastecer a las ciudades, la presencia recurrente de sequías y la competencia entre los usos alternativos del agua, son problemas que se agudizan cada vez más. Por otro lado, el sistema de riego por

goteo subsuperficial (RGS) es una alternativa para incrementar la eficiencia o productividad del agua en la agricultura, ya que minimiza la evaporación superficial e incrementa la eficiencia de aportación hídrica en la raíz (Lucero *et al.*, 2017), además de incrementar la producción en los cultivos. En la Comarca Lagunera al igual que otras partes del país se ha utilizado el sistema de riego por goteo para irrigar los cultivos forrajeros, incluyendo al cultivo de sorgo (González *et al.*, 2005), sin embargo, estas investigaciones se basan solo en el porcentaje de evapotranspiración de referencia (ET_o) (100, 80, y 60 %) la cual es afectada principalmente por las condiciones climáticas, sin tomar en cuenta las etapas de desarrollo del cultivo o coeficiente del cultivo (K_c).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se estableció en el Campo experimental La Laguna perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Matamoros Coahuila, México. Siendo la ubicación del sitio de estudio con coordenadas; 25° 32' N y 103° 14' O, con altitud de 1100 msnm (Figura 1).



Figura 1. a) Mapa de la Comarca Lagunera y b) Campo experimental La Laguna, parcela experimental.

Para la realización de esta investigación el material genético a utilizar fueron dos variedades de sorgo (super sorgo y sorgo silo miel). El diseño experimental fue una parcela dividida en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones donde la parcela grande fue el tratamiento de riego, riego por goteo subsuperficial (RGS) en las que se aplicó el 100, 80, y 60 % de la evapotranspiración (ET) y un testigo riego por inundación. El tratamiento del 100 % de ET se multiplicó por un K_c , mientras las parcelas chicas fueron los cultivos. La variable evaluada del índice de área foliar (LAI) se midió utilizando el ceptómetro PAR / LAI modelo Lp-80 de AccuPAR (Decagon Devices, Inc. Pulman, WA, EE. UU). La barra del ceptómetro se colocó en un ángulo de 45° a través del surco del cultivo para medir la interceptación de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) a lo largo de la barra, la cual se midió en cada parcela y tratamiento del cultivo se tomaron tres lecturas por punto por encima y por debajo del dosel del cultivo. Las lecturas se tomaron entre las 12:00 y 14:00 horas en días despejados para minimizar la radiación difusa del cielo por las nubes. Las mediciones se hicieron semanalmente. Las mediciones se hicieron semanalmente a partir de los 15 días después de la siembra (DDS). La altura de planta se midió con una cinta métrica en 2 plantas escogidas al azar en cada parcela y tratamiento durante todo el ciclo del cultivo, esta se tomó semanalmente. La producción de forraje verde y seco se estimó pesando 3 metros lineal en los 2 surcos centrales de cada tratamiento (4.56 m²), después se tomó una muestra de 700 gr y se secó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65°C durante 72 horas. Y la eficiencia de uso del agua se obtuvo dividiendo el peso de forraje seco cosechado (kg materia seca) por el volumen total de agua aplicado (m³) en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestra que las mayores alturas se obtuvieron con el tratamiento de riego por inundación y las menores con el 60 % de evapotranspiración (ET). Al igual que la altura los valores de índice de área foliar (IAF) fueron mayores en el tratamiento de inundación y los menores con el 60 % de evapotranspiración.

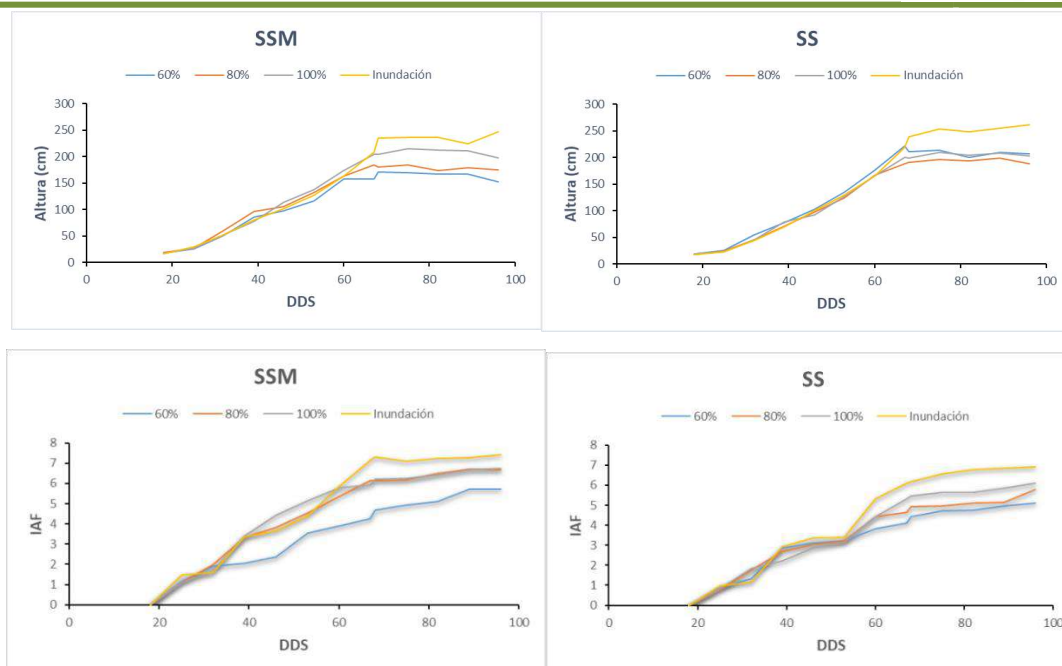


Figura 2. Comportamiento de la altura e IAF en cada híbrido bajo los diferentes tratamientos de riego.

En cuanto a los rendimientos los mayores valores se registraron con el tratamiento de riego por inundación seguido del tratamiento del 100 % de evapotranspiración. Y los valores más bajos fueron con el tratamiento del 60 % de evapotranspiración, y en lo que se refiere a los rendimientos entre variedades de sorgo fueron muy parecidos (Figura 3).

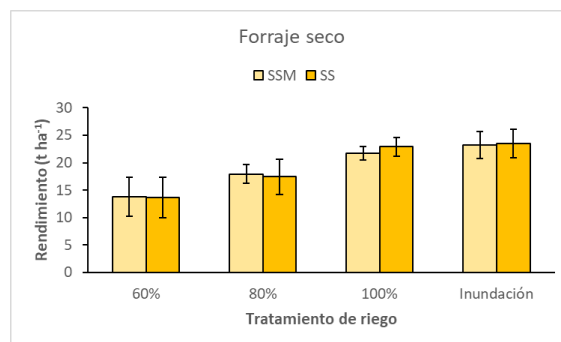


Figura 3. Rendimiento de forraje seco de sorgo ($t\ ha^{-1}$) bajo diferentes niveles de evapotranspiración durante el ciclo de verano 2020.

En lo que respecta a la eficiencia del uso del agua los mayores valores se obtuvieron con el tratamiento de 100 % de evapotranspiración. Sin embargo, la mayor eficiencia en el uso del agua fue con el tratamiento del 100% de ET. (Figura 4).

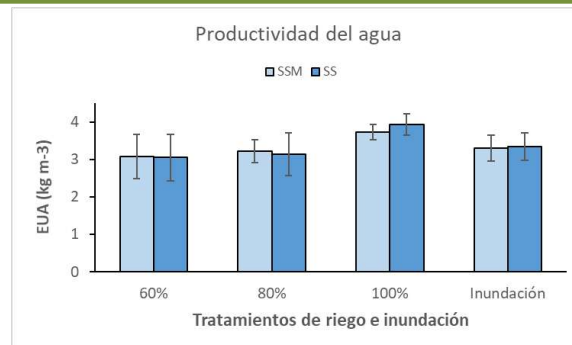


Figura 4. Eficiencia en el uso de agua (kg m^{-3}), bajo diferentes niveles de evapotranspiración durante el ciclo de verano 2020.

CONCLUSIONES

En el tratamiento de riego por inundación se obtuvieron los mayores valores de altura, índice de área foliar y rendimiento de forraje seco. Sin embargo, la mayor productividad del agua fue con el tratamiento del 100% de evapotranspiración.

LITERATURA CITADA

- González. J. P., Rubio. E., Calera. A, Cuesta., G. A., Moratalla. A., y Gilabert. M. (2005). Seguimiento de la Evapotranspiración mediante los Coeficientes de Cultivo desde Teledetección. Aplicación a Maíz y Trigo. XI Congreso Nacional de Teledetección. Puerto de la Cruz. Tenerife. P. 81-84.
- Lucero-Vega. G., Troyo-Diéguez. E., Murillo-Amador. B., Nieto-Garibay. A., Ruíz-Espinoza. H, F., Beltrán-Morañes. A, F., y Zamora-Salgado. S. (2017). Diseño de un sistema de riego subterráneo para abatir la evaporación en suelo desnudo comparado con dos métodos convencionales. *Agrociencia*. 51(5): 487-505.
- Rodríguez, A. N. (2006). Agricultura Urbana: Una expresión de la agricultura agraria cubana. En: *Las Investigaciones agropecuarias en Cuba cien años después*. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. p. 115.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (1999). *Anuario estadístico de la producción agropecuaria en la Región Lagunera*. Cd. Lerdo, Durango.

ELABORACIÓN DE COMPOSTA CON RESIDUO AGROINDUSTRIAL EN LA HUASTECA DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Rolando Ávila Ayala^{1*}, Juan Vargas Hernández¹ y Miguel Ángel Martínez Gamiño¹.

¹INIFAP, Campo Experimental San Luis, km 14.5 Carretera San Luis Potosí-Matehuala, C. P. 78431. Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez., S. L. P., México. Autor de correspondencia:

avila.rolando@inifap.gob.mx

RESUMEN

En La Huasteca Potosina, se generan residuos procedentes de la agroindustria con potencial de compostaje. En el INIFAP-C. E. San Luis, se realizó este estudio con el objetivo de validar el compostaje de residuos agroindustriales de la región y con diferente R C/N inicial. En el experimento se empleó lodo residual de naranja y bagazo de caña como fuentes de nitrógeno y carbono, respectivamente. La investigación inició en mayo 2021 en un predio de Axtla de Terrazas, S. L. P. Se utilizó el diseño de parcelas completas al azar y se evaluaron los tratamientos con lodo de cítricos, combinado con bagazo de caña y bagazo de caña como Testigo. Se realizó comparación estadística para las variables de: nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, carbono y R C/N. Los resultados mostraron significancia estadística en todas las variables. El Tratamiento 2 mostró mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio; el Testigo fue superior en carbono y materia orgánica. El compostaje es un proceso útil y viable para el aprovechamiento de residuos regionales de la agroindustria.

Palabras clave: *Agroindustria, bagazo, lodo residual, R C/N*

ABSTRACT

In, La Huasteca Potosina, waste is generated from agribusiness with composting potential. This study was carried out in the INIFAP-C. E. San Luis, with the objective of validating the composting of agro-industrial waste in the region and with a different initial R C / N. In the experiment, residual orange sludge and sugarcane bagasse were used as nitrogen and carbon

sources, respectively. This study began in May 2021 in Axtla de Terrazas, S.L. P. A complete random plots design was used and treatments with citrus mud, combines with cane bagasse, and cane bagasse as Control, were evaluated. Statistical comparison was made for: nitrogen, phosphorus, potassium, organic matter, carbon, and R C / N variables. Results showed statistical significance in all variables. T2 treatment showed higher content of nitrogen, phosphorus and potassium, while; Control treatment was superior in carbon and organic matter. Composting is a useful and viable process for using regional agro-industrial waste.

Keywords: *Agroindustry, bagasse, R C/N, residual sludge*

INTRODUCCIÓN

En San Luis Potosí, en la región conocida como La Huasteca, operan cuatro ingenios azucareros (Arcudia, *et al.*, 2018) y una planta procesadora de cítricos (CITROFRUT, 2018), donde transforman anualmente la producción de 70 mil hectáreas de caña de azúcar y 20 mil hectáreas de cítricos. De ambas agroindustrias se originan principalmente bagazos y lodos residuales. Esta gran variedad de residuos puede emplearse principalmente para la elaboración de compost. Benito *et al.* (2003) indican que el proceso de compostaje es una alternativa para estabilizar los lodos generados mediante el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, disminuyendo la actividad microbiana y los compuestos lábiles. López *et al.* (2015) elaboraron compostas de cáscara de naranja y bagazo de caña y posteriormente probaron bioensayos de fitotoxicidad en la germinación de hortalizas. Ávila y Martínez (2019), evaluaron diferentes mezclas de bagazo de caña, cachaza y lodo biológico de cítricos balanceados en la relación carbono-nitrógeno (R C/N) de 30:1 hasta 50:1. Encontraron mayor niveles de nitrógeno (18 kg ton^{-1}) y fósforo de (4.1 kg ton^{-1}) en el lodo de cítricos respecto al contenido de nitrógeno (9.6 kg ton^{-1}) y de fósforo (2.5 kg ton^{-1}) en el bagazo de caña. De esta manera, con base en la caracterización química de los materiales, los diferentes niveles de R C/N influirán en la velocidad de descomposición y la calidad nutrimental de las compostas. En la presente investigación se tuvo como objetivo validar el compostaje en lodo biológico de cítricos y bagazo de caña de azúcar con diferente R C/N inicial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en mayo de 2021 en el predio del productor Luis Morales Ibarra, ubicado en el ejido de Jalpilla Viejo, Axtla de Terrazas, S. L. P. Los materiales para la validación de composta fueron lodo secundario (biológico) de naranja y bagazo de caña. Los tratamientos utilizados fueron T0 = Testigo, bagazo de caña (R C/N 89:1); T1 = bagazo + lodo (R C/N 40:1); y T2 = lodo secundario de naranja (R C/N 30:1). De esta manera, se utilizó como base 1.30 m³ de material por unidad experimental. El método de compostaje usado fue el de pilas al aire libre. La aireación se realizó semanalmente mediante traspaleo de un lugar a otro y viceversa. A los 90 días se interrumpió el compostaje y posteriormente se extrajo una muestra de cada composta, que fueron etiquetadas y enviadas al laboratorio Fertilab S. A. de C. V., para determinar el contenido de: nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica y carbono, y asimismo, a partir de esos datos se calculó la R C/N. El diseño estadístico fue bloques al azar con tres réplicas y nueve unidades experimentales. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SAS 9.3. Cuando se encontraron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias de tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de compostas por contenido de nitrógeno, fósforo y potasio se presentan en la figura 1.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos para los tres nutrientes en el estudio. El nitrógeno se encontró con mayor contenido en el T2 (lodo residual con 34.9 kg ton⁻¹) respecto al Testigo (bagazo con 7.5 kg ton⁻¹). De igual manera, el fósforo fue superior en el T2 respecto al Testigo (3.3 kg ton⁻¹ vs 0.3 kg ton⁻¹). Aunque en el potasio los valores son bajos para las tres compostas, se observa que este nutriente se duplica en el T2 respecto al Testigo (2.0 kg ton⁻¹ vs 1.2 kg ton⁻¹). Castellanos *et al.* (2000) mencionan que las compostas suministran una cantidad considerable de N al suelo; las tasas de mineralización varían desde 10 hasta 50 %, dependiendo de su contenido de N. Los niveles de nitrógeno encontrados superan a los reportados por Ávila y Martínez (2019), pero son similares en fósforo y potasio.

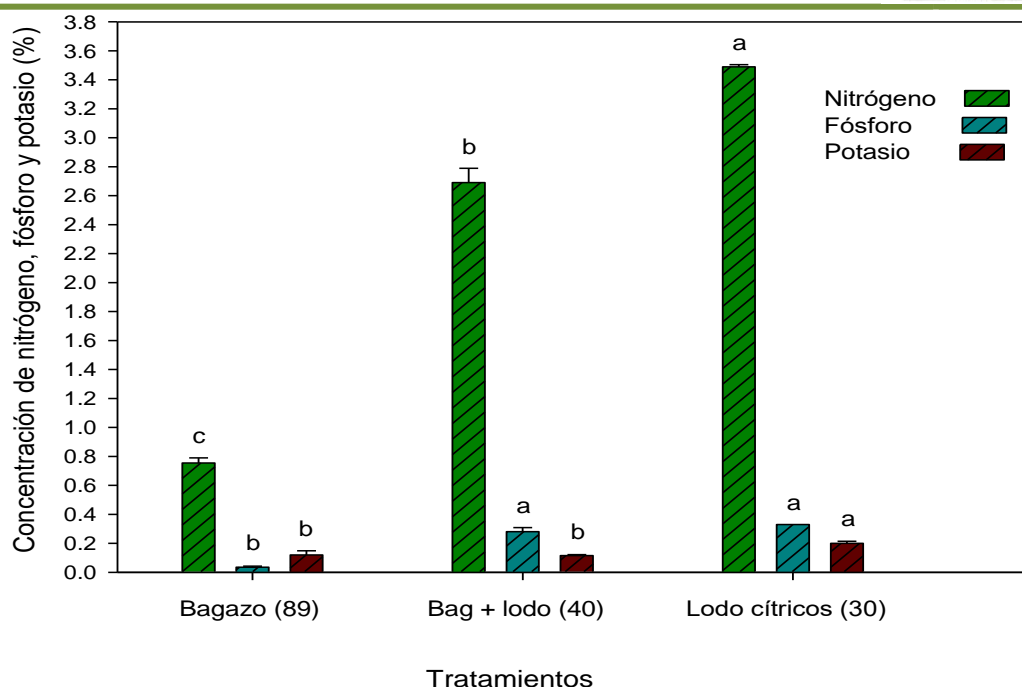


Figura 1. Resultado de laboratorio del comportamiento en nutrientes de compostas con diferente R C/N a 90 días después de establecidas.

El análisis de compostas para el contenido de carbono y materia orgánica, así como el cálculo en la R C/N de las compostas, se muestra en la figura 2.

En la degradación de la materia orgánica y el carbono se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$). Donde se observó menor la actividad microbiológica fue en el Testigo, ya que después del compostaje por 90 días tuvo concentración alta de carbono (56.7 %) y materia orgánica (97.7 %), en relación al T2 (27.6 % de carbono y 47.7 % materia orgánica).

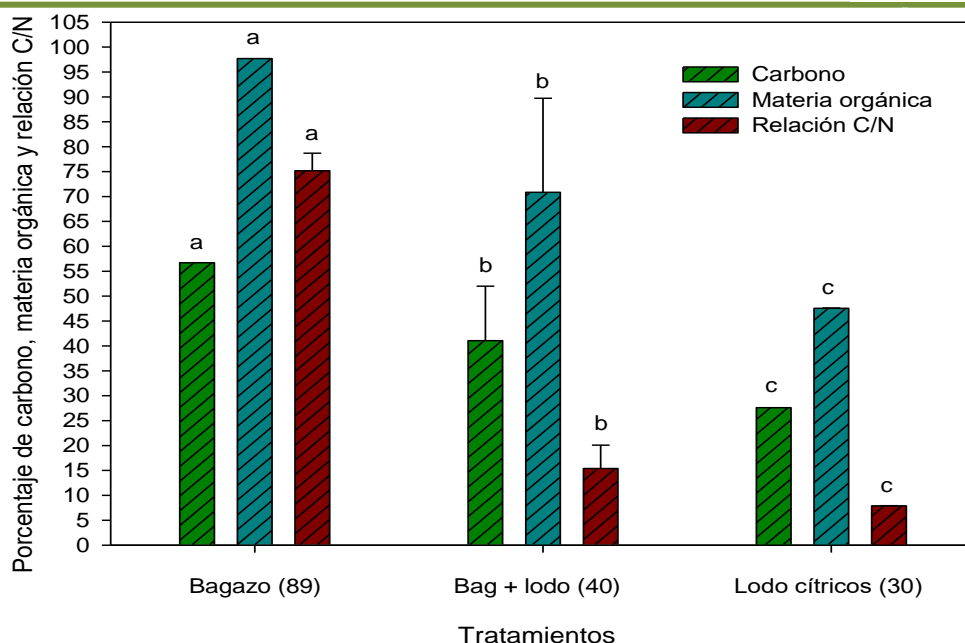


Figura 2. Concentración de carbono y materia orgánica, así como la R C/N final de los tratamientos a 90 días después de finalizado el compostaje.

De esta manera, la R C/N mostró diferencias significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos. De acuerdo al cálculo de este indicador, tuvo menor aceleración en la descomposición el Testigo (75:1) respecto al T2 (8:1). Una relación C/N apropiada para el desarrollo de los microorganismos responsables del compostaje está comprendida entre 25:1 y 35:1, siendo deseable una R C/N = 30 (Guo *et al.*, 2010). Regularmente la descomposición de la materia orgánica se detiene cuando llega a una R C/N entre 8-12. De acuerdo a los resultados obtenidos, estos son superiores para compostas similares evaluadas por Ávila y Martínez (2019).

CONCLUSIONES

El compostaje es una forma rápida y económica de aprovechamiento de residuos agroindustriales y su maduración es a través de la R C/N. El lodo de cítricos posee elevado contenido de nitrógeno y el bagazo de caña es fuente de carbono y materia orgánica; al mezclar estos materiales su calidad se potencia para su posible aprovechamiento como mejoradores de suelo.

LITERATURA CITADA

- Arcudia, H. C. E., Flores, A. H., Orta, F. S. B., y Torres, E. B. (2018). *Agricultura industrial en la Huasteca Potosina: la caña de azúcar*. *Rev. Académ. Invest.* TLATEMOANI. <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/index.html>.
- Ávila, A. R., y Martínez, G. M. Á. (2019). Uso de residuos agroindustriales en la elaboración de composta en La Huasteca Potosina. *Memoria del 44º Congreso Mexicano de la Ciencia del Suelo*. Aguascalientes, Ags., México: 115-121.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo N., y Palma, R. M. (2003). Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of pruning waste compost. *Biology and Fertility of Soils*. (37): 184-189.
- Citrofrut. (2018). *Exportan cítricos desde México*. <https://www.somosindustria.com/articulo/exportan-citricos-desde-mexico/>.
- Castellanos, J. Z., Uvalle, J. X., y Aguilar, S. A. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelo y planta. *Segunda edición*. INCAPA, San Miguel de Allende, Guanajuato, México. 220 p.
- Guo, R., Li, G., Jiang, T., Schuchardt, F., Chen, T., Zhao, Y., y Shen, Y. (2010). Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. *Bioresource Technology*. (112): 171-178.
- López, C. X. A., Robles, P. C., Velasco, V. V. A., Ruiz, L. J., Enríquez, del V. J. R., y Rodríguez, O. G. (2015). Propiedades físicas, químicas y biológicas de tres residuos agrícolas compostados. *Ciencia Ergo Sum*. (22): 145-152.

ESPECIES DE *Fusarium* PRESENTES EN CUATRO SUELOS AGRÍCOLAS DEL CENTRO DE MÉXICO

González-Chavira M.M.^{1*}, Pons-Hernández J.L.¹, Guerrero-Aguilar B.Z.¹, Zamudio-González B.², Gómez-Godínez L.J.³, Villordo-Pineda E.¹

¹Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE) del INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38110 Celaya Gto.; ²CIRCE-INIFAP-CE-Valle de México, Km. 13.5 Carretera Los Reyes Texcoco. Coatlinchán, Texcoco, Edo de México; ³Centro Nacional de Recursos Genéticos INIFAP, Boulevard de la biodiversidad 400, Rancho las Cruces, 47600 Tepatitlán de Morelos, Jal.

*Autor de correspondencia: gonzalez.mario@inifap.gob.mx

RESUMEN

Fusarium por su impacto en la producción agrícola es uno de los géneros de hongos más importantes en México y en el mundo. Para hacer más eficientes los métodos de control de este patógeno, es necesario conocer mejor la estructura de sus poblaciones. Buscando contribuir a este objetivo, se planteó este trabajo, que pretendía identificar las especies de *Fusarium* que están en cuatro suelos agrícolas de temporal del centro de México. Para esto, se muestrearon cuatro suelos con el método de “cinco de oros” a una profundidad de 0-30 cm. De las muestras obtenidas, se extrajo ADN total y se realizó un estudio metagenómico utilizando la secuenciación de los espacios intergénicos (ITS) de los genes ribosomales 18s y 28s. Los resultados indican una gran variación en el número de secuencias de *Fusarium* encontradas. El suelo con mayor cantidad de secuencias de ADN del género *Fusarium* fue el SU-12993 con 35,719 y el que menos tenía fue SU-13083 con 6,094, ambos del Edo. de México. Se encontró que las especies más abundantes fueron *F. equiseti*, *F. falciforme* y *F. oxysporum*, se detectaron especies específicas de un solo suelo y que las especies dominantes en cada uno de los suelos son variables. Se concluye que estos suelos presentan una importante diversidad de especies de *Fusarium* y que las especies más abundantes varía entre suelos.

Palabras clave: Genes ribosomales, ITS, metagenómica.

ABSTRACT

Fusarium for its impact on agricultural production is one of the most important fungal genera in Mexico and in the world. To make the control methods of this pathogen more efficient, it is necessary to better understand the structure of its populations. Seeking to contribute to this objective, this work was proposed, which aimed to identify the *Fusarium* species that are found in four seasonal agricultural soils in central Mexico. For this, four soils were sampled with the "five of golds" method at a depth of 0-30 cm. From the samples obtained, total DNA was extracted and a metagenomic study was carried out using the sequencing of the intergenic spaces (ITS) of the ribosomal genes 18s and 28s. The results indicate a great variation in the number of *Fusarium* sequences found. The soil with the highest amount of DNA sequences of the *Fusarium* genus was SU-12993 with 35,719 and the one with the least was SU-13083 with 6,094, both from Edo. Mexico. It was found that the most abundant species were *F. equiseti*, *F. falciforme* and *F. oxysporum*, specific species of a single soil were detected and that the dominant species in each one of the soils are variable. It is concluded that these soils present an important diversity of *Fusarium* species and that the most abundant species vary between soils.

Keywords: *ITS, metagenomics, ribosomal genes*

INTRODUCCIÓN

Fusarium es un hongo saprófito de distribución cosmopolita, habitante natural en todos los tipos de suelo. Este género es conocido en la agricultura, porque varias de sus especies son fitopatógenas que reduce la calidad y el rendimiento de las cosechas (Nicolaisen *et al.*, 2009). El manejo de las enfermedades causadas por este género, es frecuentemente usando cultivares resistentes y la rotación de cultivos. Si se considera que, la eficiencia y durabilidad de estas medidas de control depende, de las especies causantes de la enfermedad y su variación genética, entonces sería importante su identificación, la valoración de su diversidad y conocer su distribución en hospederos y/o regiones particulares (McDonald and Linde, 2002). Actualmente, para estudiar estos aspectos de *Fusarium*, existe el análisis molecular que

involucra herramientas de biología molecular, como el aislamiento directo del ADN del suelo, la amplificación y secuenciación de los genes ribosomales. Con base a lo anterior se plantea este trabajo, con el objetivo de identificar las especies de *Fusarium* que ocurren en cuatro suelos agrícolas de temporal del centro de México, utilizando la secuenciación de los espacios intergénicos (ITS), de los genes ribosomales 18s y 28s.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo de suelos. Se muestrearon al azar cuatro suelos agrícolas de temporal, del centro de México (Cuadro 1), el muestreo se realizó con el método de “cinco de oros” abarcando la totalidad de la parcela, se tomaron con una pala cinco submuestras a una profundidad de 0 - 30 cm. Buscando tener la mayor representatividad y uniformidad dentro cada parcela. Las submuestras se mezclaron en un recipiente de plástico, retirando piedras y terrones. De esta mezcla se tomó el suelo necesario para la extracción del ADN.

Cuadro 1. Ubicación de los cuatro suelos agrícolas de temporal utilizados en este estudio.

SU-12993	Agrícola	Edo. de México	La Concepción	0-30
SU-13083	Agrícola	Edo. de México	San Antonio Bonixhi	0-30
SU-13237	Agrícola	Guanajuato	Los Martínez	0-30
SU-13199	Agrícola	Hidalgo	San Pedro Tlaquilpan	0-30

Obtención de material genético.

Las muestras se homogenizaron tamizándolas secuencialmente por cedazos con poros de 2 mm y 1 mm. Durante este proceso se eliminaron restos de tejidos vegetales, insectos y piedras. Para la purificación del ADN genómico, se utilizaron 250 mg de suelo por muestra, procesándolas siguiendo las indicaciones del fabricante del kit ZymoBIOMICS™ DNA Miniprep Kit (Catalogo No. D4300T). La calidad del ADN extraído se analizó mediante electroforesis en geles de agarosa 0,8% y se cuantifico utilizando un NanoDrop™ 2000 (Thermo Scientific). Finalmente, todas las muestras se ajustaron a un contenido total de 500 ng de ADN genómico por muestra de suelo, con cociente DO 260/280 de al menos 1.8 y diluido en agua destilada estéril a una concentración >20 ng/μl.

Generación de librerías y secuenciación.

Una vez que se contó con el material genético, las muestras fueron enviadas al Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO) para la generación de las librerías y la secuenciación de los amplicones. Los amplicones se obtuvieron de los espacios intergénicos (ITS), que son las regiones más divergentes de los genes ribosomales 18s y 28s. Los iniciadores utilizados fueron los diseñados por White *et al.* en 1990, conocidos como ITS1/ITS 4 los cuales amplifican la región total ITS (ITS1-ITS2, incluyendo el gen 5.8S). La longitud promedio de los amplicones secuenciados fue de ± 600 bases; por ambos extremos (Paired-end), en formato de 2x300, en el sistema Illumina. El LANGEBIO realizó el servicio de asignar las lecturas pareadas de cada muestra a archivos individuales con base en una secuencia identificadora. La misma empresa se encargó de remover el identificador de cada secuencia, así como la secuencia de los oligos, dejándonos únicamente las lecturas “limpias”. Generaron 40 archivos fastq.gz (Read 1 y Read 2), para posteriormente formar 20 archivo de análisis. Una vez obtenidos, cada amplicón se analizó con la base de datos <https://rdp.cme.msu.edu/>; utilizando herramientas bioinformáticas de clasificación jerárquica para cada muestra. Con cada archivo de clasificación y clasificación jerárquica se llevó a cabo un análisis estadístico y se generó un reporte en formato html.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del ADN. La calidad y cantidad del ADN genómico obtenido de cada muestra de suelo fue la requerida para realizar este análisis. El ADN obtenido de los microorganismos del suelo fue de alto peso molecular, lo que significa que su integridad es la necesaria para obtener mejores resultados.

Especies encontradas.

De acuerdo a la información del Cuadro 2, en los 4 campos muestreados se identificaron en total 68,488 secuencias pertenecientes del Género *Fusarium*. El suelo con mayor cantidad de especies de *Fusarium* fue el SU-12993 con 35,719 y el que menos tenía fue SU-13083 con 6,094 secuencias de ADN, ambos del Edo. de México. En los cuatro suelos se lograron identificar 46 especies, se puede apreciar que, del total de especies, las más abundantes fueron *F. equiseti* con 33,894 secuencias, seguida de *F. falciforme*, *F. oxysporum* con 9,261 y 7,912 individuos respectivamente.

Cuadro 2. Cantidad total de especies de *Fusarium* identificadas en cuatro suelos agrícolas de México.

Especies/Suelos	SU-12993	SU-13083	SU-13199	SU-13237	TOTALES/Sp.
<i>acutatum</i>	1710	88	218	1062	3078
<i>andiyazi</i>	7	2	1	1	11
<i>annulatum</i>	53	27	151	85	316
<i>armeniacum</i>	8	2	2	2	14
<i>arthrosporioides</i>	20	3	28	15	66
<i>asiaticum</i>	0	23	1	26	50
<i>avenaceum</i>	42	0	46	220	308
<i>beomiforme</i>	216	151	110	39	516
<i>biseptatum</i>	39	8	87	79	213
<i>brachygibbosum</i>	6	516	180	6	708
<i>brasiliense</i>	484	11	2	124	621
<i>brevicatenulatum</i>	0	1	0	0	1
<i>cerealis</i>	124	144	39	136	443
<i>chlamydosporum</i>	1258	181	140	117	1696
<i>commune</i>	0	0	0	1	1
<i>concentricum</i>	0	0	2	0	2
<i>concolor</i>	42	6	58	7	113
<i>cuneirostrum</i>	87	18	33	129	267
<i>delphinoides</i>	1	1	141	5	148
<i>dimerum</i>	17	0	11	0	28
<i>domesticum</i>	3	0	1	306	310
<i>equiseti</i>	24987	3510	2486	2911	33894
<i>falciforme</i>	11	316	8929	5	9261
<i>fujikuroi</i>	0	0	0	1	1
<i>incarnatum</i>	39	8	2	5	54
<i>kyushuense</i>	80	33	25	76	214
<i>lactis</i>	2	8	37	8	55
<i>larvarum</i>	99	23	398	88	608
<i>lunatum</i>	4	1	81	12	98
<i>merismoides</i>	113	35	109	25	282
<i>nisikadoi</i>	4	0	0	0	4
<i>nygamai</i>	715	449	511	119	1794
<i>oxysporum</i>	3997	266	670	2979	7912
<i>poae</i>	10	0	39	12	61

<i>polyphialidicum</i>	36	6	17	6	65
<i>pseudograminearum</i>	0	0	2	1	3
<i>proliferatum</i>	7	0	0	2	9
<i>pseudonygamai</i>	61	26	162	97	346
<i>redolens</i>	63	7	15	0	85
<i>solani</i>	201	24	793	102	1120
<i>sporotrichioides</i>	2	0	1	0	3
<i>thapsinum</i>	1	0	1	0	2
<i>torulosum</i>	653	91	98	130	972
<i>tricinctum</i>	4	0	1	6	11
<i>udum</i>	0	1	0	0	1
<i>venenatum</i>	162	19	34	574	789
<i>sp</i>	351	89	928	566	1934
TOTALES/Suelos	35719	6094	16590	10085	68488

Por otro lado, se puede apreciar que hay especies que solo se encontraron en un suelo. Esta variación era la esperada ya los suelos muestreados difieren en varios factores de los cuales depende el desarrollo de *Fusarium* (Lacey, 1989). Se encontró, en base a su abundancia, cuantificada por el número de secuencias encontradas, el cambio de especies dominantes. Se puede apreciar que en los suelos del Valle de México (SU-12993 y SU-13083), *F. equiseti* fue la especie más abundante, los reportes señalan que este hongo es considerado un saprófito y que eventualmente puede ser un patógeno débil en cereales (Summerell *et al.*, 2003). En el suelo ubicado en Guanajuato (SU-13237) el más abundante fue *F. falciforme*, esta especie se reportado en México que afecta a cebolla, papaya, maíz y frijol (Douriet-Angulo *et al.*, 2019; Díaz-Nájera *et al.*, 2021). En el suelo de Hidalgo (SU-13199), se encontró como la especie dominante a *F. oxysporum* que es una de las especies patogénicas más importantes de este género, es señalada como una de las principales responsables de la muerte por marchitez y pudrición de raíz en varias especies agrícolas (Agrios, 2005).

CONCLUSIONES

Se encontró que los suelos presentan una importante diversidad de especies de *Fusarium*.

Las especies más abundantes de *Fusarium* varía entre suelos.

Agradecimientos

Los resultados son parte del proyecto: “Asistencia técnica a productores beneficiarios del programa producción para el bienestar”, No. De SGI 14311735194.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology, (5 th ed.), Academic Press.
- Díaz-Nájera, J.F., Ayvar-Serna, S., Mena-Bahena, A., Baranda-Cruz, E., Vargas-Hernández, M., Alvarado-Gómez, O.G., and Fuentes-Aragón, D. 2021. First Report of *Fusarium falciforme* (FSSC 3+4) Causing Wilt Disease of *Phaseolus vulgaris* in Mexico. Plant Dis. 105:710.
- Douriet-Angulo, A., López-Orona, C.A., López-Urquidez, G.A., Vega-Gutiérrez, T.A., Tirado-Ramírez, M.A., Estrada-Acosta, M.D., Ayala-Tafoya, F., and Yáñez-Juárez, M. G. 2019. Maize Stalk Rot Caused by *Fusarium falciforme* (FSSC 3 + 4) in Mexico. Plant Dis. 103:2951.
- Lacey, J. 1989. Pre- and post-harvest ecology of fungi causing spoilage of food and other stored products. Journal of Applied Bacteriology. Symposium Supplement. 11S-25S.
- McDonald, B.A. and Linde C. 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. Annu Rev Phytopathol. 40(1): 349-379.
- Nicolaisen, M., Suproniene, S., Nielsen, L.K., Lazzaro, I., Spliid, N.H. and Justesen, A.F. 2009. Real-time PCR for quantification of eleven individual *Fusarium* species in cereals. J Microbiol Methods. 76(3):234-40.
- Summerell, B.A., Salleh, B. and Leslie, J.F. 2003. A Utilitarian Approach to *Fusarium* Identification. Plant Disease Vol. 87 No. 2. p. 117 – 128.
- White, T.J., Bruns, T., Lee S., Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols: a guide to methods and applications. (Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds). Academic Press, New York, USA: 315–322.

ESTABLECIMIENTO *in vitro* DE SEMILLAS DE AGAVE MEZCALERO (*Agave cupreata* TRELL)

Gilberto Espinoza Quiroz^{1*}; Alejandro Bautista Romero¹; José Diego Barcenás Torres¹; Cesar Javier Lumbreras Bautista¹; Fabiola Monserrat Valenzuela Montoya² y Eduardo Rivas Ramírez²

¹Investigador, Tecnológico Nacional de México-ITVM, ²Estudiantes, Tecnológico Nacional de México-ITVM.

*Autor de correspondencia: gilberto.eq@vmorelia.tecnm.mx

RESUMEN

En México, la demanda de plantas de agave para la elaboración de mezcal se ha incrementado en los últimos años. Esto ha provocado la sobreexplotación de las poblaciones naturales, lo que pone en riesgo la perpetuidad de la especie, cuya semilla presenta germinación baja en condiciones naturales. La carencia de un sistema eficiente de propagación de plantas sanas, se crea la necesidad de buscar otras alternativas como lo es la propagación *in vitro*, al obtener plantas de calidad; sin embargo, no se cuenta con un protocolo eficiente para la germinación de semillas de agave. El objetivo fue definir un protocolo de germinación *in vitro* de semillas de agave mezcalero que permitan incrementar los porcentajes de germinación y obtener plantas de buena calidad. Para ello se establecieron tres experimentos: en el primero se evaluó el efecto combinado de 5 niveles de pH en el medio de cultivo (5.3, 5.5, 5.7, 5.9 y 6.1) y tres períodos de remojo de las semillas en agua (0, 12 y 24 h). Se generaron 15 tratamientos y 20 repeticiones, en un Diseño experimental Completamente al Azar, con arreglo factorial. El segundo experimento se definió un protocolo de desinfección de las semillas; se probaron concentraciones de desinfectantes y fungicidas; se generaron 20 tratamientos. En el tercero se evaluaron cinco concentraciones de sacarosa en el medio de cultivo, (0, 10, 20, 30 y 40 g L⁻¹), ambos experimentos bajo un diseño completamente al azar. Las semillas germinaron en un medio de cultivo líquido (MS, 1962) modificado, y en oscuridad a temperatura de 22-28 °C. Las variables evaluadas fueron: días y *porcentaje de germinación*, longitud de brote y porcentaje de contaminación. Estadísticamente no hubo efecto significativo del pH en los días a germinación; en cambio, el remojo de las semillas por 12 o 24 horas redujeron el período (8.04 y 8.68 días, respectivamente). Se obtuvo la mayor longitud del brote (11.22 cm) con las

semillas sin remojar. Estadísticamente, el tratamiento de desinfección de la semilla no redujo los días a germinación; La desinfección de la semilla con Captán® 2 g L⁻¹ + 2 g L⁻¹ Agrimycin®, generaron el mejor porcentaje de germinación 68.3 % y la mayor longitud de brotes (9.2 cm). La mezcla de Captan® 2 g L⁻¹ + 10 % de cloralex® disminuyó el porcentaje de contaminación al 10 % y permitió la obtención de 90 % de explantes libres de patógenos. Al aplicar 30 g L⁻¹ de sacarosa promovió la rápida germinación (7.45 día), pero la ausencia de sacarosa en el medio de cultivo promovió el 66.6 % de germinación y disminuyó el porcentaje de contaminación al 25 %, promovió la mayor longitud de los brotes (8.56 cm). Se concluye que la germinación *in vitro* de semillas de *A. cupreata* es una alternativa viable para incrementar al 100 % los porcentajes obtenidos *ex vitro*.

Palabras clave: *Agave cupreata*, *agave mezcalero*, *germinación in vitro*.

ABSTRACT

In Mexico, the demand for agave plants for the production of mezcal has increased in recent years. This has caused the overexploitation of natural populations, which endangers the perpetuity of the species, whose seed has low germination under natural conditions. The lack of an efficient system for the propagation of healthy plants creates the need to look for other alternatives such as in vitro propagation, when obtaining quality plants; however, there is no efficient protocol for the germination of agave seeds. The objective was to define an in vitro germination protocol for mezcal agave seeds that allow increasing germination percentages and obtaining good quality plants. For this, three experiments were established: in the first, the combined effect of 5 pH levels in the culture medium (5.3, 5.5, 5.7, 5.9 and 6.1) and three periods of soaking the seeds in water (0, 12 and 24 h). 15 treatments and 20 repetitions were generated, in a Completely Randomized experimental design, with factorial arrangement. The second experiment defined a seed disinfection protocol; concentrations of disinfectants and fungicides were tested; 20 treatments were generated. In the third, five concentrations of sucrose in the culture medium were evaluated, (0, 10, 20, 30 and 40 g L⁻¹), both experiments under a completely random design. The seeds germinated in a modified liquid culture medium (MS, 1962), and in the dark at a temperature of 22-28 ° C. The variables evaluated were: days and percentage of germination, length of sprout and percentage of contamination. Statistically

there was no significant effect of the pH in the days to germination; on the other hand, soaking the seeds for 12 or 24 hours reduced the period (8.04 and 8.68 days, respectively). The longest shoot length was obtained (11.22 cm) with the seeds not soaked. Statistically, the seed disinfection treatment did not reduce the days to germination; Seed disinfection with Captán® 2 g L⁻¹ + 2 g L⁻¹ Agrimycin®, generated the best germination percentage 68.3% and the longest shoot length (9.2 cm). The mixture of Captan® 2 g L⁻¹ + 10% of cloralex® decreased the percentage of contamination to 10% and allowed obtaining 90% of pathogen-free explants. Applying 30 g L⁻¹ of sucrose promoted rapid germination (7.45 days), but the absence of sucrose in the culture medium promoted 66.6% of germination and decreased the percentage of contamination to 25%, promoted the greater length of the shoots (8.56 cm). It is concluded that the in vitro germination of *A. cupreata* seeds is a viable alternative to increase the percentages obtained *ex vitro* to 100%.

Keywords: *Agave cupreata*, *agave mezcalero*, *in vitro* germination.

INTRODUCCIÓN

El *Agave* es una planta típica de los ecosistemas áridos y semiáridos de México, alrededor del 75% de las especies de este Género son endémicas de nuestro país, y algunas tienen relevancia antropogénica (Lara y Alpuche, 2016), debido a que captan y retienen la humedad en el suelo, evitan la erosión y reducen la presencia de plagas y enfermedades; los pueblos indígenas y mestizos los han aprovechado como fuente de alimento, para elaborar bebidas alcohólicas y producir aguamiel (García, 2010). También son de uso medicinal, combustible, ornato, fibras duras extraídas de las hojas (“ixtle”), abono, para construcción de viviendas y para la elaboración de implementos agrícolas (Nava *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2014).

En nuestro país, las especies de *Agave* están disminuyendo cada vez más, y el *Agave cupreata* no es la excepción; esto obedece a que son plantas de crecimiento lento, a la explotación irracional, al cambio de uso de suelo y a la dificultad para su reproducción, ya que, la eliminación del escapo floral cuando éste inicia su crecimiento evita la producción de semillas que permita la regeneración natural, además de que la tasa de germinación *ex vitro* es de apenas 33% (Enríquez, 2016). Ante esta situación, la técnica de propagación *in vitro* es una opción interesante para esta especie, ya que soluciona la estacionalidad de la germinación de las semillas, contribuye a disminuir la latencia de éstas y permite disponer de material vegetal para trabajos de investigación en las etapas de establecimiento, proliferación, enraizamiento y aclimatación. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo generar un protocolo eficiente para la germinación *in vitro* de semillas de *Agave cupreata*, que posteriormente permita la selección de genotipos con características agronómicas sobresalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico. Las semillas de *A. cupreata* se colectaron en el municipio de Turicato, Michoacán, en mayo de 2020, se trasladaron al Laboratorio de Biotecnología del TeCNM, Campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia; dónde se sometieron a un protocolo de limpieza y desinfección; para ello, primero se lavaron con agua corriente y detergente biodegradable (roma®) y después se sumergieron en Alcohol al 70% durante un minuto en agitación, y posteriormente en una solución de hipoclorito de sodio (Cloralex®, 6% de cloro activo), al 10 % v/v, durante 10 minutos. Finalmente, se enjuagaron con agua destilada esterilizada dentro de la campana de flujo laminar.

Preparación del medio de cultivo. Para el medio de cultivo líquido se usaron las sales minerales de Murashige-Skoog (1962) modificado, suplementado con 0.10 mg L⁻¹ de Mio-Inositol, 0.10 mg L⁻¹ de Tiamina, 0.05 mg L⁻¹ de ácido nicotínico, 1 mg L⁻¹ de 6-Bencil aminopurina (BA), 0.1 mg L⁻¹ de Ácido Indol-3-acético (AIA), 30 g L⁻¹ de sacarosa y se ajustó el pH a 5.7 con un peachímetro multi paramétrico de la marca Consort® añadiendo KOH y HCl al 1 N, según el requerimiento; en el medio de cultivo líquido se utilizó como soporte papel filtro; posteriormente se depositaron 10 ml de éste en cada tubo de ensaye de 2.5 x 28 cm de

longitud, se taparon los tubos con tapas de polipropileno y se esterilizaron en Autoclave vertical marca Chromalox® a 121 °C y 15 lb de presión, durante 15 minutos.

Siembra *in vitro*. Se sembró una semilla en cada tubo de ensayo, ésta se colocó sobre el papel filtro usado como soporte para evitar que quedara sumergida en el medio líquido. Después de la siembra, las Unidades Experimentales se colocaron en un cuarto oscuro dónde permanecieron durante 10 días después de la germinación, a una temperatura entre los 22 a 28 °C. Posteriormente se pasaron al área de incubación, para exponer los microbrotes a un fotoperíodo de 16 hrs luz por 8 horas oscuridad, con una intensidad luminosa de 50 a 100 $\mu\text{m}^2.\text{seg}^{-1}$.

Diseño Experimental y Tratamientos. La investigación se dividió en tres fases (experimentos):

En el primer experimento se evaluó el efecto de cinco niveles del pH en el medio de cultivo (5.3, 5.5, 5.7, 5.9 y 6.1) y tres períodos de remojo de las semillas en agua (0, 12 y 24 h). Se usó un Diseño Experimental Completamente al Azar con arreglo factorial. Se generaron en total 15 tratamientos con 20 repeticiones por tratamiento.

En el segundo experimento, para definir el protocolo de desinfección y desinfestación de las semillas se usó un Diseño Experimental Completamente al Azar; se evaluaron 20 Tratamientos: 1. T1. Sin fungicidas + 5 % de cloralex®, T2. Sin fungicidas + 10 % de cloralex®, T3. Sin fungicidas + 15 % de cloralex®, T4. Sin fungicidas + 20 % de cloralex®, T5. Sin fungicidas + 25 % de cloralex® T6. Captan® 2 g L⁻¹ + 5 % de cloralex®, T7. Captan® 2 g L⁻¹ + 10 % de cloralex®, T8. Captan® 2 g L⁻¹ + 15 % de cloralex®, T9. Captan® 2 g L⁻¹ + 20 % de cloralex®, T10. Captan® 2 g L⁻¹ + 25 % de cloralex®, T11. Agri-mycin® 100 2 g L⁻¹ + 5 % de cloralex®, T12. Agri-mycin 100 2 g L⁻¹ + 10 % de cloralex®, T13. Agri-mycin 100 2 g L⁻¹ + 15 % de cloralex®, T14. Agrimycin® 100 2 g L⁻¹ + 20 % de cloralex®, T15. Agrimycin® 100 2 g L⁻¹ + 25 % de cloralex®, T16. Captan 2 g L⁻¹ + Agrimycin® 100 2 g L⁻¹ + 5 % de cloralex®, T17. Captan® 2 g L⁻¹ + Agrimycin® 100 2 g L⁻¹ + 10 % de cloralex®, T18. Captan® 2 g L⁻¹ + Agrimycin® 100 2 g L⁻¹ + 15 % de cloralex®, T19. Captan® 2 g L⁻¹ + Agrimycin® 100 2 g L⁻¹ + 20 % de

cloralex®, T20. Captan® 2 g L⁻¹ + Agrimycin® 100 2 g L⁻¹ + 25 % de cloralex® con 60 repeticiones por tratamiento.

En el tercer experimento, se evaluó el efecto de cinco diferentes concentraciones de sacarosa en el medio de cultivo (0, 10, 20, 30 y 40 g L⁻¹), con 60 repeticiones por tratamiento, se usó un Diseño Experimental Completamente al Azar.

Variables evaluadas. Se determinaron: días a la germinación, porcentaje de germinación, porcentaje de contaminación, y longitud de brotes.

Análisis estadístico. Con los resultados obtenidos se hizo el análisis de varianza y la comparación de medias, mediante la Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Se usó el programa computacional SAS para Windows (versión 8, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Efecto del pH en el medio de cultivo y el tiempo de remojo de las semillas, en las variables respuesta.

Días a Germinación. Estadísticamente, el pH de la solución nutritiva no influyó en el número de días que transcurrieron para que la semilla de *A. cupreata* germinara; en cambio, el período de remojo si influyó, y los mejores resultados se obtuvieron con 12 y 24 horas, respectivamente (8.04 y 8.68 días), cómo se aprecia en el Cuadro 1.

Porcentaje de germinación. No hubo efecto estadístico significativo del pH ni de los períodos de remojo de las semillas. Cabe resaltar que, numéricamente, el mejor resultado se obtuvo en el testigo, es decir en las semillas que no se remojaron (71%), mientras que el mínimo porcentaje (38%) se obtuvo en las semillas remojadas durante 24 horas.

Longitud del brote. Para esta variable no hubo diferencia estadística significativa $\alpha=0.05$, del pH de la solución. Numéricamente se aprecia que a un pH más ácido (5.5) se logró el mayor crecimiento (10.56 cm), en cambio a un pH de 6, los brotes fueron de menor tamaño (8.53 cm). Los resultados se atribuyen a que el pH influye en la disponibilidad de los nutrientes contenidos en el medio de cultivo (Leifert *et al.*, 1992), y a la solubilidad de elementos tóxicos como el Al (aluminio) y Mn (manganeso) (Rivera *et al.*, 2018). Pero sí hubo efecto del período de remojo de las semillas, ya que los brotes que lograron mayor crecimiento fueron originados de las semillas sin remojar (11.22 cm). Al respecto Luna *et al.*, (2017) señalan que el contenido nutrimental de la planta está directamente asociado con la tasa de crecimiento y acumulación de biomas total.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos en las variables estudiadas, en semillas de *Agave cupreata*.

Tratamientos		Días de germinación	Longitud del brote (cm)	Porcentaje de germinación
pH	5.3	10.48 a	10.5 a	68 a
	5.5	9.62 a	10.56 a	63 a
	5.7	9.53 a	10.20 a	53 a
	5.9	8.62 a	9.72 a	58 a
	6.1	9.60 a	8.53 a	46 a
Semillas remojadas en agua (h)	0	11.47 a	11.22 a	71 a
	12	8.04 b	9.33 b	65 a
	24	8.68 b	8.82 b	38 a
*DSH (diferencia significativa honesta).		3.02	2.73	1.43

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Tukey ($\alpha=0.05$).

Experimento 2. Protocolo de desinfección de semillas de *Agave cupreata*

Días a germinación y Porcentaje de germinación. En el Cuadro 2 se aprecia que para los días a germinación no hubo diferencia estadística significativa del efecto de los tratamientos; sin embargo, para el porcentaje de germinación, el tratamiento de desinfección con Captán 2 g L⁻¹ + 2 g L⁻¹ Agrimycin® fue el que generó el máximo porcentaje (68.3%).

Porcentaje de contaminación. Hubo diferencia estadística significativa. El Tratamiento que mejor controló la presencia de patógenos fue la mezcla de Captan® 2 g L⁻¹ + 10 % de cloralex y permitió la obtención de 90 % de explantes libres de patógenos, hongos principalmente (Cuadro 2). El resultado se atribuye a que el captan es un fungicida que actúa rápidamente en

la inhibición de microorganismos patógenos (Sánchez *et al.*, 2017); la presencia de hongos en el medio de cultivo es fácil de detectar después de superar el protocolo de desinfección del explante, por su rápido crecimiento de micelios/esporas en el medio de cultivo (Leifert y Woodward, 1998). La pérdida de microbrotes propagados *in vitro* por un deficiente protocolo de desinfección, puede ser reducida modificando las áreas del laboratorio, los métodos de trabajo, manipulación del material vegetal de forma rápida al momento de la siembra *in vitro*, un sistema de control eficiente en la introducción de agentes contaminantes al laboratorio (Leifert *et al.*, 1991).

Longitud del brote. El mejor tratamiento fue el que combinó 2 g L⁻¹ de captan® y 2 g L⁻¹ agrimicyn®, ya que se lograron brotes de 9.2 cm, en promedio. En general, los resultados evidencian que los protocolos de desinfección y desinfestación para la etapa de establecimiento *in vitro* de semillas de *A. cupreata* influyen en la germinación y crecimiento de los explantes, debido a que la presencia de agentes contaminantes, principalmente por bacterias que compiten con el explante por los nutrientes del medio de cultivo, y por la colonización de sus tejidos o liberación al medio de metabolitos tóxicos que pueden ocasionar la muerte del explante (Leifert *et al.*, 1989).

En esta investigación, cuando se presentó contaminación por bacterias se observaron colonias de color blanco con textura cremosa en el medio de cultivo, mismas que inhibieron la germinación y/o crecimiento del brote. Al respecto, Tanprasert y Red (1998) señalan que los explantes pueden no manifestar síntomas por presencia de bacterias, además de que baja la tasa de proliferación y enraizamiento y pueden ocasionar la muerte del explante. Entre las principales fuentes de contaminación bacteriana se citan los explantes, el ambiente de los locales de trabajo, los operadores y las técnicas deficientes de esterilización (Hernández y González (2010).

Cuadro 2. Efecto de la desinfección y desinfestación de la semilla en las variables estudiadas.

Tratamiento	Días a la germinación	Germinación (%)	Contaminación (%)	Longitud de brote (cm)
1. 5% cloralex®	12.63 a	31.0 c	26.6 ab	8.4 ab
2. 10% cloralex®	14.21 a	38.3 abc	40.0 a	6.9 ab
3. 15% cloralex®	12.4 a	50.0 abc	13.3 ab	7.3 ab
4. 20% cloralex®	15.51 a	65.0 ab	25.0 ab	5.9 ab
5. 25% cloralex®	14.70 a	61.6 abc	15.0 abc	6.42 ab
6. 2 g L ⁻¹ de captan® + 5% de cloralex®	17.2 a	43.3 abc	33.3 ab	4.8 b
7. 2 g L ⁻¹ de captan + 10% de cloralex®	16.6 a	55.0 abc	10.0 b	6.5 ab
8. 2 g L ⁻¹ de captan® + 15% de cloralex®	16.60 a	55.0 abc	16.6 ab	7.8 ab
9. 2 g L ⁻¹ de captan® + 20% de cloralex®	13.89 a	48.3 ab	28.3 ab	8.2 ab
10. 2 g L ⁻¹ captan® + 25% de cloralex®	15.40 a	66.6 ab	28.3 ab	7.4 ab
11. 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 5% de cloralex®	12.81 a	35.0 bc	33.3 ab	7.6 ab
12. 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 10% de cloralex®	14.56 a	61.6 abc	31.6 ab	7.8 ab
13. 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 15% de cloralex®	15.24 a	48.3 abc	28.3 ab	7.6 ab
14. 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 20% de cloralex®	15.53 a	50.0 abc	35.0 ab	7.4 ab
15. 2 g L ⁻¹ de captan® + 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 25% de cloralex®	14.82 a	68.3 a	30.0 ab	7.3 ab
16. 2 g L ⁻¹ de captan® + 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 5% de cloralex®	13.87 a	51.6 abc	25.0 ab	7.7 ab
17. 2 g L ⁻¹ de captan® + 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 10% de cloralex®	14.43 a	53.3 abc	23.3 ab	8.59 ab
18. 2 g L ⁻¹ de captan® + 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 15% de cloralex®	16.25 a	58.3 abc	28.3 ab	7.4 ab
19. 2 g L ⁻¹ de captan® + 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 20% de cloralex®	13.93 a	48.3 abc	33.3 ab	9.2 a
20. 2 g L ⁻¹ de captan® + 2 g L ⁻¹ agrimicyn® 100 + 25% de cloralex®	17.16 a	50.0 abc	21.6 ab	7.1 ab
*DSH	5.40	0.32	0.28	3.90

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos, Tukey ($\alpha=0.05$).

Experimento 3. Efecto de la sacarosa en la germinación *in vitro* de semillas de *A. cupreata*. Existen diferencias estadísticas significativas de los tratamientos aplicados para las variables evaluadas.

Días a la germinación. En el Cuadro 3 se aprecia que los días a germinación aumentaron conforme aumentó la concentración de sacarosa en el medio de cultivo, esto porque una concentración mayor de sacarosa favorece la presencia de microorganismos que dificultan o inhibe la germinación.

Porcentaje de germinación. El más alto (66.66 %) se obtuvo con el Testigo (sin añadir sacarosa al medio de cultivo). Esto indica que no es necesario suplementar con sacarosa el medio de cultivo porque la energía requerida durante la germinación se obtiene de los tejidos de almacenamiento de biomoléculas contenidas en el endospermo.

Longitud del brote. Ésta mostró el mismo comportamiento que el porcentaje de germinación; el Testigo fue el que permitió obtener brotes de 8.56 cm de longitud, en los primeros 30 días después de la germinación. Quizás conforme avance el crecimiento y desarrollo de éstos cambie el comportamiento, ya que la sacarosa se añade al medio de cultivo para un rápido crecimiento de plantas heterotróficas, porque la energía y los carbohidratos que son producidos por la fotosíntesis, es muy baja, debido a los niveles reducidos de luz proporcionados en el cuarto de incubación además de que el área foliar de los explantes es muy reducida (Leifert *et al.*, 2012)., al respecto Molinos *et al.*, (2004) señalan que la disponibilidad de los nutrientes, influye en la tasa de crecimiento de los explantes propagados *in vitro* y que está determinada por la concentración de las sales inorgánicas y por los niveles de azúcar en el medio de cultivo. En este sentido Pérez *et al.*, (2012) observaron un crecimiento de microbrotes de agave y la capacidad de tejidos para la regeneración de brotes basales en un medio rico en citocininas y en ausencia de azúcares en el medio de cultivo, lo que coincide con los datos obtenidos en esta investigación. Resultados similares reportó Nguyen *et al.*, (1999) al confirmar que la sacarosa no presentó un impacto en el peso fresco, materia seca y área foliar en plantulas de café propagadas *in vitro*; este mismo autor añade que la baja tasa de contaminación por bacterias y hongos se presentó cuando no se añadió al medio de cultivo

sacarosa, carbohidrato principal que le sirve como fuente de nutrición para hongos, levaduras y bacterias, resultados que coinciden con los de la presente investigación. Sin embargo; Kagami (1999), observó un efecto estimulador de los azúcares, en la formación de raíces de brotes en portainjertos de persimonio propagados *in vitro*.

Porcentaje de contaminación. El mejor comportamiento se obtuvo con el tratamiento testigo (sin adición de sacarosa), cómo se mencionó anteriormente, la sacarosa promueve el desarrollo de patógenos que inhiben o disminuyen tanto la germinación cómo el crecimiento y desarrollo de las vitroplantas.

Los resultados obtenidos, en general, confirman que la germinación de las semillas de *A. cupreata* es relativamente baja; lo que puede obedecer a las características propias de la semilla, como la rápida pérdida de la viabilidad que obedece a la drástica reducción de humedad en la semilla. Gutiérrez *et al.* (2020) señalan que la viabilidad disminuye porque ocurre una coagulación lenta de las proteínas del protoplasma y porque las sustancias reguladoras que intervienen en la respiración pierden su actividad; de este modo se afecta la vitalidad del embrión y es por ello que a medida que aumenta el periodo de almacenamiento disminuye el porcentaje de germinación. Sin embargo, queda demostrado que la germinación *in vitro* es una buena opción, ya que se supera de manera sustancial el porcentaje de germinación de 33 % reportado, cuando ésta se lleva a cabo de manera *ex vitro* (Enríquez, 2016).

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en las variables estudiadas.

Sacarosa (g L ⁻¹)	Días a germinación	Porcentaje de germinación	Porcentaje de contaminación	Longitud de brote (cm)
0 g L ⁻¹	10.35 ab	66.66 a	25.0 b	8.56 a
10 g L ⁻¹	9.45 bc	58.33 ab	61.66 a	5.91 b
20 g L ⁻¹	9.0 bc	56.66 ab	63.33 a	5.14 b
30 g L ⁻¹	7.45 c	40.0 b	78.33 a	5.38 b
40 g L ⁻¹	12.46 a	50.0 ab	60.0 a	6.38 ab
*DSH	2.82	0.24	0.23	2.34

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos, Tukey ($\alpha=0.05$).

CONCLUSIONES

- La germinación in vitro de semillas de *A. cupreata* es una alternativa viable para incrementar al 100 % los porcentajes obtenidos ex vitro.
- La desinfección de las semillas con Captán® 2 g L⁻¹ + 2 g L⁻¹ Agrimycin® o bien, con una mezcla de Captan® 2 g L⁻¹ + 10 % de cloralex®, disminuye el porcentaje de contaminación y permite generar un alto porcentaje de vitroplantas sanas.
- El remojo de las semillas durante 12- 24 horas disminuye el tiempo para que ocurra la germinación
- La ausencia de sacarosa en el medio de cultivo incrementa la germinación, la longitud del brote y disminuye la proliferación de patógenos.

LITERATURA CITADA

- Enríquez del Valle, J.R., Alcalá, V.S.E., Rodríguez, O.G., Luna, M.E.M. y Vázquez, C.M. (2016). Fertirriego en vivero a plantas de *Agave potatorum* Zucc micropropagadas-aclimatadas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 7. No. 5. pp 1167-1177.
- García, H.E.J., Méndez, G.S. de J., y Talavera, M.D. (2010). El género *Agave spp.* En México: Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. VIII Symposium-Taller Nacional y 1er Internacional “Producción y Aprovechamiento del nopal”. RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición. Edic. especial No. 5. S.L.P. México. pp 109-129.
- González, M.; Quiroz, I.; Travoese, R.; Chung, P. y García, E. (2015). Determinación de medio de cultivo y pH para la masificación *in vitro* de cepas de *Suillus luteus* Aubl. Asociadas a *Pinus radiata* D. Don y *Scleroderma citrinum* Pers. Asociadas a *Eucalyptus globulus* Labill. De la región del Biobío, Chile. Revista Árbore, Vicoso-MG. Vol. 39(1):105-113.
- Gutiérrez, H.G.F., Ortiz, H.Y.D., CORZO, R.LJ. y Aquino, B.T. (2020). Composición química y germinación de semillas de Tobalá (*Agave potatorum*). Interciencia. Vol. 45(5):223-228.
- Hernández, Y. y González, M.E. (2010). Effects of oxidation microbial contamination and phenol *in vitro* establishment of perennial fruit. Cultivos Tropicales. Vol. 31(4):1-19.

- Kagami, H. (1999). Effect of sugar on rooting of shoots of japonese persimmon propagated *in vitro*. Plant Biotechnology. 16 (5): 371-374.
- Lara, A.J.P y Alpuche, S.A.G. (2016). Análisis de la diversidad genética de agaves mezcaleros del centro de México. Rev. Fitotec. Mex. Vol 39(3): 323-330.
- Leifert, C. y Woodward, S. (1998). Laboratory contamination management: the requirement for microbiological quality assurance. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 52:83-88.
- Leifert, C.; Waites, W.M.; Camotta, H. y Nicholas, J.R. (1989). *Lactobacillus plantarum*; a deleterious contaminant of plant tissue cultures. Journal of applied bacteriology. 67:363-370.
- Leifert, C.; Camotta, H.; Wright, S.M.; Waites, B.; Cheyne, B.A. y Waites, W.M. (1991). Elimination of *Lactobacillus plantarum*, *Corynebacterium spp*, *Staphylococcus saprophyticus* and *Pseudomonas paucimobilis* from micropropagated *Hemerocallis*, *Choysia*, and *Desphinium* cultures using antibiotics. Journal of applied bacteriology. 71:307-330.
- Leifert, C., Pryce, S., Lumsden, P.J. y Waites, W.M. (1992). Effect of medium acidity on growth and rooting of different plant species growing *in vitro*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 30:171-179.
- Leifert, C.; Morris, C.E. y Waites, W.M. (2012). Ecology of microbial *Saprophytes* and pathogens in Tissue Culture and field-grown plants: reasons for contamination problems *in vitro*. Critical Reviews in Plant Sciences. 13(2):491-494.
- Luna, L.S.; Raymundo, E.V.J.; Rodríguez, O.G.; Carrillo, R.J.C. y Velasco, V.V.A. (2017). Anatomy y morphology micropropagated-acclimatized plants of *Agave potatorum* Zucc. Fertigated in nursery. Rev. Fitotecnia Mexicana. Vol. 40(4):297-304.
- Martínez, R.S., Bautista, S.G., Santos, E.C.P., y Guerrero, C.P.D. (2014). Crecimiento y contenido de clorofila del maguey mezcalero (*Agave potatorum* Zucc.) en policultivo con maíz y frijol. Rev. Fitotecnia Mexicana. Vol. 37(3):297-304.
- Molinos, S.C., Villegas M.A., Sánchez, G.P., González, G.A. Mendoza, N.R. y Posadas, L.M.R. (2004). Efecto del potencial osmótico y contenido de Ca en el medio de cultivo sobre la distribución de Ca^{2+} y K^{+} , producción de biomasa y necrosis apical de vid "R110". *Interciencia* 29:384-388.

- Nava, C.N.Y., Medina, M.M.A., Martínez, L.J., Rodríguez, R. y Agular, C.N. (2014). Agave biotechnology: an overview. *Critical Reviews in Biotechnology*. 1-14 p.
- Nguyen, Q.T.; Kozai, T. y Nguyen, V.U. (1999). Effects of sucrose concentration, supporting material and number of air exchanges of the vessel on the growth of in vitro coffee plantlets. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 58:51-57.
- Orantes, G.C.; Pérez, F.M.A.; Rioja, P.T.M.; Garrido, R.E.R. (2013). Viabilidad y germinación de semillas de tres especies arbóreas nativas de la selva tropical, Chiapas, México. *Polibotánica*. 36:117-127.
- Pérez, M.B.E.; Esparza, A.M.J. y Pérez, R.M.E. (2012). In vitro conservation of agave spp. germplasm under slow growth conditions. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol 35(4): 279-287.
- Pritchard, H.W. y Miller, A.P. (1995). The effects of constant temperatures, light and seed quality on the germination characteristics of *Agave americana*. *Bol. Soc. Bot. México*. 57:11-14.
- Reed, B.M.; Mentzer, J.; Tanprasert, P. y Yu, X. (1998). Internal bacterial contamination micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 52: 67-70.
- Rivera, E.; Sánchez, M. y Domínguez, E. (2018). pH as growth factor in plants. *RIC. Panama*. Vol. 4:101-105.
- Sánchez, G.D.; Cárdenas, V.C.I.; Alia, T.I.; López, M.V.; Andrade, R.M. y Juárez, L.P. (2017). *In vitro* colonial inhibition of an isolate from *Colletotrichum acutatum* Simmonds to fungicide treatments. *Centro Agrícola. México*. Vol. 44 (4): 11-16.
- Tanprasert, P. y Reed, B.M. (1998). Detection and identification of bacterial contaminants of strawberry runners explants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 52:53:55.

ESTADO QUE GUARDA EL BANCO DE GERMOPLASMA DE AGUACATE DEL CEBAJ

Salvador Montes-Hernandez^{1*}; Elena Heredia-Garcia¹; Sarahyt S. González-Figueroa¹.

¹Investigador del Campo Experimental Bajío, INIFAP. Km 6.5 Carr. Celaya – San Miguel Allende, Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: montes.salvador@inifap.gob.mx

RESUMEN

El aguacate es originario de México, presenta una gran diversidad, la cual se distribuye desde el nivel del mar, hasta alturas superiores a los 2,200 m, principalmente en regiones donde tradicionalmente se explotaban variedades locales, que han sido desplazadas al utilizar variedades introducidas. La conservación y estudio de germoplasma de *Persea* es esencial para mantener la diversidad genética existente, así como sostener en el futuro la industria agrocomercial y social de la cadena productiva del aguacate de México. En el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del INIFAP, existe un banco de germoplasma *ex situ*, ubicado en el campo, ya que, la semilla es recalcitrante, y es imposible conservarla bajo refrigeración, ya que no se puede evitar su deshidratación. Este banco es único en su género, por el tipo de aguacates que conserva, los cuales son de la raza mexicana, pero ha estado relegado en los últimos años, por lo que el objetivo de estudio es conocer el estado que guarda este banco. A la fecha se carece de un diagnóstico de la situación actual de la diversidad, del banco del género *Persea*, sin embargo, se asume que se han perdido algunas accesiones, por lo que es urgente realizar y coordinar acciones tendientes a rescatar, conservar, caracterizar y evaluar, el germoplasma de dicha colección. Aunado a lo anterior, se requiere promover la enseñanza, capacitación y sensibilización a la opinión pública para la conservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos genéticos de aguacate. Se realizó un inventario, recuento y verificación del estado que guardan las accesiones que se encuentran en la huerta. Encontramos que del total de accesiones existentes originalmente en el banco se ha perdido el 19% y se han reducido el número de repeticiones de forma inversa al comparar la población actual, con lo reportado inicialmente.

Palabras clave: *Biodiversidad, conservación, erosión genética, persea, recursos genéticos.*

ABSTRACT

The avocado is native of Mexico, it presents a great diversity, which is distributed from sea level, to altitudes above 2,200 m, mainly in regions where local varieties were traditionally exploited, which have been displaced by using introduced varieties. The conservation and study of *Persea* germplasm is essential to maintain the existing genetic diversity, as well as to sustain in the future the agricultural and social industry of the Mexican avocado production chain. In the Bajío Experimental Station (CEBAJ) of the INIFAP, there is an ex-situ germplasm bank, located in the field, since the seed is recalcitrant, and it is impossible to keep it under refrigeration, since its dehydration cannot be avoided. This bank is unique in its kind, due to the type of avocados it preserves, which are of the Mexican breed, but it has been relegating in recent years, so the objective of the study is to know the state that this bank keeps. To date, there is no diagnosis of the current situation of diversity, of the *Persea* genus bank, however, it is assumed that some accessions have been lost, so it is urgent to carry out and coordinate actions aimed at rescuing, conserving, characterizing and evaluate the germplasm of said collection. In addition to the above, it is necessary to promote education, training and public awareness for the conservation, use and sustainable use of avocado genetic resources. An inventory, count and verification of the status of the accessions found in the orchard was carried out. We find that of the total accessions originally existing in the bank, 19% have been lost and the number of repetitions has been reduced inversely when comparing the current population, with what was initially reported.

Keywords: *Biodiversity, Conservation, Genetic erosion, Genetic resources, Persea.*

INTRODUCCIÓN.

México es una de las regiones del mundo con mayor diversidad biológica y, se ha señalado como centro de origen y diversidad de aproximadamente 50 especies de plantas cultivadas incluyendo al aguacate, de las cuales la mayoría ha adquirido gran importancia a nivel mundial (Barrientos-Priego, 2010; Galindo-Tovar *et al.*, 2008). El aguacate presenta una gran diversidad fenotípica y genética, localizado en diversas latitudes (0 a 2,200 msnm), principalmente en regiones donde tradicionalmente se explotaban variedades criollas y/o locales, pero que han sido desplazadas al utilizar variedades introducidas, teniendo como consecuencia una erosión de dicha variabilidad y el incremento en el riesgo de factores bióticos y abióticos que ataquen el cultivo (Gutiérrez-Díez *et al.*, 2009). Por otra parte, desde el punto de vista económico, el aguacate es el frutal más importante de México, ya que ocupa el séptimo lugar en el sector agrícola y es un producto fundamental en la agricultura y en la dieta mexicana, donde cada día se descubren nuevas cualidades nutraceuticas y funcionales (Acosta *et al.*, 2012). El país cuenta con más de 240 mil hectáreas plantadas, que aportan cerca del 4.3% del valor de la producción agrícola total. La conservación y estudio de germoplasma de *Persea* es esencial para mantener la diversidad genética existente, así como sostener en el futuro la industria agro comercial y social de la cadena productiva del aguacate de México y del mundo, esto es fundamentado principalmente porque el cultivo está expuesto a diversos factores fitosanitarios y ambientales que lo amenazan de manera latente a través del cambio climático, por lo que la conservación de los recursos genéticos de esta especie constituye una alternativa ante cualquier contingencia que se llegue a presentar. Considerando lo anterior es imperativo promover la conservación, caracterización y aprovechamiento de los recursos genéticos del aguacate y especies afines, por lo que el objetivo de este estudio es conocer el estado que guarda este importante banco de germoplasma de aguacate. Para lograr lo anterior, se realizó un inventario, recuento y verificación del estado que guardan las accesiones que se encuentran en la huerta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Bajío, ubicado en Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Gto. El trabajo de mantenimiento y rejuvenecimiento de los árboles del banco de germoplasma de aguacate local o criollo, y el inventario físico del mismo banco de germoplasma, involucra colectas originales de aguacate local o criollo. Su ubicación es bajo condiciones de cielo abierto. Este banco de germoplasma es una colección de trabajo (CT), creada en la década de 1970, que resguarda 98 accesiones en una superficie de 4.0 ha bajo con un sistema de plantación marco real (5 x 10 m), que debido a la antigüedad de la misma, es importante el reemplazo de algunos árboles y su mantenimiento a través de podas sanitarias y de rejuvenecimiento, control de malezas, plagas y enfermedades, riegos y fertilización; cabe mencionar que en esta colección se encuentran varias selecciones sobresalientes de interés para productores de aguacate de diversas regiones del país. Por otro lado, el inventario, es para conocer exactamente cuántas accesiones originales se encuentran actualmente en la colección de trabajo. Esta colección tiene un valor muy especial, por lo que se requiere enfocar recursos para su mantenimiento y conservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar un recuento e inventario de la presencia de las accesiones de aguacate en el banco de germoplasma en el CEBAJ, encontramos que del total de accesiones existentes se han perdido 19 accesiones de las cuales, estamos haciendo un inventario de los datos pasaporte, para conocer la ubicación y su posible recolección.

En relación con la disminución del número de repeticiones de cada una de las accesiones que se encuentran en el banco de germoplasma, encontramos que hubo una disminución muy drástica, pero esto nos permitirá tener una visión más clara de las necesidades de lo que es urgente realizar y coordinar acciones tendientes a rescatar y conservar, el germoplasma de dicha colección. En el Cuadro 1, se puede ver la disminución en el número de repeticiones de cada accesión presente en el banco de germoplasma de aguacate, en donde el número de árboles por cada accesión es proporcionalmente inverso, comparando la población inicial reportada en el banco de germoplasma y la cantidad encontrada en esta evaluación.

Con esta información podemos iniciar diferentes acciones tendientes a rescatar en primer lugar las accesiones que están en peligro de erosión y conservar esta diversidad, para ello existe información al respecto, entre otras, Engels y Visser (2007), con recomendaciones específicas para realizar estas acciones.

CONCLUSIONES

La información generada en este estudio nos ayuda a conocer el estado que guarda el banco de germoplasma de aguacate en el CEBAJ, y a partir de esta información proponer acciones, que favorezcan su rescate y conservación.

Agradecimientos

Se agradece al INIFAP dentro del Proyecto de Apoyo a la Investigación y Transferencia de Tecnología, titulado: Banco de Germoplasma de Aguacate, número SIGI: 2115354998.

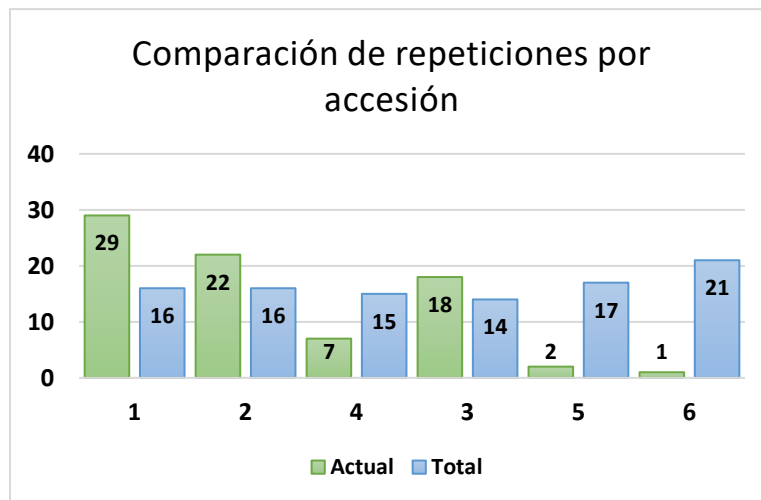


Figura 1. Comparación del número de repeticiones de cada accesión en el banco de germoplasma de aguacate, las reportadas en esta evaluación (actual) y las reportadas en el inicio del banco (total).

LITERATURA CITADA

- Acosta DE, Hernández TI, Almeyda LIH (2012) Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León, México: región sur. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3: 245-257.
- Barrientos-Priego AF (2010) El aguacate. CONABIO. *Biodiversitas* 88: 1-7.
- Engels, J.M.M. y Visser, L. (eds.). (2007). Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. *Manuales para Bancos de Germoplasma No. 6*. Bioversity International, Roma, Italia.
- Galindo-Tovar ME, Ogata-Aguilar N, Arzate-Fernández AM (2008) Some aspects of avocado (*Persea americana* Mill.) diversity and domestication in Mesoamerica. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55: 441-450.
- Gutiérrez-Díez A, Martínez-de la Cerda J, García-Zambrano EA, Iracheta-Donjuan L, Ocampo-Morales JD, Cerda-Hurtado IM (2009) Estudio de diversidad genética del aguacate nativo en Nuevo León, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32: 9-18.

ESTIMACION DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.) BAJO DIFERENTES NIVELES DE EVAPOTRANSPIRACION

Lilia Esmeralda Martínez Lopez^{1*}, Arturo Reyes González² y Pablo Yescas Coronado³.

¹Tecnológico Nacional de México campus Torreón-DEP, carretera Torreón-San pedro km 75. Ejido Anna. CP. 27170, Torreón, Coahuila, México. ²INIFAP, Matamoros, Coahuila. ³Estudiante de Maestría en Ciencias en Irrigacion. *Autor de correspondencia: liliamartinezmartinez@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es estimar el índice de área foliar (IAF) y su relación con la producción de materia seca en maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo diferentes niveles de evapotranspiración (ET). En el verano del 2020 se estableció una parcela experimental en el Campo Experimental de la Laguna, ubicado en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Matamoros, Coahuila. En dicha parcela se establecieron tres híbridos de maíz forrajero (H-431, H-383 y SB-302), bajo tratamientos de riego por goteo subsuperficial (RGS), donde se aplicó el 60, 80 y 100% de ET y un tratamiento testigo que fue el riego por inundación. El monitorio fenológico de las plantas fue tomado semanalmente y para la obtención del IAF se utilizó un método indirecto no destructivo, utilizando un dispositivo llamado acuppar el cual proporciona los datos en m². los resultados obtenidos muestran que en el tratamiento de 100% de ET y el de inundación obtuvieron los valores mas altos de IAF en los 3 híbridos estudiados, así mismo el tratamiento de 60% de ET fue el que obtuvo valores más bajos. En lo que corresponde a la acumulación de materia seca por planta y el rendimiento de forraje seco, el resultado fue similar, debido a que el tratamiento de 100% de ET presento mayor acumulación de materia seca y en el cual se obtuvieron mayores rendimientos, mientras tanto los valores más bajos se obtuvieron con el de 60% de ET. En cuanto a la correlación entre IAF y producción de materia seca, la mayor correlación se dio con los tratamientos de riego por goteo ($R^2=90\%$) mientras que en el de inundación la correlación fue menor ($R^2= 0.85$).

Palabras clave: Índice de área foliar, niveles de evapotranspiración, maíz forrajero.

ABSTRACT

The purpose of this work was calculate the leaf area index estimation (LAI) and its connection with the forage corn dry substance (*Zea mays* L.) with different levels of evapotranspiration (ET). During the summer of 2020 one experimental plot was established on the experimental field located in the National Institute of Forestry, Agricultural and Livestock Research (INIFAP) in Matamoros, Coahuila. Three forage corn hybrids were established in this plot (H-431, H-383 y SB-302), under drip irrigation surface treatment (TIT), these were exposed to 60%, 80% and 100% of ET and a control treatment that was flood irrigation. The plants phenological monitoring process were evaluated weekly and in pursuit of the LAI and indirect non-destructive method was applied, expending a specific device called Acuppar (Ceptometer) which provides the data access in m^2 . The results obtained show that in the treatment of the 100% of ET as well as in the flood irrigation, the maximum levels of LAI were obtained in the three-forage corn hybrid studied. Likewise, the treatment with the 60% of ET was the lowest results. With regard to the dry substance accumulation, and the dry forage efficiency per plant, the result was similar, due to the greater accumulation of dry substance registered and the maximum efficiency in the 100% ET treatment, while the lowest data obtained were in those with the 60% ET. In terms of the correlation between LAI and the dry substance production the mayor correspondence was in drip irrigation ($R^2 = 90\%$) while in the plot surface irrigation resulted in a lower correspondence ($R^2 = 0.85$).

Key words: *Forage corn, leaf area index, levels of evapotranspiration.*

INTRODUCCIÓN

EL cultivo de maíz forrajero es conocido como uno de los forrajes más utilizados en La Comarca Lagunera para la alimentación animal de los productores de leche, la Comarca Lagunera es la mayor cuenca lechera en México, generando casi una cuarta parte de la producción a nivel nacional (Martínez, 2019). Por otro lado, el recurso hídrico es el mayor factor limitante para la producción.

Para poder aumentar la producción y eficientizar el uso del agua es de vital importancia utilizar sistemas de riego que permitan eficientizar el recurso agua, así mismo cubrir las necesidades hídricas conforme a la etapa fenológica de la planta. Uno de las opciones para la eficientizar el recurso agua es el sistema de riego por goteo, conocido por eficientizar el uso del agua de un 90 a 95%.

En cuestión de la productividad de los cultivos se puede hacer una estimación midiendo el IAF. El IAF nos proporciona información acerca de la cantidad de superficie fotosintética presente con relación a la superficie total del ecosistema o área de estudio y se relaciona con procesos vitales como la fotosíntesis, la respiración, y la productividad. Como se menciona anteriormente el IAF permite estimar la productividad de un determinado cultivo. Además de que por medio de algunos estudios ha demostrado ayudar a entender la relación entre la acumulación de biomasa y rendimiento bajo diferentes condiciones ambientales (Nafarrete et al., 2018). El objetivo del estudio fue estimar el índice de área foliar (IAF) y su relación con la producción de materia seca en maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo diferentes niveles de evapotranspiración.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el verano del año 2020 en el Campo Experimental la Laguna, ubicado en el INIFAP de Matamoros, Coahuila.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, bajo un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande correspondió a los niveles de humedad y la parcela chica a los híbridos, con este diseño se obtuvieron 12 combinaciones con cuatro repeticiones, resultando un total de 48 parcelas experimentales, en una superficie de 720 m² el cual fue irrigado por un sistema de riego por goteo subsuperficial y el testigo por inundación. En el diseño experimental mencionado se estudiaron dos factores que se describen a continuación. a) niveles de evapotranspiración (100% x KC, 80%, 60% y un testigo de riego por inundación) y b) Híbridos de maíz (Maíz H-431, Maíz H-383 y Maíz SB 302 como el testigo). Para el muestro de las diferentes parcelas se escogieron 2 plantas por híbrido para monitorear su crecimiento y medir

el IAF semanalmente, esto se logró con un dispositivo llamado Acuppar. Para el muestreo de materia seca se utilizó un método destructivo, semanalmente se tomaban dos plantas representativas y se desmenuzaban en bolsas de papel para después ser llevadas a las estufas para después determinar la producción de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las siguientes graficas muestra el desarrollo del índice de área foliar (IAF) en cada uno de los tres híbridos durante todo el ciclo del cultivo. Con base a los resultados obtenidos en los tres híbridos de maíz los mayores resultados de IAF se registraron con los tratamientos de 100% de evapotranspiración (ET) e inundación y el menor fue el tratamiento de 60% de ET (Figura 1).

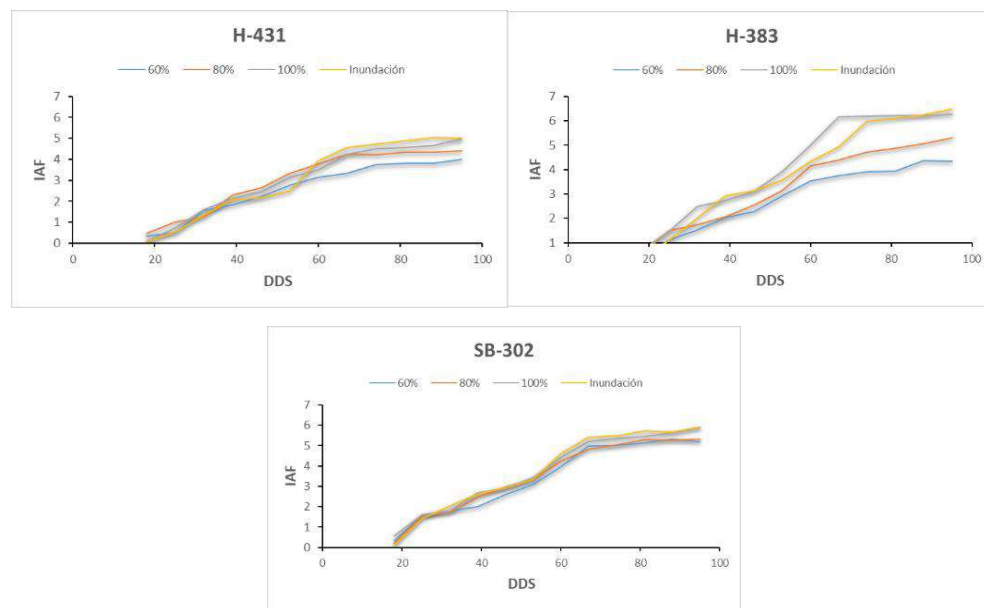


Figura1. Monitoreo del índice de área foliar en el ciclo fenológico de maíz forrajero en tres híbridos de maíz bajo tres diferentes niveles de evapotranspiración.

Las siguientes graficas muestran los resultados de la acumulación de materia seca a lo largo del ciclo, en dichas graficas muestran que el tratamiento de 100% de ET fue el que presentó mayor acumulación de materia seca por planta de los tres híbridos en estudio (Figura 2).

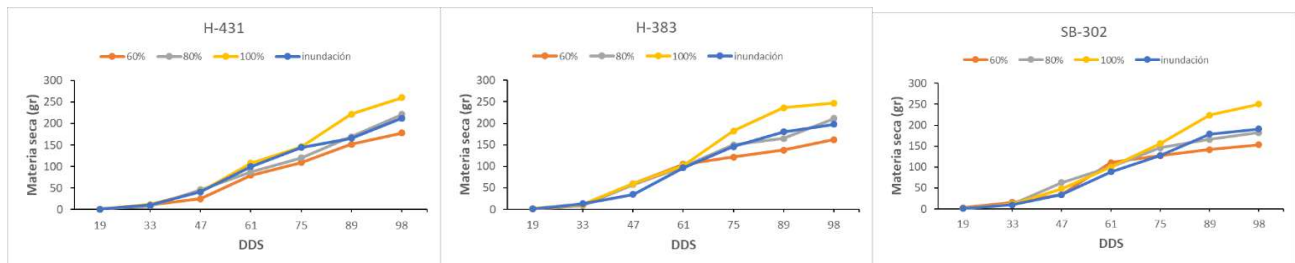


Figura 2. Acumulación de materia en el ciclo fenológico de maíz forrajero en tres híbridos de maíz bajo tres diferentes niveles de evapotranspiración.

La grafica que se muestra a continuacion refleja que los mayores rendimientos de forraje seco se obtuvieron con los tratamientos de 100% de ET, mientras los mas bajos se obtuvieron con el de 60% de ET (Figura 3).

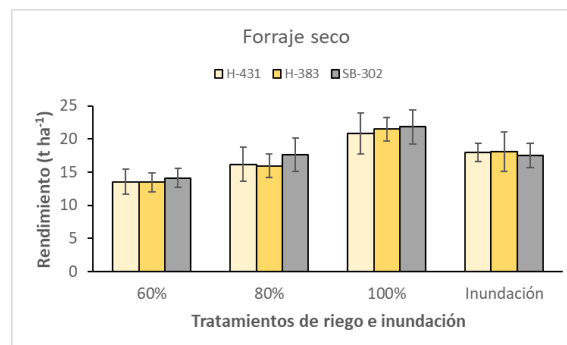


Figura 3. Rendimientos finales de tres tratamientos con diferentes niveles de evapotranspiración y un tratamiento testigo (inundación).

La mayor correlacion se dio con los tratamientos de riego por goteo la cual mostro una R^2 arriba de 90% mientras que el tratamiento de inundacion presento un $R^2 = 0.85$ siendo este el que presentó menor correlacion de los tratamientos estudiados (Figura 4).

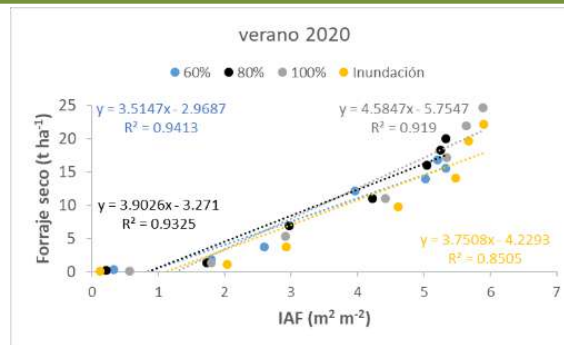


Figura 4. Correlacion entre índice de área foliar y forraje seco.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados se concluye que existe una buena relación entre forraje seco e índice de área foliar (IAF), debido a que en los resultados se presentó una correlación arriba del 90%. Los resultados muestran que en el tratamiento de 100% de ET y en el de inundación se obtuvieron los valores más altos de IAF en los 3 híbridos estudiados, así mismo el tratamiento de 60% de ET fue el que obtuvo valores más bajos. En lo que corresponde a la acumulación de materia seca por planta y el rendimiento de forraje seco, el resultado fue similar, debido a que el tratamiento de 100% de ET presento mayor acumulación de materia seca y en el cual se obtuvieron mayores rendimientos, mientras que los valores más bajos se obtuvieron con el de 60% de ET. Se concluye que los mayores rendimientos fueron con el tratamiento del 100% de ET esto debido a los valores altos en IAF y acumulación de materia seca.

LITERATURA CITADA

- Nafarrete, H., Dupuy, R., George, C., & Hernandez, S. (2018). Modelización y mapeo estacional del índice de área foliar en un bosque tropical seco usando imágenes de satélite de alta resolución. 24(3), 1405-0471. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7074040>.
- Martinez, V. (2019). Proposición con Punto de Acuerdo. https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/1/2019-04-10-1/assets/documentos/PA_PRI_Cohuila.pdf

ESTRATEGIAS PARA INICIAR UNA AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LAS PYMES

Calderón M. Federico¹

¹Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, Apatzingán, Mich. 60600, MEX. Autor de correspondencia:
federico.cm@apatznga.tecnm.mx

RESUMEN

Esta investigación pretende construir una visión previa a la puesta en marcha de las tareas y actividades para la realización de una automatización en los procesos productivos de una organización. Se espera logre dar respuesta a los requisitos de los diferentes procesos que la empresa lleva a cabo, de manera que la organización pueda estandarizarlos y automatizarlos con la confianza de lograr cumplir, con plena certeza, el cumplimiento de manera eficiente y eficaz del sistema de producción en su contexto general, sin perder y al contrario, aumentando la calidad de los procesos y por consecuencia del producto final. Ayudando a minimizar los errores más comunes que se pueden cometer por no tener una estrategia clara y la metodología correcta para llevar a cabo la migración de sus procesos productivos tradicionales a procesos automatizados.

La investigación brinda, además, un camino para el correcto desarrollo de un proyecto de automatización y muestra los aspectos importantes para su justificación, a fin de conocer ahorros que pueden darse en distintas áreas como es seguridad, calidad y logística.

Palabras claves: Automatización, PYME, eficiencia, producción, calidad.

INTRODUCCIÓN

La correcta planeación y justificación de los proyectos de automatización deben ser el motor que logre impulsar y motivar a los gerentes a invertir en tecnologías que serán usadas en sus procesos de producción para que estas organizaciones puedan ser competitivas a nivel local, nacional e internacional. Las dudas que surgen en los directivos y gerentes antes de iniciar este tipo de proyectos es si este logrará ser correctamente implementado y por consecuencia podrá resolver los problemas para los cuales se diseñó la automatización, o si su implementación incrementará las ganancias de la empresa.

Es importante comprender que, para tener un alto grado de seguridad sobre el cumplimiento de los objetivos de la automatización del proceso productivo a elegir, depende en gran manera sobre el estudio previo el análisis de todos los requisitos y requerimientos del sistema productivo. A partir de estas bases, se podrá lograr implementar correctamente un sistema de automatización.

La automatización fue concebida con el fin de usar la capacidad de las máquinas para poder lograr llevar a cabo ciertas tareas asignadas que, anteriormente eran efectuadas por las personas. También se crearon para controlar la secuencia de las operaciones sin que esta tenga intervención del personal.

La utilización el impacto es grande, desde las comunicaciones, aviación y astronáutica, se han estado utilizando dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, por mencionar algunos. Los pilotos automáticos de guía los sistemas automatizados de control para efectuar diversas tareas con mayor rapidez y precisión. Con un claro resultado y efectividad mejor de lo que podría hacerlo el ser humano.

Si lo vemos desde otra arista, la automatización para la industria de producción, es usar tecnología que integre un proceso de control a través de dispositivos capaces de tomar decisiones e interactuar con otros, esto basándose en un programa informático establecido por el integrados para el correcto manejo de las variables, mediante su monitoreo y comprobación

con un valor esperado del proceso. Todo esto, se realiza de manera automática, generando así, en el sistema una mayor productividad, confianza, estabilidad y calidad en sus resultados.

La automatización de los procesos productivos se establece como una herramienta fundamental que logra permitir a las organizaciones un desarrollo propio, dinámico y competitivo, dándoles la facilidad entre la relación de las diferentes áreas de la organización o empresa. Por lo que es sumamente importante contar con una buena metodología o procedimiento adecuado y eficaz para llevar la implementación de la automatización que permita a la industria regional, llevar a cabo el proceso de automatización de bienes de producción.

Por otra parte, es de resaltar y puntualizar, que existe un costo asociado en la adquisición de esta nueva tecnología en equipos y programas. Aun teniendo la tecnología más moderna, la automatización puede ser ineficiente y no productiva si no se realizó previamente un análisis minucioso de las necesidades de la organización, de las diferentes ofertas tecnológicas existentes en el mercado y un diseño de los procesos que sea adecuado a las funciones de la organización como a la tecnología que se estará empleando. Es por esta razón que el autor Castro, J. (200) propone tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de iniciar una automatización.

Las organizaciones son complejas y realizan diversas funciones que están relacionadas entre sí, que sus necesidades de manejo de información cambian y crecen, y que además del manejo operativo de la información hay una necesidad de contar con un acceso global que permita una mejor toma de decisiones.

La tecnología es muy cambiante, cada vez hay mayor variedad de equipos y sistemas más poderosos de costos diversos, lo que complica la selección de la tecnología adecuada.

El diseño, la programación y la operación de los sistemas requieren en la mayoría de los casos de especialistas.

Por lo antes mencionado, las organizaciones deben plantearse la forma en que llevaran a cabo esta toma de decisiones estratégicas y como debe participar el área de producción y operaciones de la organización para contribuir a la ventaja competitiva que resulta ser la automatización del sistema de producción.

Para llevar a cabo dichas estrategias es necesario contar con una metodología que pueda orientar a las organizaciones a llevar a cabo dicho proceso de automatización.

MATERIALES Y MÉTODOS

En relación a la Estrategia Automatización Industrial

La automatización industrial es el conjunto de técnicas basadas en sistemas capaces de recibir y procesar información sobre determinado proceso en el cual actúan, realizan acciones de análisis, organizan y controlan apropiadamente con el objetivo de optimizar los recursos de producción, como los materiales, humanos, económicos, financieros, etc. La automatización de una empresa depende del tipo de proyecto que se lleve a cabo, puede ser parcial o total, y se puede ajustar a procesos manuales o semi automáticos.

La automatización de las plantas industriales es un factor de suma importancia para el crecimiento y mantenimiento de las empresas en los mercados ya que se ven en la necesidad de incrementar la demanda, ofrecer productos de mejor calidad y optimizar todos los consumos de energía.

Se puede argumentar, que la principal razón de llevar a cabo una automatización, es la necesidad que tiene la organización en el incremento de la productividad. Esto se logra racionalizando las materias primas e insumos, reduciendo los costos operativos, reduciendo el consumo energético, incrementando la seguridad de los procesos, optimizando el recurso humano de la empresa y mejorando los aspectos del sistema de control de calidad, el cual abarca criterios como el mejoramiento del proceso de diagnóstico, supervisión y el mismo control de calidad de la producción.

Estrategia Organizacional

Para realizar la estrategia que llevara a la implementación de una automatización, bien sea parcial o total, es necesario una planeación previa. Los programas de planificación permitirán comprobar continuamente y en tiempo real el avance del proyecto. Una de las consideraciones importantes a tomar es que los tiempos de producción como de control o toma de datos se reducen ya que los instrumentos digitales eliminan las tareas repetitivas de anotación de datos de procesamiento, esto es, porque a todo está programado y ejecutado automáticamente por los instrumentos. De esta forma, el número de operaciones necesarias para realizar estas tareas se reduce, pero hay otras tareas nuevas a realizar para utilizar al máximo las posibilidades de los instrumentos de los sistemas modernos de control

La estrategia en este contexto, es capacitar al personal para realizar estas tareas de mayor nivel, por tal razón, la automatización de una planta no debe originar reducción de personal.

La estructura de un sistema automatizado se clasifica en dos partes claramente diferenciadas. Por un lado, se encuentra lo que se llama “parte operativa”, la cual se encuentra formada por un conjunto de dispositivos, maquinas o subprocesos, diseñado para la realización de determinadas funciones de fabricación. De forma puntual, puede tratarse de máquinas herramientas para la realización de operaciones de mecanizado más o menos sofisticadas o bien de subprocesos dedicados a tareas tales como destilación, fundición, etc. Por otro lado, tenemos la “parte de control o mando” que es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la “parte operativa” bajo control.

Planificación para la Implementación

Una de las acciones necesarias previo al comienzo de las actividades para llevar a cabo la implementación de un proyecto de automatización, es desarrollar un plan de acción, como anteriormente fue mencionado.

Esta planeación debe considerar y determinar los procesos productivos que sean más relevantes dentro de la empresa, así como la maquinaria que tiene más restricciones, esto es, los cuellos de botella o los subprocesos que tienen el mayor tiempo de ocupación y que se pueden lograr mejorar sin realizar una gran inversión desarrollando adelantos que aporten a mejorar el sistema productivos sin afectar al personal y creando una capacidad productiva más amplia para poder crecer en el futuro.

Esta planificación, puede definirse como la técnica de prever cada proceso existente en el sistema de producción de la organización, presentando una evolución secuencial con el tiempo. Es por eso que al realizar la planificación de una automatización se debe revisar el estado actual en que esta el proceso, por el cual estos pueden ser automatizados empleando un autómatas programable.

Es de recalcar que, todo proceso que se pretenda automatizar, puede descomponerse para su análisis en dos partes. La primera, siendo la parte operativa, que comprende las acciones que determinados elementos, como pueden ser motores, cilindros neumáticos, válvulas, etc. que realizan sobre el proceso, y la otra parte de control, que programa la secuencia necesaria para la actuación de la parte operativa.

El proceso de planificación comienza con un análisis de los datos disponibles en cada área o subproceso donde se encuentra la maquinaria mano de obra que contemple el objetivo del proyecto. Esta necesidad de planificar hace que la automatización de los diferentes procesos o maquinarias surja como consecuencia varios factores que se deben tener en cuenta.

1. Revisar cada proceso para determinar si su funcionamiento es continuo o intermitente.
2. En los diferentes procesos de producción, tomar en cuenta el tiempo que ocupa cada operación y mano de obra y que va a ser sustituida por la nueva etapa de automatización.
3. Hay que tener en cuenta el elemento de que maquinaria o procesos tendrán cambios probables.
4. La automatización siempre tendrá una inversión para que la producción sea más lucrativa, tomando en cuenta la combinación económica de los recursos, es decir, que siempre esté justificada la inversión en contraste con la productividad.
5. Es necesario, considerar el recurso humano que no sea sustituido por la automatización, sino más bien como un aumento en la capacidad de la planta.

Las técnicas de planeación para la automatización, como lo mencionamos anteriormente, se deben tener antes de ser implementado, es decir, obtener la información real completa sobre todo de los factores que intervienen en el procedimiento para planear, luego el desarrollo, para llevar a la implementación, además de considerar el tiempo que tomara cada una de ellas. Es importante contar con la siguiente información de producción:

- Qué secciones y que procesos se deben automatizar. Justificar.
- En cuanto a la maquinaria, cual es el tiempo de uso de cada máquina o equipo, cual es el proceso que está realizando con sus tiempos determinados antes y después de la automatización.
- En tanto se verifica la cantidad de piezas producidas y que cumplan con las especificaciones de calidad establecidas, cuando se implemente el sistema de automatización este debe cumplir con los requisitos correspondientes en lo que se refiere al sistema de calidad.

Debe existir, por parte del departamento de Ingeniería, un plan de observación, inspección y registro de cada área o de cada máquina de manera que mantenga una comparación continua entre lo que se planeó y los resultados reales.

Una vez que se han determinado que áreas y que procesos se deben automatizar, el proyecto debe llevarse a cabo, para mejorar la productividad y competitividad de la planta y el

mejoramiento de los procesos productivos. Para dicha realización se deben seguir ciertas actividades fundamentales.

Dentro de las actividades principales para la automatización, se debe formar un equipo técnico que sea capaz de llevar a cabo dicha tarea para eso el departamento que se debe designar es el de Ingeniería de la organización, en donde deben de formar un equipo de técnicos que estén capacitados para llevar a cabo esta tarea y se le pueda asignar responsabilidades y funciones para el desarrollo de cada proceso y subproceso del proyecto de automatización. Cada organización, dependiendo de su estructura y políticas, conformará dicho equipo.

CONCLUSIONES

Podemos llegar a una conclusión, que debido a que los procesos para llevar a cabo una automatización son muy complejos y diversos, una estrategia definida y planteada proporcionará una herramienta muy importante para llevar a cabo la implementación de manera correcta, eficiente y eficaz, un proyecto de automatización, sea cual sea el giro de la organización.

Los proyectos de automatización, solo podrán tener éxito si estos coinciden con las metas y estrategias organizacionales. Para poder llevar a cabo esto, es indispensable obtener con mayor detalle posible la información que de la descripción de la totalidad del sistema productivo, ya que ésta es la que abre todas las puertas para adquirir la tecnología que actualmente está disponible en el mercado. Además, ayuda a tener una visión amplia de lo que se puede y quiere hacer en el proceso.

Las herramientas que se propone utilizar para la realización del estudio previo para conocer las necesidades y situación actual del proceso productivo, fueron la implementación de herramientas Lean Manufacturing, para conocer los desperdicios y mermas, la Teoría de Restricciones, para conocer el flujo del proceso y los cuellos de botella, áreas claves para realizar la automatización, e implementación herramientas de Estudio de Tiempos y Movimientos para conocer la situación actual del proceso productivo.

El proyecto de automatización debe iniciar con un estudio previo que le dé una visión formal y certera del proceso actual, esta tarea debe ser entregada a los especialistas y participantes del proyecto, y estos deben estar de acuerdo con las estrategias. De igual manera, la correcta justificación del proyecto debe darse cuando se conocen todos los ingresos y egresos del proyecto de automatización.

LITERATURA CITADA

- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). Estrategia de producción y operaciones.
- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). Estrategia de producción/operaciones en un entorno global.
- Lugo, J. G. C., Ybarra, J. J. P., & Romero, E. (2005). Metodología para realizar una automatización utilizando PLC. Impulso.
- Machado Moreno, J. A. Automatización de los procesos productivos en la planta II división partes y piezas para la Empresa Indurama SA.
- Moreno, E. G. (2001). Automatización de procesos industriales. Valencia: Alfaomega.
- Piedrafrita M., R. (2003). Ingeniería de la Automatización Industrial. Ed. Alfaomega, España.
- Romero Escovar, D. M. (2009). Propuesta de automatización de los procesos de verificación y despachos en una empresa panificadora.
- Supelano, K. L. (2015). Modelo de automatización de procesos para un sistema de gestión a partir de un esquema de documentación basado en Business Process Management (bpm). Universidad & Empresa, 17(29), 131-155.

EVALUACIÓN DE HABILIDADES BLANDAS EN LA ÚLTIMA ETAPA ACADÉMICA DE LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL DEL TECNM-ROQUE

Guadalupe Monserrat Rodríguez Serrato¹; Diana Gabriela Cisneros López^{2*}; Fabiola Barrera Vargas², Hugo Cesar Cisneros López²; Wendy Mondragón Moreno²

¹Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial. Tecnológico Nacional de México-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México. ²Docente-investigador. Tecnológico Nacional de México-Roque. Departamento de Ciencias Económico-Administrativas. *Autor de correspondencia:

diana.cl@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Las habilidades blandas (HB) o soft skills, son aquellas que se aprenden a través de la experiencia, aquellas que son difíciles de medir, y que, en la mayoría de las ocasiones, son otras personas las que miden el nivel de manejo de ellas, así mismo son imprescindibles para una buena vida personal y profesional. Las HB incluyen una combinación de conocimientos, habilidades comunicativas interpersonales, habilidades sociales y rasgos de carácter, se reflejan en todos los ámbitos profesionales, son valoradas y reconocidas por ser características de personas integralmente virtuosas por ser decisivas en las cuestiones de la vida social y laboral, se diferencian de las habilidades duras, porque no se pueden enseñar de forma holística. El Tecnológico Nacional de México campus Roque tiene como misión la de formar profesionistas de excelencia que contribuyan al desarrollo social del país, por lo que como institución educativa está obligada a prestar especial interés en el entrenamiento de las habilidades blandas como parte fundamental de la formación integral y de fomentar acciones que les permitan acceder de manera exitosa al campo laboral. Esta investigación surge con la finalidad de precisar si, desde su propia expectativa, los estudiantes adscritos a 7mo y 8vo semestre de la Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE) se sienten preparados y con manejo de las soft skills, ya que se encuentra muy cercano el momento de egresar al campo laboral y el manejo de estas habilidades será su mejor estrategia para impactar. Por lo anterior, se aplicó un instrumento de medición conformado por 52 ítems, los resultados muestran que más del 50% de los encuestados muestran tener un buen manejo de las ocho principales HB, llama

la atención que el 24% de los encuestados no se sienten dominar la habilidad del liderazgo, así mismo, el 60% de los encuestados se sienten listos para la vida laboral, mientras que el 40% no lo está, el 43% considera que la institución ha propiciado el desarrollo de las HB, resalta que el 17% y 18% de los encuestados tienen un nivel bajo de manejo en cuanto a la habilidad de toma de decisiones y resolución de conflictos, respectivamente.

Palabras clave: *Desafíos, impacto laboral nivel de dominio, preparación académica.*

ABSTRACT

Soft skills (HB) or soft skills, are those that are learned through experience, those that are difficult to measure, and that, in most cases, are other people who measure the level of management of them Likewise, they are essential for a good personal and professional life. The HB include a combination of knowledge, interpersonal communication skills, social skills and character traits, they are reflected in all professional fields, they are valued and recognized for being characteristics of integrally virtuous people for being decisive in matters of social and work life, they differ from hard skills, because they cannot be taught holistically. The Tecnológico Nacional de México campus Roque's mission is to train professionals of excellence who contribute to the social development of the country, so as an educational institution it is obliged to pay special interest in soft skills training as a fundamental part of comprehensive training. and to promote actions that allow them to successfully access the labor field. This research arises with the purpose of specifying whether, from their own expectation, the students enrolled in the 7th and 8th semesters of Engineering in Business Management (IGE) feel prepared and with management of soft skills, since the moment of leaving the labor field and the management of these skills will be your best strategy to make an impact. Therefore, a measurement instrument made up of 52 items was applied, the results show that more than 50% of the respondents show that they have a good management of the eight main HB, it is striking that 24% of the respondents do not feel master leadership skills, likewise, 60% of those surveyed feel ready for work life, while 40% are not, 43% consider that the institution has fostered the development of HB, highlights that the 17% and 18% of the respondents have a low level of management in terms of decision-making and conflict resolution skills, respectively.

Keywords: *Academic preparation, challenges, proficiency level, work impact.*

INTRODUCCIÓN

A nivel global, las organizaciones viven momentos de vertiginosos cambios, influidos mayormente por agentes externos a las mismas, los cuales se convierten en los promotores principales a la gestión de innovación, entendiendo como innovación “a un cambio que requiere un considerable grado de imaginación; Chávez (2013) afirma que la innovación “constituye una ruptura relativamente profunda con las formas establecidas de hacer las cosas y con ello crea fundamentalmente nueva capacidad”. De tal forma, que la innovación permite a la organización mantenerse vigente en el mercado, considerándola así su ventaja competitiva, la cual según el estudio Dannapour (1991) asegura que la innovación se da en dos vertientes: por un lado, la naturaleza distinguiendo entre innovación técnica (cambios de productos, servicios y tecnología de procesos de producción) y administrativa (estructura organizacional y procesos administrativos y de gestión). Y, por otro lado, según la radicalidad de la innovación: innovación radical (cambios en las actividades de la organización) e incremental (innovaciones de prácticas existentes).

Si bien es cierto que para lograr que la empresa tenga éxito en esta innovación es necesario, proveerse del talento humano dotado de habilidades blandas, según FORBES (2020) define que “tienen que ver con la inteligencia emocional y que son favorecedoras de las relaciones sociales”. Entre estas podemos encontrar habilidades tales como la flexibilidad, la habilidad comunicativa, la capacidad de trabajar en equipo, la capacidad para auto organizarse, etc. Permitiendo así que éxito organizacional dependa del cumplimiento estratégico de los objetivos.

FORBES (2021) afirma que hoy por hoy el dominio de las habilidades blandas son un factor decisivo para el éxito organizacional ya que “los directores deben entender que son las relaciones auténticas y no el poder lo que los llevará hacia adelante”.

Actualmente, el mercado laboral centra sus procesos de selección y contratación de personal en las competencias adquiridas, evaluando simultáneamente habilidades blandas y duras, esperando de esta manera reclutar los talentos idóneos para la organización. En este sentido, los estudiantes esperan siempre resultados positivos, sin embargo, la exigencia ha mostrado un área de oportunidad para las universidades, contemplando que, dentro de la formación profesional, se carece del fortalecimiento de soft skills, aun cuando la educación que se brinda debiera ser integral.

Como refiere Cinque (2016), las HB ayudan a las personas a adaptarse y comportarse de manera efectiva, de tal manera que este tema, toma gran relevancia ya que invita a las instituciones de nivel superior a desarrollar estrategias que permitan mejorar las habilidades socioemocionales de sus estudiantes y egresados, de manera que se facilite su adaptación en las organizaciones.

Mientras las instituciones educativas están ocupadas en proveer profesionistas que desarrollen habilidades duras, las organizaciones exigen profesionistas que impacten en el mercado laboral, con sus habilidades blandas.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), este nuevo escenario demanda profesionales capaces de adaptarse al cambio, de generar soluciones creativas, y de asumir nuevos desafíos (OCDE, 2011).

La globalización, ha permitido visualizar el rumbo que siguen las organizaciones resilientes y visionarias, que a través de la innovación van adaptándose a los cambios existentes, enfocándose cada día más en su ventaja competitiva que es el recurso humano con el que cuenta para lograr sus objetivos planeados, poniendo una puntual atención en sus procesos de reclutamiento y selección de personal, así como fortaleciendo las estrategias de capacitación de sus colaboradores en ambas vertientes: tanto profesional/laboral y personal.

El reto al que se enfrenta la Educación Superior lo comparte el World Economic Forum (WEF) WEF (2016) donde señala que América Latina tiene la mayor escasez de competencias en la economía formal, dos de cada cinco jóvenes no estudian ni trabajan y el 55% de los trabajadores de la región trabajan en la economía informal.

En este sentido resalta María E. Gomez (2019), la relevancia que toman las habilidades blandas en la preparación de los estudiantes y el desarrollo de espacios para que se logre tal efecto, enfatizando en la gran problemática que el sector educativo se encuentra inmerso a falta del desarrollo de soft skills particularmente en el nivel superior, resultando en la eminente dificultad en la empleabilidad, ya que el mercado laboral exige un 51% de habilidades blandas y un 9% de habilidades cognitivas avanzadas, un 16% de habilidades técnicas y un 4% de habilidades. Es claro entonces que las habilidades blandas, toman una fuerza vital en las organizaciones que luchan su permanencia en los actuales ambientes volátiles en los que el cambio constante, pone a prueba las habilidades y estrategias de innovación y tecnología con los que la organización hace frente.

El desafío es claro, las instituciones de educación superior, deben establecer muy claramente estrategias que permiten desarrollar a su capital humano, reforzando las habilidades socioemocionales, las comunicacionales, habilidades duras, así como las transversales de manera que se garantice la capacidad de que sus egresados puedan responder a los entornos cambiantes y a las nuevas exigencias del mercado laboral cognitivas básicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación descriptiva, ya que según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2010), este tipo de investigación, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. En esta investigación se realizó un instrumento de medición tipo encuesta, conformada de un total de 52 preguntas, enfocada a medir el nivel aprendizaje y manejo de los estudiantes en cuanto a 15 habilidades blandas, como son: trabajo en equipo, comunicación asertiva, escucha activa, liderazgo, toma de decisiones, comunicación digital, iniciativa, autodidactismo, flexibilidad, cooperación, manejo de conflictos, planificación y gestión del tiempo, empatía, confianza en sí mismo y orientación a resultados, sin embargo, para fines más específicos el enfoque de la investigación se basará en la representación de las 8 HB consideradas más indispensables las cuales son: autodidactismo, orientación a resultados, manejo de conflictos, toma de decisiones, comunicación digital, administración y planificación del tiempo, liderazgo y confianza en sí mismo, las respuestas a considerar se basan conforme a los criterios de Likert, tomando como base, todas las posibles dimensiones de respuesta, y su ponderación numérica: Se cumple siempre (100%), se cumple en la mayoría de las veces (75%), indeciso (50%), muy rara vez se cumple (25%) y nunca se cumple (0%). La población de estudio corresponde a los 194 estudiantes adscritos al 7mo y 8vo semestre de la Ingeniería en Gestión Empresarial del TecNM-Roque, en el semestre agosto- diciembre 2021, de los cuales se tomó una muestra de 97 estudiantes con esta característica, por lo que está las respuestas están supeditadas a las expectativas de dicha muestra de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados obtenidos, las siguientes gráficas muestran elementos clave de este estudio: La figura 1 muestra que sólo el 27% de los estudiantes encuestados se sienten al 100% preparados en cuanto a la habilidad de autodidactismo, están conscientes que el autoaprendizaje es vital para un buen desempeño académico- laboral y creen mostrar constancia e iniciativa en sus actividades, en el rango de manejo del 70% al 90%, se encuentra el 55% de los encuestados, mientras que, por el lado contrario, el 18% restante, no se siente

preparado para llevar un autoaprendizaje, lo anterior demuestra que hay una ausencia de reconocimiento e iniciativa, ya que se encuentran con un nivel de manejo del 20 al 60% de dicha habilidad.

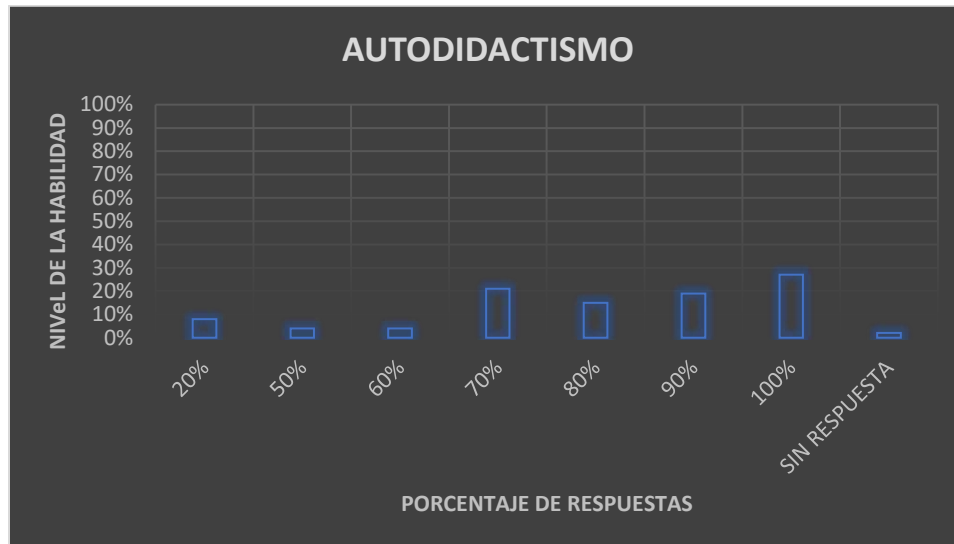


Figura 1. Nivel de habilidad de autodidactismo

En base a los resultados de la Figura 2, se puede observar que el 12% de los estudiantes cuentan con un nivel de manejo del 70% de la habilidad orientación de resultados, en cuanto a un nivel de manejo del 80%, un 26% afirma tenerlo, el 22% considera tener un manejo del 90% y el 23% menciona que tiene un 100% de manejo de dicha habilidad, resultado de manera favorable que en este rango el 83% de los encuestados, y desde su punto de vista demuestran que pueden actuar de forma eficiente y eficaz ante una decisión urgente e importante que redundará en resultados, por el lado contrario, llama la atención que el 17% restante se encuentra en un rango de manejo de la habilidad ente el 10 y el 60% mostrando deficiencia para tener los objetivos claros y afectando el constante esfuerzo.

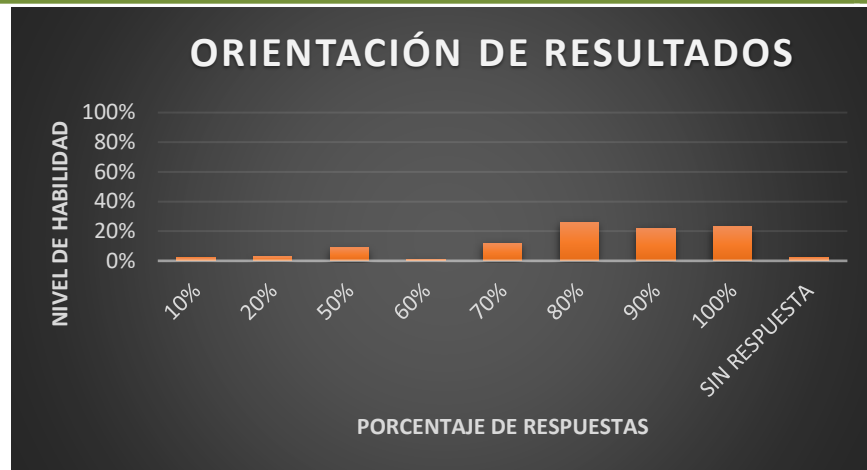


Figura 2. Nivel de habilidad de orientación de resultados

El manejo de conflictos es una habilidad de suma importancia, ya que permite generar estrategias para prevenir problemáticas de diversos niveles de gravedad, la figura 3 muestra que el 26% de los encuestados manejan esta habilidad al 100%, entre el rango de dominio del 70% al 90% se encuentra el 56% de los encuestados, por el lado contrario y del que se debe enfocar la atención es que existen personas, el 2% de los encuestados, que se ubican en el 10% de dominio de la habilidad, por lo que consideran que no cuentan con el suficiente desarrollo de los factores de un buen manejo de conflictos, así mismo, un 7% se ubica en un 20% de manejo y finalmente otro 7% se ubica en el 50% de manejo, un 2% no pudo ubicarse en algún parámetro y optó por no contestar, por lo que se requiere especial atención en ese 18% de esta población.

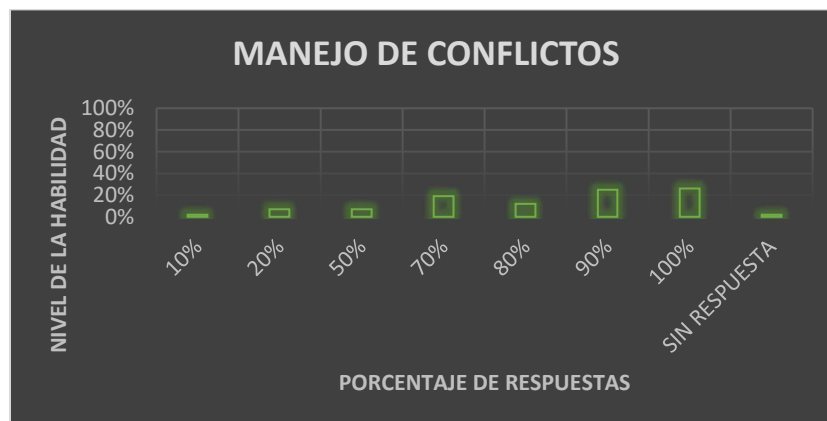


Figura 3. Manejo de conflictos

En relación a la habilidad que muestra la figura 4, para reforzar la toma de decisiones se debe tener en cuenta el desarrollar la habilidad de poder identificar la problemática y buscar entre diferentes alternativas de solución, por medio de estrategias y actividades a desarrollar, así como un plan de acción, el 29% de los encuestados consideran manejar esta habilidad al 100%, ya que manejan las herramientas necesarias para llevar una buena productividad, el 54% se ubica en un rango del 70% al 90%, por lo que la mayoría considera que esta habilidad les es favorable, por la lado contrario, el 17% restante cuenta con un manejo del 10% al 50% de esta habilidad, también es importante reforzar la inteligencia emocional ya que se sabe que la toma de decisiones es afectada por el estado de ánimo, las sensaciones y emociones.

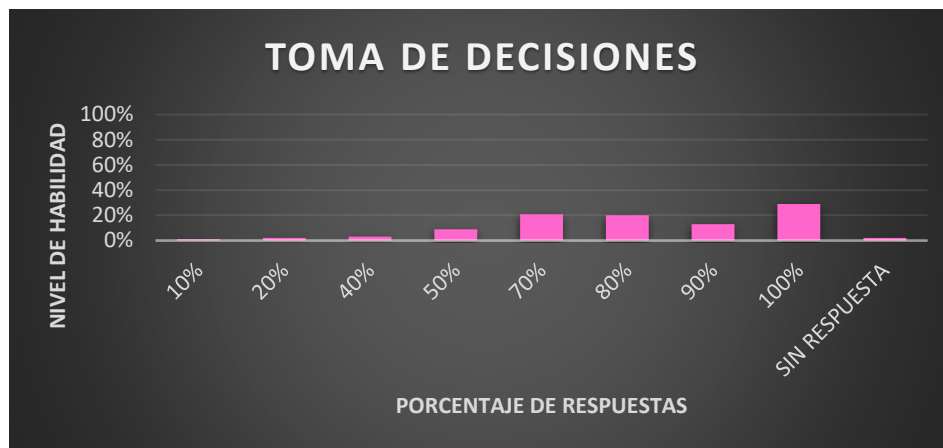


Figura 4. Nivel de habilidad de toma de decisiones

Actualmente la mayoría de personas hacen uso de las tecnologías de la comunicación e información, se debe tener un conocimiento de las herramientas digitales que se deben de utilizar para tener dominio de ellas, los estudiantes deben tener un mejor desarrollo tecnológico académico – laboral y mejorar su comunicación digital, más ahora con las nuevas modalidades, el 29% de los estudiantes manejan al 100% las tecnologías y herramientas digitales para poder comunicarse, el 54% tienen un manejo entre el 50% y el 90% y finalmente, el 8% se considera en el rango entre el 10 y el 30%, es necesario, precisar atención en este aunque bajo, es un 8% que presente problemática en esta habilidad.

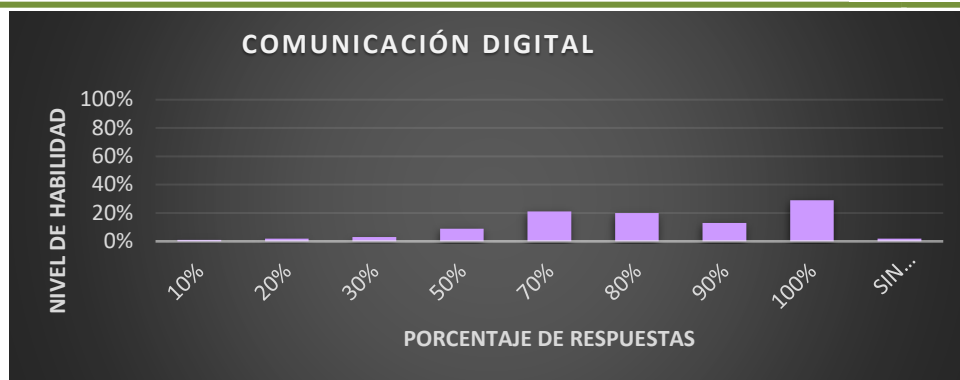


Figura 5. Nivel de habilidad de comunicación digital

En la figura 6 se visualiza lo relacionado a la administración y planificación del tiempo, esta habilidad no suele ser una tarea fácil, pero se encarga de una buena organización y priorización de actividades/ tareas a desarrollar, el 32% de los estudiantes consideran que saben desarrollarlo al 100%, el 49% considera estar en un rango del 70% al 90%, por lo que en un nivel de aceptable a bueno se encuentra el 80% de los encuestados, sin embargo, el 20% menciona que no tienen mucha noción del mismo, ya que se encuentran en un nivel de manejo del 0% al 60%, se requiere reforzar la implementación de métodos de administración y planificación como lo son la Matriz de Eisenhower, GTD o Kanban.



Figura 6. Nivel de habilidad de administración y planificación de tiempo

Una persona que muestra motivación, que puede influir y organizar un equipo suele tener un buen liderazgo en equipos de trabajo, así mismo, influye en ciertas características si la persona es proactiva, optimista, innovadora e incluso creativa, los estudiantes en gestión empresarial y en general, deben mostrar este enfoque para poder desenvolverse en el ámbito laboral en las organizaciones, en la figura 7 se observa que el 33% de los estudiantes se consideran líderes en sus equipos de trabajo al 100%, mientras que el 41% considera serlo en un rango

del 70% al 90%, por lo que esta habilidad les resulta favorable a un 74%, mientras que el 24% muestra el desarrollado de su liderazgo en un rango del 0 al 60%.

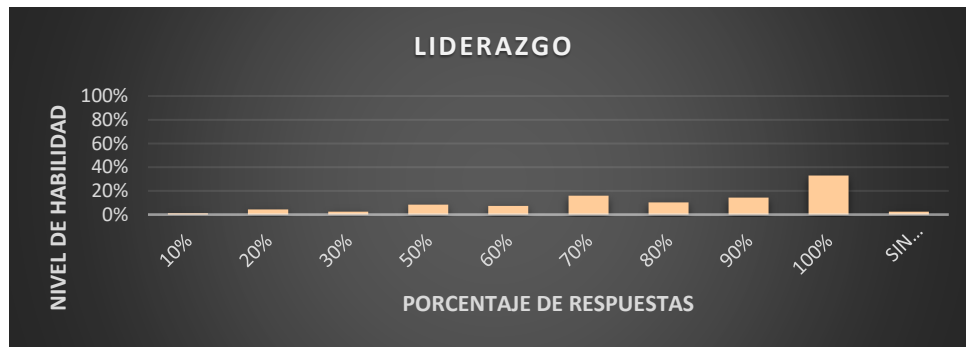


Figura 7. Nivel de habilidad de liderazgo

Las personas con confianza o seguridad en si mismos, suelen ser personas con tranquilidad y suelen sentirse capaces de enfrentar desafíos y lo que se pueda presentar, suelen tener presentes sus habilidades y talentos, los estudiantes deben desarrollar la confianza personal para poder liderar y abrir mayores oportunidades laborales, el 36% de los estudiantes muestran que confían en si mismos un 100%, el 46% consideran que su nivel de confianza se encuentra en un rango del 70% al 90%, resultando que el 82% manejan esta habilidad, por el contrario, el 18% menciona que confían en ellos en un rango del 0 al 50%, lo anterior se visualiza en la figura 8.

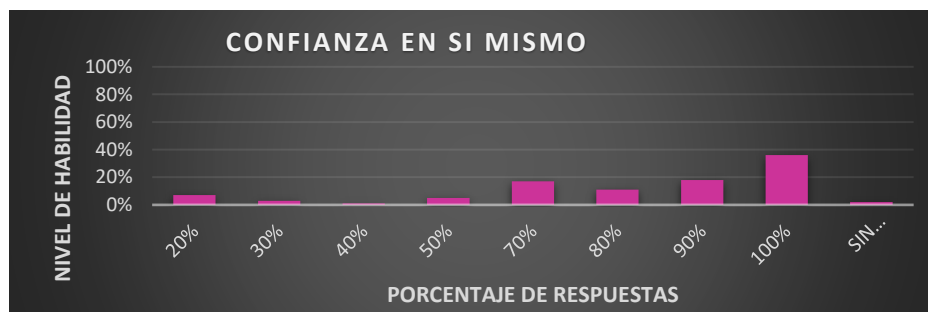


Figura 8. Nivel de habilidad de confianza en sí mismo

Es importante que los estudiantes de los últimos semestres estén listos para entrar a la vida laboral, como lo muestra la figura 9, el 60% de los encuestados se consideran preparados para este paso, el 30% no creen estar listos, ya sea por inseguridad de ellos mismos e incluso puede haber factores académicos de por medio, el 10% de los estudiantes nunca habían pensado en ello y llama la atención el que no lo hagan, ya que están tan cerca de dar ese paso, sin embargo, el participar en esta encuesta podría resultar en concientizarlos en ese aspecto.



Figura 9. Preparación para la vida laboral

Los conocimientos por parte de la universidad suelen basarse a modo teórico como práctico, para que los estudiantes puedan desarrollar ciertas habilidades y conocimientos que muestren más en la vida laboral, en la figura 10 se muestra que el 43% de los estudiantes seleccionan que la institución los ha dotado de un programa que les permite desarrollar sus HB de manera suficiente para enfrentar desafíos en la vida laboral, el 42% consideran que son algo deficientes, finalmente, el 16% consideran que sus conocimientos no son suficientes, lo que puede originarse por diferentes motivos, como puede ser falta de motivación, compromiso, responsabilidad y comunicación en la búsqueda de reforzar las deficiencias.

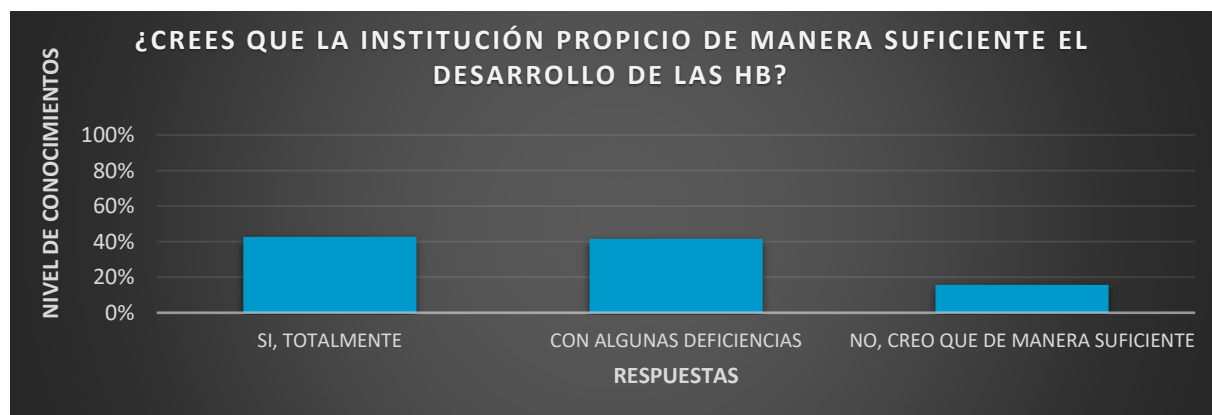


Figura 10. Conocimientos adquiridos

La preparación para desenvolverse en el ámbito laboral, suele comenzar a desarrollarse desde los primeros semestres de universidad, por parte del desarrollo de habilidades que le permitan desarrollar su seguridad, motivaciones e incluso conocimientos que le permitan crecer como persona, así como profesionalmente, la figura 11 muestra que, el 34% está totalmente de acuerdo con su preparación, el 47% están parcialmente de acuerdo, por lo anterior se tiene que el 81% de los encuestados tiene una postura positiva de su preparación para el mundo laboral, por el contrario, el 19% no lo consideran así, ya sea por dificultad de adaptación, inseguridad personal o por falta de experiencia y preparación.

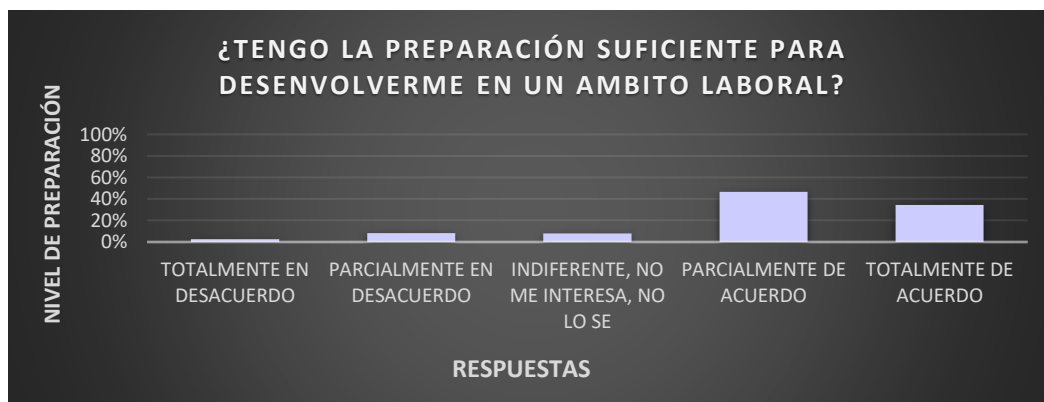


Figura 11. Preparación para el ámbito laboral

CONCLUSIONES

Las habilidades blandas toman fuerza, al mismo tiempo que la tecnología se desarrolla y al mismo ritmo que la organización implementa vorazmente estrategias de innovación para mitigar el impacto del cambiante mundo digital. Pareciera que contar con tecnología de punta, garantizaría la supervivencia de la organización en el mercado, incluso, se muestra como una amenaza para sustituir al trabajador. Sin embargo, es todo lo contrario, el recurso humano preparado con altas dosis de HB, se convierte en la ventaja competitiva con mayor fortaleza, ya que es de aquí a que nacen los planes de acción para garantizar el logro de los objetivos.

Las Instituciones Educativas de nivel superior deben prestar mayor interés en el desarrollo de la parte socioemocional de sus estudiantes y llevar a la par el desarrollo de las habilidades duras con las habilidades blandas, si en verdad se quiere desarrollar personas y profesionistas bajo una formación integral.

Esta investigación permitió tener un importante antecedente sobre conocimiento y difusión de las HB como factor de interés para los estudiantes, así mismo para su propia valoración de las mismas, haciendo también conciencia de la necesidad y exigencia en el mercado laboral, al mismo tiempo ha sido una invitación para que ellos refuercen las carencias detectadas y asuman una actitud continua de enfrentar retos y desafíos que les permitan mejorar sus estrategias de impacto laboral y personal.

La confianza en sí mismo es una habilidad muy importante para que la organización la considere como prioritaria a evaluar ya que a diferencia de otras habilidades la actitud positiva implica hábitos y sobre todo autocontrol sobre sus vidas, así mismo se creen capaces de lograr todos lo que se plantean. Con respecto a esta habilidad el 60% representado por la mayoría de los estudiantes se sienten capaces de iniciar su vida laboral con el ímpetu de ejercer y aprender.

De los encuestados el 60% ya se siente listo en cuanto a sus conocimientos y habilidades para enfrentarse al mundo laboral, sin embargo, existe un porcentaje alto, el 40% que no se siente listo, se presenta otro foco rojo en este 40% para analizar el porqué, son cuestiones académicas, cuestiones de inseguridad o porque un estudiante de etapa terminal en sus estudios respondería de esta manera, es interesante, como institución reflexionar al respecto.

LITERATURA CITADA

- Chávez (2013). Chávez Guerra, Alejandra Análisis de tema la dimensión estratégica de la innovación Tecnológica RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, vol. 3, núm. 6, enero-junio, 2013, pp. 44-60
- Cinque, M. (2016). Lost in translation. Soft skills development in European countries. Tuning Journal For Higher Education, 3(2), 389-427. doi: [http:// dx.doi.org/10.18543/tjhe-3\(2\)-2016pp389-427](http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-3(2)-2016pp389-427)
- Damanpour, F. (1991). Organizational Innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators. Academy of Management Journal, 34, 555 – 590

FORBES (2020) Las soft skills que debería tener el candidato ideal

<https://www.forbes.com.mx/las-soft-skills-que-deberia-tener-el-candidato-ideal/> febrero 11, 2020. Consulta: octubre 28, 2021

FORBES (2021) El Candor Radical: de habilidades blandas a esenciales.

<https://www.forbes.com.mx/red-forbes-el-candor-radical-de-habilidades-blandas-a-esenciales/> Marzo 22, 2021. Consulta: noviembre 04, 2021

Gómez (2019), Las habilidades blandas competencias para el nuevo milenio Soft Skills Competencies for the new Millennium. Vista de Las habilidades blandas competencias para el nuevo milenio (uaeh.edu.mx). Consulta: noviembre 08, 2021

Hernández, S. R., Fernández-Collado C. y Baptista., L. P. (2006), Metodología de la Investigación, Mc Graw Hill, 4ta Edición.

OCDE – Organización para la Cooperación y Desarrollo (2011). Skills for innovation and Research. <https://biobs.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/generated/files/policy/OECD%202011%20Skills%20for%20Innovation%20and%20Research.pdf>. Consulta noviembre 04, 2021.

World Economic Forum. The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. 2016.

EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA EL CULTIVO DE CANAVALIA (*Canavalia ensiformis*) EN CLIMA CÁLIDO.

Gladys Valdés Colunga^{1*}; Héctor Artemio Torres Ventura¹; Miguel Ángel Gómez Jimenez²; Mayra Leticia Ojeda Cruz¹; Lorena Elizabeth Balandra Aguilar¹; Harllin Osorio Velázquez³

¹Académico del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Comitan, ²Académico del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Frontera Comalapa, ³Alumno del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Frontera Comalapa. *Autor de correspondencia:

gladys.vc@comitan.tecnm.mx

RESUMEN

En la presente investigación se ha tenido como objetivo determinar el sustrato más adecuado para la siembra de *C. ensiformis*. Se utilizaron cuatro tipos de tratamientos: BO (bocashi), LOM (lombricomposta), COM (composta) y TE (testigo). Las plantas fueron observadas durante ocho semanas, se evaluó número de hojas, diámetro del tallo, altura y número de flores. La metodología utilizada en el tipo de investigación pertenece al enfoque experimental, prospectivo, longitudinal y analítico, la investigación pertenece al nivel explicativo, donde la población utilizada está conformada por 384 plantas de *C. ensiformis*, la muestra utilizada fue de 256 individuos de *C. ensiformis*. Para la distribución de las plantas se diseñó un plano de ubicación y distribución completamente al azar en un área experimental de 10x10m, se realizaron camellones de 10 cm de alto en los cuales se incorporaron los sustratos (bocashi, lombricomposta y composta, se usó también el testigo), con sus respectivos factores y niveles. Para el análisis estadístico se realizó un diseño completamente al azar, mediante un análisis de varianza y la prueba de Tukey. Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que hay diferencias estadísticamente significativas al usar los diferentes sustratos, además de los diferentes tratamientos que se utilizaron e influyeron de manera positiva en el crecimiento de las plántulas, ayudando en el desarrollo de hojas, diámetro del tallo, altura y número de hojas.

Palabras clave: *Bocashi, Canavalia ensiformis, Lombricomposta, composta, Plántulas, Testigo.*

ABSTRACT

The objective of this research has been to determine the most suitable substrate for sowing *C. ensiformis*. 4 types of treatments were used: BO (bocashi), LOM (vermicompost), COM (compost) and TE (control). The plants were observed for eight weeks, the number of leaves, stem diameter, height and number of flowers were evaluated. The methodology used in the type of research belongs to the experimental, prospective, longitudinal and analytical approach, the research belongs to the explanatory level, where the population used is made up of 384 *C. ensiformis* plants, the sample used was 256 individuals of *C. ensiformis*. For the distribution of the plants, a completely random location and distribution plan was designed in an experimental area of 10x10m, ridges of 10 cm high were made in which the substrates (bocashi, vermicompost and compost) were incorporated, also using the control), with their respective factors and levels. For the statistical analysis, a completely randomized design was carried out, using an analysis of variance and the Tukey test. The results obtained in this research confirm that there are statistically significant differences when using the different substrates, in addition to the different treatments that were used and positively influenced the growth of the seedlings, helping in the development of leaves, stem diameter, height and number of sheets.

Keywords: *Bocashi, Canavalia ensiformis, Lombricomposta, composta, Plántulas, Testigo.*

INTRODUCCIÓN

Al ser la agricultura y la ganadería tan importante para la generación de ingresos tanto para las familias campesinas como para los empresarios a nivel mundial. Las actividades para el cuidado de la producción se intensifican cada día más y más desde el llamado inicio de la “revolución verde”, hasta el límite de implementar productos químicos para control de plagas y enfermedades, así como de crecimiento y producción de forma irresponsable, lo cual está causando daños irremediables en la flora y fauna en todo el planeta (FAO, 2018). Las actividades humanas han ocasionado una degradación de los recursos del suelo del mundo, que constituyen la base para una seguridad alimentaria. El constante crecimiento mundial de la degradación de los suelos ha demostrado que el 15% de la superficie total de las tierras en

el mundo han sufrido daños (en un 13% de los casos ligeros y moderados, y en un 2% graves y muy graves), debidos a la erosión, disminución de los nutrientes, salinización y la compactación física provocando impacto del cambio climático y la contaminación (Cabrera, 2011). México es uno de los países con mayor riqueza de climas y por lo siguiente de tipo de suelos, los cuales se han ido adaptando a la agricultura y ganadería siendo estos los que generan una derrama económica en el país significativa. Debido al impacto agrícola y agropecuario una alternativa viable para esta región sería la implementación cultivos de *C. ensiformis* (Castillo, 2016). El proponer alternativas de recuperación de suelos y sistemas productivos sostenibles, el control biológico de plagas y enfermedades, permitirá disminuir los conflictos que se generan al seguir utilizando métodos convencionales mejorando el nivel de vida de los consumidores y productores en las zonas que ya han sido intervenidas, sin necesidad de recurrir destruir más áreas naturales, que incrementarían aún más los procesos de deforestación García (1997). Esta posibilidad nos brinda cultivos tales como las leguminosas, por ejemplo, la canavalia, ya que ésta especie brinda muchas ventajas, por ejemplo, se utiliza como abono verde, controlador de malezas, en estudios recientes ha demostrado que puede combatir las colonias de hormigas que perjudican la producción de alimentos provocando pérdidas económicas, además del considerable aporte de biomasa y nutrimentos al suelo (Rubido, 2014). Ante esta situación se pretende determinar el efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo de *Canavalia ensiformis* implementando el uso de abonos orgánicos como es Composta, Bocashi y Lombricomposta como una opción de brindarle a los agricultores y granjeros mexicanos nuevas ideas de producción limpias y sostenibles y sobre todo limpias y amigables con el medio ambiente haciendo uso de leguminosas como forraje, coberturas fijadoras de nitrógeno y control biológico con una tasa de siembra adecuada, que nos permita obtener mayor eficiencia, y así mismo mejoradoras de las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La modificación del ambiente, a través de la degradación de la tierra, es un proceso perjudicial que afecta negativamente el desarrollo de la población. Una de las consecuencias se da en el rendimiento de los cultivos, que va disminuyendo a medida que avanza la degradación (Cabrera, 2011). La degradación de los suelos es ocasionada por actividades humanas de muy diversa índole. En México, las más importantes son los cambios en el uso del suelo asociadas a la agricultura mecanizada, el sobrepastoreo y el desarrollo urbano e industrial (SEMARNAT, 2003). Una alternativa para frenar la pérdida de suelos es la agricultura sustentable la cual se basa en usar productos y recursos naturales para aplicarse como abono, fungicidas, pesticidas, entre otros, para combatir las plagas y enfermedades que amenazan a los cultivos de forma amigable con el ambiente y sobre todo reducir el costo de producción que esto implica (Altieri y Nicholls, 2012). Una forma de combatir plagas de manera sustentable es el uso de *C. ensiformis* que puede utilizarse como pesticida en el control y erradicación de nidos de hormigas en diversos campos de la agricultura como: horticultura, floricultura, fruticultura etc., así como puede usarse para la alimentación de diferentes animales de corral. La canavalia es una especie de exuberante desarrollo que se adapta a las condiciones tropicales de altas lluvias, temperaturas y días largos de sequía, además producen abundante fitosoma seca y realiza una fijación biológica de nitrógeno que oscila entre 140 y 160 kg/ha, en todo su ciclo de vida (Álvarez, 2001). La Canavalia es una planta leguminosa erecta en forma de enredadera, puede ser anual o perenne. Tiene un ciclo de cultivo de 170 - 240 días, su germinación es rápida entre dos a tres días alcanza una altura de 60 a 130 cm (Álvarez, 2001). Raíces: Son pivotantes forman nódulos, los tallos son pocos ramificados y de color púrpura. Flores: De color blanco a rosado (Figura 1). Frutos: Se da en vainas de 30 cm de largo y 3,5 cm de ancho, aplastadas, cada vaina posee entre 12 a 20 semillas tiene una forma oblonga o redonda, algo aplastada, lisa de color blanco.



Figura 1. Color de flores

En México es utilizada como abono verde, cobertura, control de erosión, corte y acarreo, pastoreo, heno y ensilaje lo que permite ser utilizada en sistemas agroforestales para mejoramiento de las propiedades del suelo (López y Mendoza, 2011). Una posibilidad de controlar las poblaciones de arrieras es atacar el hongo que cultivan, el cual usan como alimento exclusivo. La leguminosa *Canavalia ensiformis* no se utiliza como ingrediente alternativo en la alimentación animal de corral a nivel comercial. Además de la poca información sobre la influencia que tiene su consumo en ellos, tampoco se emplea como comestible debido a su toxicidad (Hernández, 2015). Los abonos orgánicos deben cumplir con las regulaciones dadas por las normas internacionales y/o nacionales de certificación, o bien de la certificadora en particular que se utilice. Los estiércoles, no todos pueden usarse en la agricultura orgánica al respecto la regulación europea (Reglamento CEE no 2092/91) señala que el estiércol procedente de la ganadería intensiva no está permitido. Así mismo señala que no se permite el uso de virutas de madera o aserrín procedente de madera tratada químicamente después de la tala. (Gartler, 2009). El compostaje es una técnica, con la cual se da la transformación aeróbica de sustancias orgánicas, para producir el compost. El lombricompost o vermicompost es otro proceso para elaborar abono, con el empleo de la acción combinada de las lombrices y de microorganismos. El bocashi (Figura 2) es un abono medianamente descompuesto, el que se elabora utilizando una fermentación acelerada (Soto, 2003). El compostaje es más rápido que en un compost tradicional, y las transformaciones se realizan a menor temperatura (inferior a 50 °C) y en un tiempo más corto (de 1 a 3 semanas). Se voltea con más frecuencia (dos veces por día). Los materiales son más ricos en nitrógeno y en sustancias solubles que en el compost (Rodríguez.1999).



Figura 2. Bocashi.

La composta o compostaje es la descomposición microbiana de una mezcla de materias orgánicas ricas en carbono con otras ricas en nitrógeno (Figura 3). Se debe tener claro que los microorganismos (hongos, bacterias, levaduras, *Lactobacillus*) responsables de las transformaciones bioquímicas son aeróbicos, por lo tanto, la aireación constituye un factor crítico, y el tiempo en la producción de compost variará dependiendo de la aireación o movimiento del montículo (Segura, 2001).



Figura 3 Composta.

La lombricomposta, el uso de lombrices para la transformación de residuos orgánicos es un abono orgánico de calidad, además de ser una alternativa ecológica y que otorga valores agregados (Figura 4). Es un fertilizante orgánico, de aspecto terroso, suave ligero e inodoro que libera levemente sus elementos nutritivos y tiene la gran capacidad de mezclarse con el suelo, ayudando a la transformación de los elementos minerales nutritivos en elementos inorgánicos disponibles por la planta (Duran, 2010).



Figura 4 Lombricomposta

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Frontera Comalapa (ITFC), en área experimental de Lombricultura, ubicado en las coordenadas 15°38'15.7" latitud Norte y 92°07'49.5" de longitud Oeste. La población utilizada estuvo conformada de 384 plantas de Canavalia (*C. ensiformis*) distribuidas en 16 bloques. La muestra utilizada fue de 256 plantas de Canavalia (*C. ensiformis*) se utilizaron 4 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, distribuidos de la siguiente forma: cada tratamiento con 4 repeticiones (bloques), cada bloque tuvo un total de 24 plantas. Por cada bloque se analizaron 16 plantas dando un total de 256 muestras; El material biológico que se utilizó para llevar a cabo la investigación fueron semillas de canavalia (*C. ensiformis*), lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), desechos de origen vegetal (cascaras de frutas y verduras), estiércol de ganado, entre otros. Una vez que se terminó la elaboración de los sustratos (Bocashi, lombricomposta y composta), se aplicaron directamente al suelo antes de aplicar el bocashi se

hizo una revoltura para que todo el abono quedara de forma homogénea; cuando la composta estaba en su punto exacto se destapo y dejo que se enfriara y se ventilaran los gases que pudieran encontrarse presentes y para poder usar la lombricomposta primero se coló para evitar la fuga de lombrices y dejar sin población el tanque, después se hizo en los camellones de los bloques correspondientes unos pequeños agujeros con la capacidad de 1 kg (aproximadamente) que sirvieron de vertederos del abono; después de preparar la tierra se sembró la semilla de canavalia (*C. ensiformis*), El riego se hizo en base a las características del suelo y se aplicó de acuerdo al diseño planteado. La captación de agua se hizo en un tanque de 3 x 3 x 2 m. Se realizó el conteo de las plantas germinadas y se utilizó el método DBCA para la selección de las plantas, las variables que se usaron fueron: el número de hojas, el ancho del tallo, la altura de la planta, numero de flores entre otros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los datos obtenidos del número de hojas, altura de la planta, diámetro del tallo y número de flores presentes a los 56 días se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el programa estadístico computarizado InfoStat versión 201.91, para conocer si existieron diferencias significativas entre los tratamientos empleados durante el tiempo de cultivo. Se realizó la recolección y procesamiento de datos de la especie *Canavalia ensiformis* en estudio, para la determinación del sustrato adecuado, habiendo encontrado los siguientes resultados:

*Con respecto al número de hojas: En cada uno de los tratamientos vario de forma considerable durante las semanas uno y dos, siendo superior el número de hojas en LOM (lombricomposta), los tratamientos BO (bocashi) y COM (composta) presentaron mayor índice de hojas en comparación con la semana uno, en cuanto el tratamiento TE (testigo) presentó el menor número de hojas durante la segunda semana en comparación con los demás tratamientos y se observó una ligera disminución en cuanto a la formación de hojas. Durante las semanas tres, cuatro y cinco, el tratamiento TE (testigo) fue el que presentó menor incremento en el número de hojas, en cuanto los tratamientos BO (bocashi) y COM (composta) el numero de hojas fue en incremento consecutivo durante las tres semanas, mientras que el tratamiento LOM (lombricomposta) presentó mayor número de hojas en las semanas tres y

cinco, pero en la semana cuatro el número de hojas fue menor que el de los tratamientos BO (bocashi) y COM (composta). En las dos últimas semanas del estudio, el tratamiento LOM (lombricomposta) presentó el mayor número de hoja, mientras que el tratamiento TE (testigo) fue el que tuvo menor número de hojas, el tratamiento BO (bocashi) presentó mayor índice de hojas que el tratamiento COM (composta).

*Con respecto a la altura de la planta: fue medida en centímetros (cm), dando que los tratamientos BO (bocashi) y LOM (lombricomposta) tuvieron un crecimiento casi idéntico durante las dos semanas, en el tratamiento COM (composta) se midió el crecimiento continuo en las dos semanas y el tratamiento TE (testigo) fue el que menos crecimiento presentó en la segunda semana. El tratamiento COM (composta) arrojó mayor incremento en la altura durante las semanas tres, cuatro y cinco, seguido por el tratamiento LOM (lombricomposta) que disminuyó el incremento de altura únicamente en la semana 4, el tratamiento BO (bocashi) incrementó la altura consecutivamente y el tratamiento TE (testigo) fue el que menos desarrollo de crecimiento obtuvo en las tres semanas. El tratamiento COM (composta) obtuvo mayor incremento de altura en las últimas dos semanas (Grafica 6) del experimento mientras el tratamiento LOM (lombricomposta) durante la semana seis presentó crecimiento mínimo en comparación al COM (composta), pero durante la 7 semana el tratamiento LOM (lombricomposta) fue inferior, el tratamiento BO (bocashi) únicamente tuvo crecimiento continuo durante las semanas finales, el tratamiento TE presentó menor incremento de altura en comparación a los tratamientos BO (bocashi), LOM (lombricomposta) y COM (composta).

*Con respecto al diámetro en mm del tallo de *C. ensiformis*: Para la toma de datos del tallo se midió en milímetros (mm), arrojando que el tratamiento con mayor incremento en el diámetro del tallo fue LOM (lombricomposta) durante las primeras dos semanas, el tratamiento COM (composta) fue el segundo mejor al incrementar el diámetro del tallo, el tratamiento BO (bocashi) tuvo datos de incremento del tallo por muy pocos milímetros por debajo del tratamiento COM (composta), el tratamiento con menor incremento en el diámetro del tallo fue el TE (testigo) durante las dos semanas de estudio. Los tratamientos BO (bocashi), LOM (lombricomposta), COM (composta) y TE (testigo) no presentaron decline del diámetro durante las semanas tres, cuatro y cinco. El tratamiento más sobresaliente fue LOM (lombricomposta),

los tratamientos BO (bocashi) y COM (composta) presentaron competencia en el incremento del diámetro del tallo, siendo el tratamiento COM (composta) quien obtuvo un ligero distanciamiento en el aumento del diámetro del tallo. Los tratamientos BO (bocashi) y COM (composta) no presentaron pausas en el incremento del diámetro del tallo, pero sí tuvieron similitudes en los resultados, siendo el tratamiento COM (composta) que sobresalió, es cuanto el tratamiento TE (testigo) los datos obtenidos arrojaron que fue el que menos incremento de diámetro del tallo tuvo en las dos semanas finales aunque no presentó pausas en el incremento del diámetro del tallo, el tratamiento LOM (lombricomposta) fue el mejor durante las semanas seis y siete sin reducir el aumento del diámetro del tallo.

*Con respecto Numero de flores de Canavalia ensiformis: El número de flores se recopiló a partir de las primeras apariciones durante la semana siete, el tratamiento LOM (lombricomposta) fue el mejor durante las dos semanas de estudio, teniendo constante floración, por otra parte el tratamiento TE (testigo) presentó el menor número de flores durante el estudio, el tratamiento BO (bocashi) durante la primer semana (semana siete de haber sembrado) presentó un numero de flores que lo posicionaron en el tercer lugar con respecto a los otros tratamientos, pero en la última semana el número de flores incremento un 200%, el tratamiento COM (composta) estuvo consecutivamente por debajo del tratamiento LOM (lombricomposta) durante las dos semanas.

La variable número de hojas finales de la población, es compatible y siguen una distribución normal, se encontraron efectos diferentes y significativos sobre el número de hojas de Canavalia ensiformis, el sustrato LOM (lombricomposta) arrojó mejores resultados, obteniendo una media de 5323. 50 hojas, 918 hojas en promedio mayor a los sustratos BO (bocashi), COM (composta) y TE (testigo).

El diámetro del tallo de las plantas de Canavalia ensiformis cumple significativamente, siendo el tratamiento LOM (lombricomposta) el mejor, teniendo una media de 1324. 42 mm de diámetro (269. 27 mm mayor que el resto de los tratamientos Bocashi, Composta y Testigo). En cuanto los tratamientos COM (composta) y BO (bocashi) no tuvieron significancia con el tratamiento TES (testigo).

La variable altura de la planta de la población final es compatible y sigue una distribución normal de significancia, al implementar los sustratos COM (composta) y LOM (lombricomposta) no muestran significancia en cuanto al aumento de altura de la planta de Canavalia ensiformis, pero el mejor en cuanto a la altura es el sustrato COM (composta) con una media de 7965.25 cm, con una diferencia de 175.75 cm respecto al tratamiento LOM (lombricomposta). Siendo los tratamientos BO (bocashi) y TES (testigo) los menos viables.

El número de flores de la planta canavalia ensiformis obtuvo mejores resultados usando el sustrato LOM (lombricomposta), con una media de 519. 50 flores, obteniendo 237.58 flores por encima de los tratamientos COM 8composta), BO (bocashi) y TES (testigo).

CONCLUSIONES

La aplicación de abonos orgánicos si contribuye al desarrollo fenológico de las especies de canavalia (Canavalia ensiformis), evaluado por las características de números de hojas, diámetro del tallo, altura de la planta y numero de flores.

La diferencia entre sustratos es que, en Lombricomposta (LOM) el proceso de descomposición de la materia orgánica es a partir de procesos principalmente llevados por lombrices (Eisenia foetida) a comparación de los sustratos Bocashi (BO) y Composta (COM) en donde la descomposición de la materia orgánica se da por degradación. Los sustratos BO (bocashi) y COM (composta) presentaron similitud en cuanto la retención de agua y porosidad, a diferencia de LOM (lombricomposta) que no solo retiene mucho más tiempo agua si no también mejora las características edáficas del suelo, por lo que el sustrato más adecuado para la producción de Canavalia ensiformis es el sustrato LOM (lombricomposta).

LITERATURA CITADA

Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica

- Aymard, G. A., & Cuello, N. (1991). Catálogo y adiciones a las especies neotropicales del género *Canavalia* (Leguminosa Papilionoideae-Phaseoleae-Dioecleinae. MaracayVenezuela. Mimeografiado.
- B., C., S., R., V., G., & S, H. (2003). Tratamiento biológico de compuestos orgánicos volátiles de fuentes fijas
- Cabrera, G., Robaina, N., & León, D. (2011). Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque.
- Durán-Umaña, L., & Henríquez, C. (2010). El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1).
- Escobar, A. (1987). Efecto del camellón y del envarado sobre la producción de granos de *Canavalia* sp. (Cultivar voluble) durante la época de lluvias. IPA. Informe, 85(86), 27.
- Año Internacional de las Legumbres (2016). Fao.Org. Recuperado el 20 de mayo de 2021, de <http://www.fao.org/pulses-2016/es/>
- Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse. (2016). Fao.Org. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de <http://www.fao.org/pulses2016/es/http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- García, M., & Álvarez, E. T. R. E. T. O. Y. M. (2001). Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*. La Habana, 22(4), 11–16.
- Gartler, S. M., Hansen, R. S., Oji, V., Traupe, H., Horn, J., Grimbacher, B., Lavine, E., Roifman, C. M., Miyara, M.,... Loots, D. T. (2009). IHSS. In *Encyclopedia of Molecular Mechanisms of Disease* (pp. 1032–1032). Springer Berlin Heidelberg.
- Hernández-Montiel, W., Ramos-Juárez, J., Aranda-Ibáñez, E. M., Hernández-Mendo, O., Munguía-Flores, V. M., & Oliva-Hernández, J. (2016). Alimento fermentado elaborado con semillas de *Canavalia ensiformis* sobre el crecimiento y la canal de corderos Pelibuey. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7, 213–232.
- J, C. C., R, B. C., & W, T. L. (2016). Contribución de las leguminosas en la agroecología y alimentación animal en la región peninsular maya de México. *LEISA. Revista de Agroecología*, 32(2).

- Leon, R., & Acosta, A. Y. (2014). Influencia de la Canavalia ensiformis (L.) en la actividad biológica y distribución de los agregados del suelo en un área dedicada al cultivo del tabaco. *Investigación y Saberes*, 3(3).
- Lewis, G. P., Schrire, B. D., Mackinder, B. A., Rico, L., & Clark, R. (2013). A linear sequence of legume genera set in a phylogenetic context a tool for collections management and taxon sampling. *South African Journal of Botany*, 89, 76–84.
- López-Arellano, M. E., & Gives, P. (2011). Importancia de las parasitosis internas en rumiantes domésticos y resistencia a los antihelmínticos (pp. 79–94).
- M, D. G., D, M., & C. (1999). Una comparación agroecológica de canavalia, Canavalia ensiformis (L) DC y soya Glycine max (L) Merr. , sometidas a dos frecuencias de riego: I. fenología y crecimiento. *Revista Facultad de Agronomía Universidad Del Zulia*.
- Primavesi, A. (2004). Manejo ecológico de suelos (p. 250). San José Costa Rica. Editorial del Norte.
- Puertas, F., Arevalos, E., Zúñiga, L., Alegre, J., Loli, O., & Sopin, H. (2008). Establecimiento de cultivos de cobertura en un suelo de trópico húmedo en la amazonia peruana. NP.
- Reina, Y. U. R. I. M. A., Leon, T. I. B. I. S. A. Y., Montilla, J., Vierma, C. O. R. O. M. O. T. O., Viera, J., & Vargas, R. (1989). Cuantificación de factores antinutricionales en cuatro cultivares de Canavalia ensiformis. IPA. Informe, anual'87, 46.
- Reyes, A., Ruiz, J., Fernández, A., Torres, C., China, A., Bouza, D., González, R., Marreo, R., Cuadras, F., Ruiz, J., Esquijerosa, T., Hernández, N., García, A., Viñas, Y., & Benítez, L. (n.d.). Comportamiento de las propiedades físicas e hidróficas en un suelo Pardo con carbonato para la producción de Caña de Azúcar como alimento animal.
- Rodríguez, G., & Soto, G. (1999). Fertilización de hortalizas orgánicas (pp. 267–275).
- Sánchez, A. (2005). Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina.
- SEDESOL, I. N. E. G. I. (2007). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005, México.
- Segura, M., Ramírez, C., Chinchilla, C., & Torres, R. (2001). Uso de dos bioensayos para estimar el efecto residual y el valor nutricional de un compost hecho de la fibra de racimos vacíos de la palma aceitera.
- SEMARNAT. (2008) ¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo. México.

- Soto, G. (2003). Abonos orgánicos: definiciones y procesos. In: Memoria del curso sobre abonos orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura (pp. 20–49).
- Viera, J., Díaz, Y. R. I. S., Ramis, C. A. T. A. L. I. N. A., & Horesok, J. (1989). Comparación de cuatro fechas de cosecha en seis siembras de Canavalia ensiformis. IPA. Informe, anual'87, 41

EVALUACIÓN DE TRES DISEÑOS DE HUERTO FAMILIAR BIOINTENSIVO EN LA COMUNIDAD DEL CHARAPE LA JOYA, QUERÉTARO

Erandi Natalia García Vázquez^{1*}; Selene Galván Gómez¹; María Guadalupe Gómez Malagón¹; Raúl Francisco Pineda López²

¹Tecnológico nacional de México campus Roque, Km 8 carretera Celaya-J. Rosas, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. ²Universidad Autónoma de Querétaro campus Aeropuerto Edificio multidisciplinario. *Autor de correspondencia: erandi.gv@roque.tecnm.mx

RESUMEN.

En la actualidad los huertos de traspatio han resurgido, esto debido a que proveen servicios ecosistémicos y generan beneficios socioeconómicos como: el ahorro familiar, la integración sociocultural, el contacto con la naturaleza y el fomento de una cultura de protección ambiental, además de la promoción de la seguridad alimentaria de muchas familias rurales (FAO 2005).

El objetivo de este trabajo es comparar y evaluar los rendimientos, el beneficio económico y el cambio social con tres diseños de huerto de traspatio en sistema biointensivo, utilizando la metodología de cultivos múltiples.

Los huertos se establecieron en la comunidad del Charape, que es parte de la Microcuenca la Joya en la delegación de Santa Rosa Jauregui, Querétaro. Se realizaron tres diseños espaciales distintos, tomando en cuenta dimensiones, cultivos, necesidades alimentarias por integrantes de cada familia, además de evaluar el proceso de unificación familiar a través de las actividades en el huerto. Los resultados en general fueron positivos en los tres diseños, sin embargo, destacó por mucho el diseño circular ya que se pudieron cultivar 11 especies diferentes de hortalizas con un total de 25 kg de cosecha distribuidos en 5 meses lo que permitió un ahorro del 30% del gasto en alimentación de la familia. Además, se observó un cambio de actitud en niños y ancianos quienes demostraban estar interesados en realizar las labores del huerto y ayudar a la jefa de familia, es importante mencionar el cambio de ánimo

sobre todo en las mujeres de las familias quienes expresaron sentirse felices por ver más bonito su patio.

Palabras clave: *Huertos, traspatio, biointensivo, alimentación*

ABSTRACT.

The objective of this work is to compare and evaluate the yields, the economic benefit and the social change with three backyard garden designs in a biointensive system, using the multiple cultivation methodology.

The orchards were established in the Charape community, which is part of the La Joya Micro-basin in the Santa Rosa Jauregui delegation, Querétaro. Three different spatial designs were made, taking into account dimensions, crops, food needs for each family member, in addition to evaluating the family integration process through activities in the garden. The results in general were positive in the three designs, however, the circular design stands out by much, since 11 different species of vegetables could be grown with a total of 25 kg of harvest distributed in 5 months, which allowed a saving of 30% of the family's food expenditure. In addition, a change in attitude was observed in children and the elderly who showed that they were interested in carrying out the garden work and helping the head of the family, it is important to mention the change of mood, especially in the women of the families who expressed feeling happy for see your patio more beautiful.

Keywords. *backyard garden, biointensive,*

INTRODUCCIÓN.

La agricultura de traspatio o los llamados huertos urbanos son espacios al aire libre donde se cultiva todo tipo de vegetales y semillas de forma continua durante todo el año para su autoconsumo o bien para el desarrollo de proyectos productivos de las comunidades (FAO, 2005) La producción hortícola intensiva en la periferia urbana tiene sentido, pues con el

crecimiento de las ciudades, se pierden valiosos terrenos agrícolas por la industria y la infraestructura que da como resultado que la producción de alimentos frescos se aleje más hacia las zonas rurales. El costo del transporte, el embalaje y la refrigeración, el mal estado de las carreteras rurales y las grandes pérdidas en el tránsito, todo ello se suma a la escasez y el costo de la fruta y las hortalizas en los mercados urbanos.

La micro- horticultura es una alternativa a esta problemática ya que se define según la FAO COMO el cultivo intensivo de una amplia variedad de hortalizas, raíces y tubérculos, así como hierbas, en espacios reducidos, como balcones, patios y azoteas. La micro-horticultura moderna utiliza contenedores, como cajas de madera recubiertas de plástico, mesas fabricadas para este fin y hasta llantas viejas de automóvil. Integra técnicas hortícolas con tecnologías que respetan el medio ambiente adecuadas para las ciudades, como el acopio de agua de lluvia y la gestión de los residuos domésticos. (ONU 2010)

MATERIALES Y MÉTODOS.

Los huertos biointensivos se establecieron en la Comunidad del Charape que es parte de la Microcuenca la Joya en la delegación de Santa Rosa Jauregui, Querétaro. Sus coordenadas geográficas se encuentran determinadas por los siguientes valores: Longitud (dec): -100.554167. Latitud (dec): 20.797222. La localidad se encuentra ubicada con una sobre-elevación de 2280 msnm (Nuestro México, s.f.).

Se establecieron y evaluaron los rendimientos de tres diferentes huertos con tres diseños distintos; cuadrangular, circular y rectangular. Todos se trabajaron con el método biointensivo que incluye actividades como: doble excavación, siembra cercana, técnicas de policultivo y reciclaje de residuos.

En un primer momento se realizaron talleres de capacitación para el manejo de los huertos con los dueños de estos, además se dio seguimiento a las actividades cotidianas según el rol familiar, cabe mencionar que, en dos de los casos, los huertos fueron atendidos por las jefas de familia. Las actividades dentro del huerto consistieron en el riego y monitoreo de plagas, los niños fueron los encargados de estas actividades, las mujeres y los ancianos se hicieron cargo de la fertilización, cuidados y trasplante.

Como parte de la evaluación se tomaron registros de las fases fenológicas de los cultivos, crecimiento, turgencia y finalmente se pesó de la cosecha y se identificó el tipo de hortaliza.

Para la evaluación socioeconómica se tomaron registros del gasto familiar antes y después de tener los huertos y se realizaron diversas entrevistas a los integrantes de las familias donde se registraron las impresiones que causó la puesta y cuidados de un huerto familiar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Huerto cuadrado: se cosecharon cuatro especies vegetales las cosechas fueron significativas ya que tuvimos un total de producción de 7 kilos en solo dos meses después de su siembra.

Huerto circular 11 especies de hortalizas, las cosechas son muy relativas debido al diseño espacial de las hortalizas, el total de producción fue de 23 kilos de cosechas de hortalizas diferidas en cinco meses.

Huerto rectangular: En este último huerto se colocaron cinco especies de hortalizas, teniendo una producción de 11.3 kilos de cosechas de hortalizas distribuidas en tres meses.

Los rendimientos netos de las hortalizas sembradas en los huertos abarcan cinco meses desde su siembra hasta la fecha de sus cosechas, estos rendimientos son la suma de todas las cosechas de cada una de las hortalizas, pero de los tres diferentes diseños de huertos.

El rendimiento total de las cosechas es de 41.6 kilos, los cuales fueron consumidos en los cuatro meses después de su siembra, de este total esta desglosados cada uno de los kilos totales de las hortalizas sembradas.

Con la elaboración de sus huertos de traspatio permitió que el gasto que realizan para su verdura fuera eliminado de forma completa ya que ellos mismos la producían en la comodidad de sus hogares y sin químico alguno en las hortalizas. De igual manera pudieron producir la cantidad que ellos quisieran y el poder aprender a producir diferentes hortalizas como lo son: betabel, brócoli, zanahoria, rábano. Sus gastos solo se basan en la compra de pastas, carne y cosas de aseo personal u hogar, originando así la disminución del 40% de sus gastos totales.

CONCLUSIONES

Los huertos de traspatio son una opción viable para mejorar la calidad de vida de las familias periurbanas, ya que estos les ayudan a reducir sus gastos en alimentos, cabe mencionar que las familias rurales más pobres destinan casi el 80% de sus ingresos en comida. También suelen consumir mucha comida chatarra, por lo que tener un huerto les ayuda a mejorar y diversificar su alimentación.

En cuanto al diseño se concluye que los huertos con diseño circular son más productivos y cómodos de manejar en los espacios reducidos, sin embargo, esto queda a consideración del espacio que las familias puedan destinar al área de producción.

Agradecimientos

Agradezco todas las facilidades al Centro Regional de Capacitación en Cuencas Hidrográficas, La Joya Querétaro para realizar este proyecto.

LITERATURA CITADA.

- Contreras, E. J. (2016). Huertos familiares: un camino hacia la soberanía. *Pueblos y fronteras*, 70-91.
- Cortez, L. B. (Junio de 2011). Obtenido de <http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE%202628.pdf>
- FAO. (2005). *Manejo del Huerto Integrado*.
- FAO. (Febrero de 2011). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- FAO. (2015). Obtenido de <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/hup/alimentos.html>
- FAO. (2015). *Horticultura urbana y periurbana*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/microhuertos/index.html>
- FAO. (2016). Obtenido de <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/microhuertos/index.html>
- FAO. (2018). *Libro de Consulta sobre la Agricultura Climaticamente Inteligente*, <http://www.fao.org/3/I7994ES/i7994es.pdf>.
- FAO. (2018). Obtenido de <http://www.fao.org/climatechange/37495-0edc2355c27f19ee5cee068a90496add9.pdf>
- FAO. (3 de Diciembre de 2018). Obtenido de <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1172475/>
- Lera, R. G. (2006). Obtenido de <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/21%20Gonz%C3%A1lez%20Lera%20Com-%20Los%20policultivos.pdf>
- Meteored*. (s.f.). Obtenido de https://www.meteored.mx/clima_Ejido+la+Joya+La+Joya-America+Norte-Mexico-Guanajuato--1-76744.html
- Móran, A. (2011). Historia de los huertos urbanos . *Universidad Politecnica de Madrid*.
- Nuestro México*. (s.f.). Obtenido de <http://www.nuestro-mexico.com/Queretaro-Arteaga/Queretaro/Areas-de-menos-de-500-habitantes/Charape-la-Joya/>

ONU. (15 de Septiembre de 2015). Obtenido de Agenda 2030:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

PRCP. (2009). *Plan Rector de Produccion y Conservacion de la Microcuenca la Joya*.

SEMARNAT. (2009). *El Huerto Familiar Biointensivo*.

Soto, O. E. (2011). *Manual de produccion de huertos de policultivos de hortalizas*.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CONSUMO DE UN ALIMENTO PREENTRENAMIENTO ELABORADO CON CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) EN DEPORTISTAS.

Carlos E. Hernández-Navarrete, Luis A. Noriega-González, Carlos A. Flores-Gómez, Silvia E. Esparza-Arroyo, Ma. Cristina Vázquez-Hernández*

Tecnológico Nacional de México campus Roque. Carretera Celaya – J. Rosas, Km 8, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: ma.vh@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En la actualidad se busca una alimentación que sea lo suficientemente nutritiva y con un efecto benéfico para los consumidores, los deportistas principalmente cuidan lo que consumen por lo que sus planes alimenticios son muy estrictos así que buscan alimentos que les proporcionen una mayor cantidad de proteína y energía para poder desarrollar sus entrenamientos con el mayor rendimiento posible. Una ingesta de energía adecuada es clave, ya que permite el correcto funcionamiento físico, determina la capacidad de consumo de macronutrientes y micronutrientes y ayuda a controlar la composición corporal. El camote se utiliza para su consumo como golosina (cocido, horneado o enmielado) y harina. Contiene una gran cantidad de nutrientes principalmente carbohidratos complejos, vitamina C, vitaminas del complejo B, niacina, ácido fólico y vitamina E, además mineral y oligoelementos (Fe, K y Ca), no contiene gluten y diversos estudios demuestran que contiene proteína, fibra y antioxidantes. Los deportistas de alto rendimiento necesitan consumir alimentos saludables que proporcionen energía de lenta absorción con bajo índice glucémico para sus entrenamientos. Las barras energéticas son alimentos que combinan hidratos de carbono, fibra, proteínas y grasas; estos se conjugan en un solo producto con la finalidad de proporcionar recuperación de energía. El objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto en el consumo de una barra preentrenamiento de camote mediante la aplicación de instrumentos de evaluación y mediciones de variables fisiológicas (presión arterial, ritmo cardiaco y glucosa en sangre, anterior y posterior a los entrenamientos). Los resultados muestran que existen diferencias significativo entre los grupos evaluados después del consumo de la barra, además de que los deportistas expresaron sentir

más energía para continuar con el ejercicio después de haber consumido la barra de camote (Superbarra).

Palabras clave: *Deportistas, camote, barra energética.*

ABSTRACT

Currently, a diet that is sufficiently nutritious and with a beneficial effect for consumers is being sought, athletes mainly take care of what they consume so their eating plans are very strict so they looking for foods that provide protein and energy to develop your workouts with the highest possible performance. Adequate energy intake is key, as it allows proper physical function, determines the ability to consume macronutrients and micronutrients, and helps control body composition. The sweet potato is used for consumption as flour, desert and candy. It contains a large amount of nutrients, mainly complex carbohydrates, vitamin C, vitamin B-complex, niacin, folic acid and vitamin E, as well as mineral and trace elements (Fe, K and Ca), it does not contain gluten and and it is also a source of protein, fiber and antioxidants. High-performance athletes need to consume healthy foods that provide slow-absorbing energy with a low glycemic index for their workouts. Energy bars are foods that combine carbohydrates, fiber, protein and fat. These are combined in a single product in order to provide energy recovery. The aim of this research was to evaluate the effect on the consumption of a sweet potato pre-training bar through the application of evaluation instruments and measurements of physiological variables (blood pressure, heart rate and blood glucose, before and after training). The results show that there are significant differences between the groups evaluated after consuming the bar, in addition to the fact that the athletes expressed feeling more energy to continue with the exercise after having consumed the sweet potato bar (Superbar).

Key words: *Atheltes, sweet potato, energy bar.*

INTRODUCCIÓN

Los alimentos son considerados como la principal fuente energética de nuestro cuerpo ya que proporcionan los nutrimentos para proveer a los organismos de macro y micro moléculas necesarias para su buen funcionamiento. En el mercado existe una gran cantidad de suplementos y complementos alimenticios como lo son barras energéticas o algunos polvos como los llamados preentrenamiento que proporcionan una alternativa de alimentación a los deportistas, sin embargo, en la mayoría de los casos no proporcionan la energía que ellos requieren para los entrenamientos. Una ingesta de energía adecuada es clave en la dieta del deportista ya que permite el correcto funcionamiento físico, determina la capacidad de consumo de macronutrientes y micronutrientes y ayuda a controlar la composición corporal. La nutrición deportiva es una rama especializada de la nutrición aplicada a las personas que practican deportes de diversa intensidad (Henao, 2018).

En el año 1960 el Dr. Howard Bauman y otros científicos de la compañía crearon un “palito” energético que los astronautas podían comer mientras se encontraban en sus viajes hecho de chocolate, caramelo y mantequilla de maní. El producto se lo describió como un snack que contaba con las propiedades de equilibrar la energía, era crudo, no necesitaba estar en refrigeración y lo mejor de todo era que contaba cantidades balanceadas de carbohidratos, grasas y proteínas. Las barras energéticas son fuente de carbohidratos y proteínas que brindan un aporte importante de energía, es importante conocer que estas no deben reemplazar ninguna comida principal del día, son exclusivamente para proporcionar y recuperar energía. (Jhonson, 2016)

La glucosa sanguínea tiene un suministro muy corto, por lo tanto, conforme se va usando durante el ejercicio, debe ir formándose nuevamente a partir de los depósitos de glucógeno del hígado. La adrenalina se secreta en la glándula suprarrenal durante el ejercicio, en particular en ejercicio intenso y estimula al hígado a liberar glucosa, asimismo acelera el uso de glucógeno en el músculo (Rivera, 2016). Por lo que todos los deportistas deben mantener una dieta equilibrada y balanceada para tener reservas adecuadas de carbohidratos y esto se obtiene mediante una alimentación sana y consumiendo productos ricos en carbohidratos ya

sean naturales o mínimamente procesados para que no tengan efectos secundarios. Esta investigación tuvo por objetivo la evaluación del efecto en el consumo de una barra preentrenamiento elaborada con camote (*Ipomoea batatas* L.).

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo con una población de jóvenes deportistas fisicoculturistas en la locación del gimnasio Evolution fitness gym en Apaseo el alto Guanajuato. la barra preentrenamiento fue proporcionada por el TECNM en Roque diseñada y formulada en un proyecto previo y cuyo nombre es Superbarra [Camote (*Ipomea batatas* L.)].

Muestro y tipo de estudio. La muestra resultante fue de 12 deportistas de alto rendimiento siendo el 50% de mujeres y el otro 50% de hombres que cuentan con una rutina establecida para que los datos sean confiables, se establecieron las condiciones de estudio para el análisis de la efectividad de la barra preentrenamiento.

Instrumento de evaluación. Se evaluó el ritmo cardiaco, presión sanguínea (sistólica y diastólica) (Manómetro digital Marca Omron) y glucosa en sangre (Glucómetro One Touch Select plus Flex) (Ortiz-Galeano *et al.*, 2012). Estos datos evalúan alguna posible alteración en los índices antes mencionados de los deportistas. Además, se aplicó un cuestionario para evaluar la sensación fisiológica posterior al consumo de la barra. La selección de los participantes se llevó a cabo bajo el consentimiento y la disponibilidad del deportista de participar en dicho estudio.

Análisis de resultados. Los análisis se realizaron considerando los resultados de cada deportista como una repetición (12 repeticiones por variable) y los resultados se compararon mediante un ANOVA (Fisher), seguido por una prueba de comparación de medias de Tukey ($p = 0.05$) con un nivel de significancia de 0.05% utilizando el programa Graph Pad Prism Graphics 6.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según Henao (2018), largos periodos de entrenamiento pueden generar un estado de estrés mantenido, que se convierte en una situación de oxidación continua, por lo que una barra energética es un producto alimenticio que mejora el aporte de energía. Los deportistas necesitan consumir carbohidratos de lenta absorción con la finalidad de mantener los niveles de glucosa en sangre y tener la energía suficiente para realizar sus entrenamientos. El presente proyecto fue llevado a cabo en 12 deportistas que practican fisiculturismo de forma constante con rutinas previamente establecidas. Se evaluaron variables de respuesta de tipo fisiológico, además de la aplicación de cuestionarios para conocer el efecto en el consumo de una barra energética de tipo preentrenamiento (la cual fue consumida media hora antes de realizar su rutina de ejercicio). En la Figura 1a se muestra el nivel de la presión sistólica que presentaron los deportistas posteriores a la realización del ejercicio cada uno con su control (sin el consumo de la barra) y se observa que no existe diferencia significativa entre los grupos evaluados comparados con su respectivo control, pero si entre los géneros. En la Figura 1a se observa que existe una diferencia significativa entre los géneros, pero no entre los grupos evaluados comparados con el control sin el consumo de la barra.

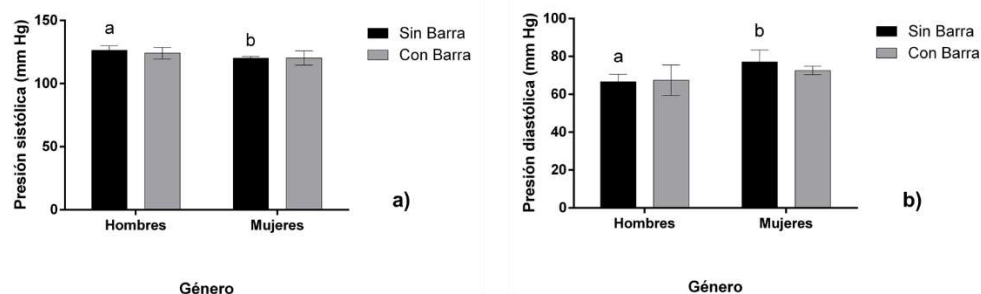


Figura 1. Evaluación del nivel de presión sanguínea en deportistas después de la realización de su rutina de ejercicio. a) Sistólica, b) diastólica.

Las letras indican una diferencia significativa entre los tratamientos según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($p = 0.05$). Elaboración propia, 2021.

En la Figura 2a se observa que existe diferencia significativa entre los grupos y entre los tratamientos con el consumo de la barra y sin la barra al igual que en la Figura 2b en donde se muestra que con el consumo de barra se mantiene el nivel de glucosa en sangre durante y al término del ejercicio. Cabe mencionar que los deportistas expresaron que cuando consumieron la barra sintieron un golpe de energía que estimulaba el desarrollo de su rutina.

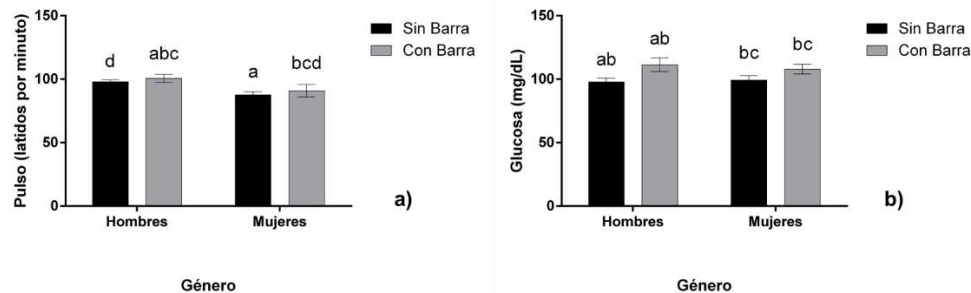


Figura 2. Evaluación del consumo de la Superbarra en deportistas después de la realización de su rutina de ejercicio. a) Pulso, b) Glucosa.

Las letras indican una diferencia significativa entre los tratamientos según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($p = 0.05$). Elaboración propia, 2021.

CONCLUSIONES

Los niveles de las variables fisiológicas evaluadas indican que el consumo de la barra preentrenamiento mantiene en los deportistas la glucosa en sangre permitiendo que realicen su rutina de forma adecuada y evitando el agotamiento crónico durante el desarrollo de su ejercicio. Este producto puede ser una alternativa para las personas realicen ejercicio de forma constante para mejorar su rendimiento en los entrenamientos.

LITERATURA CITADA

- Henao Montoya, Y. (2018). Formulación de una barra energética con alta capacidad antioxidante dirigida a ciclistas recreativo. (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- Jhonson, M. (2016). Factores que inciden en el consumo de barras energéticas. Obtenido de

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6157/1/T-UCSG-POS-MGM-33.pdf>

Ortiz-Galeano, I., Franquelo-Morales, P., Notario-Pacheco, B., Rodríguez, J. N., Cañete, M. U., & Martínez-Vizcaíno, V. (2012). Prehipertensión arterial en adultos jóvenes. *Revista Clínica Española*, 212(6), 287-291.

Rivera Cisneros A. (2016). Respuesta de la glucosa sanguínea en el ejercicio físico máximo. *Patología clínica*, 80.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ESTRÉS DURANTE LA PANDEMIA POR SARS-CoV2 EN LOS ESTUDIANTES DE GESTIÓN EMPRESARIAL DEL TECNM EXT. APASEO EL ALTO

Ma. Maricela Caballero Palacio; Jazmín Campa Cárdenas; Ana Cristina Cervantes Soria; Luis Enrique Lara Rodríguez; Luis Alberto Noriega González; Ma. Cristina Vázquez Hernández*

Tecnológico Nacional de México campus Roque. Km 8 carretera Celaya–J. Rosas, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: **ma.vh@roque.tecnm.mx**

RESUMEN

El estrés es una fuente generadora de emociones en las actividades de los seres humanos y ha sido objeto para los investigadores en diferentes ámbitos, en esta investigación los ámbitos corresponden al educativo y al de salud mental. Los jóvenes son la población más vulnerable al estrés lo que ocasiona estados de ansiedad, consumo de tabaco, cafeína o fármacos, alteraciones del sueño y de la alimentación. En los jóvenes universitarios este fenómeno es conocido como estrés académico. A inicios del año 2020 fue declarada la pandemia por SARS-CoV2 (COVID-19) y como medida de contingencia se estableció por decreto gubernamental en México, el aislamiento de la población. Esta situación provocó un ajuste al sistema educativo mexicano en donde los estudiantes tuvieron que adaptarse a una nueva forma de aprender (de manera virtual), lamentablemente el aislamiento se ha extendido y las consecuencias en los jóvenes podrían ser irreversibles. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto provocado por el aislamiento durante la pandemia en los jóvenes estudiantes universitarios de la carrera de Gestión Empresarial del TECNM en Roque extensión Apaseo el Alto.

Palabras clave: *Estrés, aislamiento, COVID, pandemia, virtual.*

ABSTRACT

Stress is a source of emotion in the activities of human beings and has been the subject of researchers in different areas, in this research the areas correspond to education and mental health. Young people are the population most vulnerable to stress, which causes anxiety, consumption of tobacco, caffeine or drugs, sleep and eating disorders. In young university students, this phenomenon is known as academic stress. At the beginning of 2020, the SARS-CoV2 (COVID) pandemic was declared and isolation of the population was established by government in Mexico. This situation caused an adjustment to the educational system where students had to adapt to a new way of learning (virtually), unfortunately the isolation has spread and consequences for young people could be irreversible. The aim of this research was to evaluate the effect caused by isolation during the pandemic in students of Gestión empresarial of TECNM Roque in Apaseo el Alto.

Key words: *Stress, isolation, COVID, pandemic, virtual.*

INTRODUCCIÓN

El estrés “constituye uno de los factores psicosociales más estudiados en la actualidad, especialmente por su relación con la aparición de cierto tipo de enfermedades, el manejo y adaptación a situaciones difíciles y el desempeño en general” (Orlandini, 1999). La perspectiva de las ciencias de la conducta, ha analizado al estrés, principalmente en relación con situaciones críticas que comprometen el bienestar o la supervivencia de los individuos (Brittar, 2008). El ingreso en la universidad supone para los estudiantes cambios significativos, tanto vitales como académicos, propensos a desencadenar estrés e interferir en su salud, bienestar y resultados educativos (Gestal, 2013). Los estudiantes universitarios han llevado a cabo sus clases de manera presencial por más de un año, para la mayoría de los estudiantes no fue fácil adaptarse rápidamente a la nueva forma de enseñanza ya que la mayoría de su vida escolar la pasaron de manera presencial en las aulas de las instituciones educativas (Barrera, 2020; Torrades, 2007). En la presente investigación se planteó como objetivo analizar las causas que provocan estrés en los estudiantes universitarios para identificar los estresores y

su influencia en el proceso de aprendizaje. Para ello se realizó la aplicación de formularios de Google en línea, utilizando un cuestionario con cuatro subescalas.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo con una población de jóvenes estudiantes del TECNM en Roque extensión Apaseo el Alto, de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial de entre 18 y 23 años bajo la supervisión de la Lic. En Psicología Ma. Maricela Caballero Palacios.

Muestra, tipo de estudio e instrumento de evaluación. La muestra resultante es de 65 alumnos de 1° a 8° semestre de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial Apaseo el Alto. El estudio se realizó bajo un diseño correlacional. Se utilizó un cuestionario que evaluó las posibles situaciones estresantes en el ámbito académico universitario y las reacciones que presentaron los estudiantes mediante 47 ítems (Barraza Macias, 2018). Las respuestas de los participantes indican cuál es el nivel de estrés percibido ante cada situación utilizando una escala de respuesta tipo Likert con cinco opciones que van desde “nada de estrés” (nunca) a “mucho estrés” (siempre).

Procedimiento. La selección de los participantes se llevó a cabo bajo el consentimiento del docente correspondiente para la aplicación del cuestionario en horas donde los alumnos tuvieran la oportunidad de responderlo. El cuestionario fue enviado a cada uno de los participantes de manera virtual y se les informó que formarían parte importante de un estudio referente al estrés que presentan desde que surgió la pandemia COVID-19 a partir de marzo 2020-marzo 2021. Los resultados se analizaron mediante Microsoft Excel (Microsoft para Windows).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra que el 59% (38) tienen entre 18 y 20 años, un 41% (26) tienen entre 21 y 23 años. En la Figura 2, se observa que la distribución en relación al género, donde el 65% (42) de estudiantes de género femenino, mientras que el 35% (23) es de género masculino. En la Figura 3 se observa que la distribución en relación al ciclo académico, en segundo semestre existe 21 estudiantes (32%), en cuarto semestre existen 18 estudiantes (28%), en sexto semestre existen 12 estudiantes (18%) y en octavo semestre existen 14 estudiantes (22%).

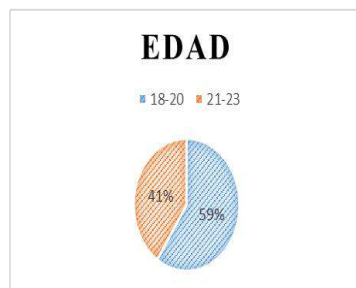


Fig. 1. Gráfica de la edad de la muestra poblacional.
Elaboración propia (2021).

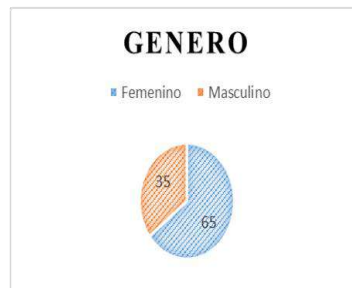


Fig. 2. Gráfica del género de la muestra poblacional.
Elaboración propia (2021).

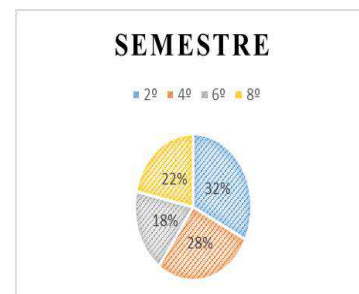


Fig. 3. Gráfica del semestre al cual pertenece la muestra poblacional. Elaboración propia (2021).

El cuestionario se dividió en cuatro subescalas. En la primera subescala se encuentran las obligaciones académicas que presentan los alumnos (Figura 4), en la segunda subescala las dificultades interpersonales (Figura 5), la tercera subescala están los aspectos sociales que se presenta por causa de la pandemia de COVID-19 (Figura 6), en la cuarta subescala se encuentran las reacciones que presentan los alumnos a causa de COVID-19 (Figura 7, 8 y 9).

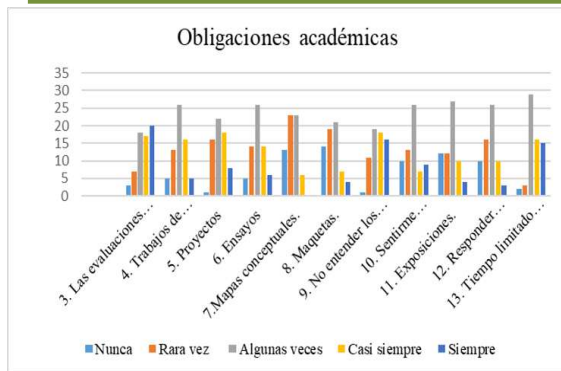


Fig. 4. Gráfica de las obligaciones académicas de la muestra poblacional.

Elaboración propia (2021).

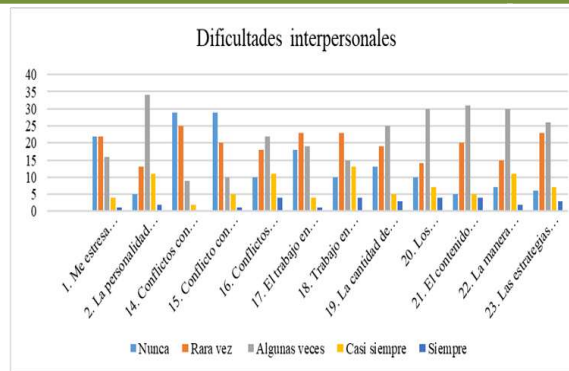


Fig. 5. Gráfica de las dificultades interpersonales de la muestra poblacional.

Elaboración propia (2021).

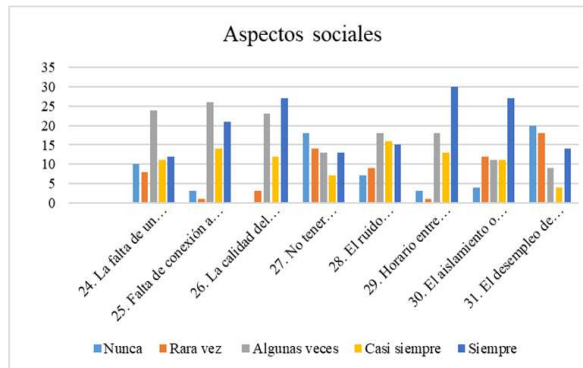


Fig. 6. Gráfica de los aspectos sociales de la muestra poblacional.

Elaboración propia (2021).

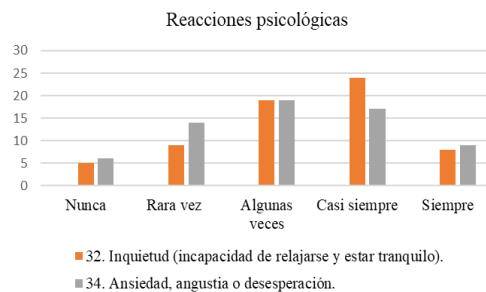


Fig. 7. Gráfica de las reacciones de la muestra poblacional.

Elaboración propia (2021)

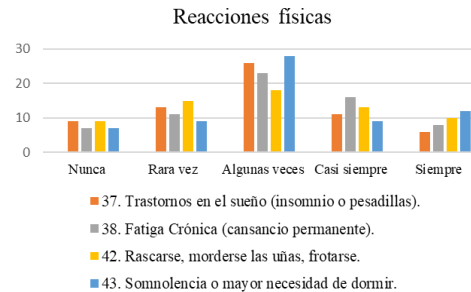


Fig. 8. Gráfica de las reacciones físicas de la muestra poblacional.

Elaboración propia (2021)

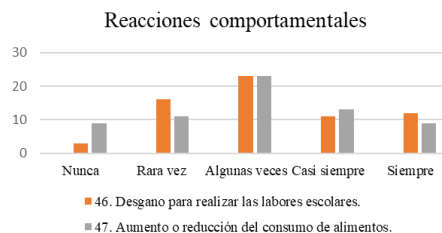


Fig. 9. Gráfica de las reacciones comportamentales de la muestra poblacional.

Elaboración propia (2021)

Con base en los resultados se observó que los estresores que presentan los alumnos son: exámenes, trabajos de investigación, proyectos, no entender los temas que se abordan en clase y el tiempo limitado para hacer los trabajos. Otros estresores que provocan el estrés en los estudiantes provocados por la pandemia, son: el aislamiento, la falta de un espacio para tomar sus clases, la falta de conexión a internet, la calidad de internet y que no tienen un horario entre clases para comer. Las reacciones provocadas por el estrés que suelen tener los alumnos son: inquietud, ansiedad, angustia o desesperación, trastornos en el sueño, fatiga crónica, rascarse, morderse las uñas, somnolencia, desgano para realizar las labores escolares y el aumento o reducción del consumo de alimentos.

CONCLUSIONES

Esta investigación permitió identificar la presencia de estrés en estudiantes universitarios de la carrera de ingeniería en gestión empresarial debido a sucesos estresantes durante los periodos escolares marzo 2020 – marzo 2021. El alumno que presenta altos niveles de estrés por un periodo prolongado puede afectar su rendimiento académico y provocar un desequilibrio físico-emocional.

LITERATURA CITADA

- Barrera, A. (2020). *Sala de Prensa UVM*. Obtenido de Sala de Prensa UVM: <https://laureate-comunicacion.com/prensa/alto-nivel-de-estres-en-universitarios-durante-la-cuarentena-estudio-uvm/#.YJlb-8Dis2x>
- Brittar, C. (2008). *La universidad como ibjto de estudio*. Obtenido de La universidad como ibjto de estudio.
- Gestal, J. A. (2013). *Universidade Da Coruña*. Obtenido de Universidade Da Coruña: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/11719/SoutoGestal_AntonioJose_TD%20_2013.pdf?sequence=4
- Orlandini, A. (1999). *Mexico Fondo de Cultura Economica* . Obtenido de Mexico Fondo de cultura Economica : <https://www.fondodeculturaeconomica.com/Ficha/9786071611772/F>

- Torrades, S. (Noviembre de 2007). *Elsevier*. Obtenido de Elsevier: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-estres-burn-out-definicion-prevencion-13112896>
- Barraza Macias, A. (2018). *Inventario SISCO SV-21*. Durango: ECORFAN. Obtenido de <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/Estres.pdf>

RENDIMIENTO DE FRIJOL VARIEDAD LEÓN (*Phaseolus Vulgaris* L.)

Julián López-Olivares¹; Guillermo Pérez-Quintanilla¹; Hugo C. Cisneros-López²; Jorge A. Rodríguez-Sandoval²

¹Estudiante de la carrera de agronomía. Tecnológico Nacional de México Campus Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México. ²Docente-investigador. Tecnológico Nacional de México Campus Roque. Departamento de Ciencias Agropecuarias.

*Autor de correspondencia: hugo.cl@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El cultivo de frijol es uno de los más importantes en México, ya que representa una actividad agronómica importante para las familias campesinas y los mismos consumidores. Su siembra con diferentes condiciones climáticas y edáficas nos permite obtener producciones de 1.1 millones de toneladas en la República Mexicana. En este trabajo se evaluaron diversas alternativas de aplicaciones y manejo de fertilización en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad flor de junio león en el municipio de Salamanca, Gto., en el ciclo 2021, con la aplicación de tres tratamientos de quelatos diferentes los cuales con (T1– Zn, T2- Fe, T3- Mg). Uno de los objetivos principales es minimizar costos de producción, elevar los rendimientos e incrementar la rentabilidad del cultivo, además de cuidar el medio ambiente, concientizando el uso adecuado de químicos. También se tiene como objetivo analizar y evaluar la forma de asimilación de los quelatos y como nos ayudan en la producción y en el desarrollo fisiológico del cultivo de frijol además conocer que tratamiento nos brinda una mayor productividad y rentabilidad. Asimismo, se busca analizar los costos de producción para poder impulsar un cultivo sustentable y rentable para los productores de frijol en el bajo.

Palabras clave: *Frijol, Quelato, Aplicación foliar, fertilización de fondo.*

ABSTRAC

Bean cultivation is one of the most important in Mexico, as it represents an important agronomic activity for peasant families and consumers themselves. Since its sowing with different climatic and soil conditions allows us to obtain productions of 1.1 million tons in the Mexican Republic. In this work, various alternatives of applications and fertilization management in the cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) variety of June lion flower in the municipality of Salamanca Guanajuato in the 2021 cycle will be evaluated, with the application of three different chelate treatments which with (T1- Zn, T2- Fe, T3- Mg). One of the main objectives is to minimize production costs and raise yields and promote the profitability of bean cultivation, also trying to take care of the environment, raising awareness of the proper use of chemicals in the environment. It also aims to analyze and evaluate the way of assimilation of chelates and how they help us in the production and physiological development of bean cultivation in addition to knowing what treatment gives us greater productivity and profitability. Likewise, it seeks to analyze the production costs in order to promote a sustainable and profitable crop for bean producers in the shoal.

Keywords: *Beans, Background fertilization, Chelate, Foliar application.*

INTRODUCCION

La mayoría de las leguminosas son plantas de gran importancia alimenticia y son el segundo cultivo más importante en México después de los cereales (Akillioglo y karakayay, 2010)

El frijol es originario de Mesoamérica y América del sur, se domestico hace aproximadamente ocho mil años en México (Brown, 2006). El frijol es un grano con una gran fuente de carbohidratos, proteínas, lípidos, y vitaminas al igual de fibra y minerales, estos componentes se han relacionado en la prevención de enfermedades humanas (Reynoso et al., 2007).

El frijol pertenece a la familia fabácea cuenta con un alto contenido proteico de 20% - 25% debido a esto es considerado el tercer cultivo más importante para la alimentación a nivel mundial. (Singh et al., 1999). El frijol cuenta con la capacidad de asociarse a bacterias situadas en el suelo llamadas Rhizobia (*Rhizobium*), ayuda a la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, aportando anualmente de 60 – 120 kg de nitrógeno por ha. Esta asociación de leguminosa y *Rhizobium* nos ayuda a la fertilización de los suelos, ya que de esta manera disminuye la aplicación de fertilizantes nitrogenados, pues la bacteria tiene la capacidad de convertir el N_2 atmosférico en NH_4 (amonio).

En México el rendimiento promedio de frijol es de 0.8 toneladas por hectárea y en solo siete estados se registra que cuentan con un rendimiento mayor a una tonelada estos estados son: Morelos, Nayarit, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Colima.

Un quelato es un compuesto químico en el que una molécula inorgánica rodea y se enlaza con varios puntos a un ion metálico de manera que protege el exterior evitando su hidrólisis y precipitación, por lo tanto, los quelatos son moléculas muy estables (Adhahia, 2005)

Los quelatos tienen un proceso llamado quelación que consta de un compuesto químico para formar la estructura de anillo con un ion metálico y esto provoca que el quelato impida que el metal siga su proceso de reacción química normal (Knepper, 2003). La quelación es el remplazo de una molécula de agua por una molécula de un agente que lleva el nombre se ligado (Adhahia, 2005). Estos agentes pueden ser ácidos cítricos, ácidos glucónicos, el ácido acético, el ácido nitrilo-tri-acético (NTA), el ácido etilen-diamino-tetra-acético (EDTA), ácido tripoli-fosfórico (TPPA); el ácido dietilen-triaminopentaacético (DTPA); el ácido etilen-diamino diorto-hidroxi-fenil-acético (EDDHA); el ácido etilendiamino di-orto-hidroxi-para-metil-fenil-acético (EDDHMA), y el ácido etilen-diamino di-2-hidroxi-4-carboxi-fenil-acético (EDDCHA). Hay muchos otros ligandos, pero los mencionados son los más importantes, siendo el EDTA, DTPA, EDDCHA, EDDHAM y el EDDHA los agentes quelantes que pueden ser usados en la agricultura (Vasconcelos et al., 2006)

Ya que estos se clasifican en la fuerza de quelación la cual nos indica que tan débil o fuerte en su enlace.

Cuadro 1. Agentes quelantes de acuerdo a su fuerza de enlace.

Agente	Quelación
EDTA	Muy fuerte
DTPA	Muy fuerte
NTA	Fuerte
TPPA	Medio
Glucónico	Medio
Cítrico	Medio
Tartárico	Medio
Málico	Débil
Láctico	Débil
Acético	Débil

En las aplicaciones foliares de quelatos los agentes quelantes deben ser altamente biocompatibles estos no deben provocar ningún desarreglo en la actividad enzimática de la planta, se han observado diversos daños en la parte foliar de los cultivos cuando se utilizan agentes quelantes fuertes. (Walco S.A., 1977)

MATERIALES Y MÉTODOS

Investigación de carácter experimental, ya que se trata de demostrar la efectividad de cada uno de los tratamientos aplicados en el cultivo de frijol antes mencionados. Este experimento se realizó en Salamanca, Guanajuato. La siembra se realizó en el 2 de septiembre del 2021. Para el experimento se ocupó una parcela de 200 m² en la que se utilizó un diseño experimental de bloques de 4 x 4 con tres tratamientos y un testigo en el cual se realizaron tres repeticiones. Las variantes correspondientes fueron tres variedades de quelatos (T1- Zn, T2 -Fe, T3 – Mg y T4 testigo). La aplicación de fertilizantes consistió en realizar una fertilización de fondo con 20 kg /ha de Yara Star, posteriormente se realizó la siembra. La parcela fue de 20 m de largo por 10 m de ancho.

En el ensayo se utilizó la variedad de frijol flor de julio león con una densidad de siembra de 2880 plantas en 200 m² la primera fecha de siembra fue establecida el 2 de septiembre del 2021 y la segunda se estableció el 3 de septiembre del 2021, en este ensayo se evaluó el crecimiento fisiológico del cultivo. En el ensayo se realizó un muestreo del 5% de la población el cual consistió de 144 plantas a las cuales se le evaluó cada semana después de los 30 días de haberse realizado la siembra.

La germinación del frijol comenzó a los ocho días después de la siembra en la cual se evaluaron los diferentes tratamientos de quelatos, los cuales fueron aplicados en el comienzo de la etapa R4 aproximadamente a los 39 día, en la fase vegetativa y los tratamientos fueron aplicados con una semana de diferencia entre cada uno de ellos.

A los 30 días después de la siembra se aplicó una fertilización complementaria utilizando 20 kg de YaraBela NITROMAG.

Quelatos utilizados: los quelatos utilizados en el ensayo fueron tres los cuales fueron rotulados como se muestra a continuación: T1 (Zn), T2 (Fe), T3 (Mg) mismos que fueron evaluados en la forma de reacción en el cultivo para poder incrementar su desarrollo y producción.

El quelato de Zn nos ayuda en la planta en la activación de las enzimas metabólicas de las plantas y fomenta la producción de una hormona llamada auxinas. El quelato de Mg nos ayuda en la planta a la formación de clorofila ya que esta cuenta con moléculas de Mg como principal elemento, nos ayuda a la formación de energía para que la planta tenga un mejor metabolismo y producción. El quelato de Fe ya que interviene en los procesos vitales de la planta formando diferentes tipos de enzimas ya que este elemento es la molécula principal de la formación de enzimas.

Se evaluó una variedad de frijol (flor de julio león) la siembra de esta variedad se realizó el día 2 de septiembre en surcos de 75 cm x 20 m en los cuales se realizó la siembra a doble hilera, se preparó la parcela y se sembraron 12 semillas por metro lineal con una profundidad de aproximadamente 2.5 cm posteriormente se delimitaron los cuadros donde se aplicaron cada

tratamiento, estos cuadros se dividieron aproximadamente de 5 m x 2.5 m con un aproximado de 360 plantas por cuadro.

Se realizó una fertilización de cobertura de 20 kg de Yara Star después de los 30 días se realizó una fertilización de cobertura con 20 kg de YaraBela NITROMAG para posteriormente los 40 días aplicar los quelatos con una cantidad de 1.875 mL por cuadro de tratamiento este fue diluido en 250 mL de agua.

Los riegos que se aplicaron durante el ciclo del cultivo fueron tres, con una lamina de riego de 10 cm el primer riego se ejerció en la pre-siembra con una lámina de riego de 20 cm después se aplicó otro a los 30 días después de la siembra con una lamina de riego de 10 cm, posteriormente se aplicó otro en el llenado de grano también con una lamina de 10 cm.

Se tomaron datos de 144 plantas aproximadamente en los cuales analizamos el desarrollo fisiológico a partir de los 30 días y después de haber aplicado el primer tratamiento de quelatos, realizamos un muestreo en zigzag, en los cuales evaluamos el desarrollo de la biomasa y observando como se comportaba cada tratamiento en el transcurso del ciclo.

Análisis estadístico con los datos registrados se evaluó y pronosticó que el tratamiento de Zn nos daría un mayor resultado de rendimiento debido al análisis del desarrollo de este tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra el crecimiento fisiológico del cultivo de frijol a los 39 días después de la siembra.

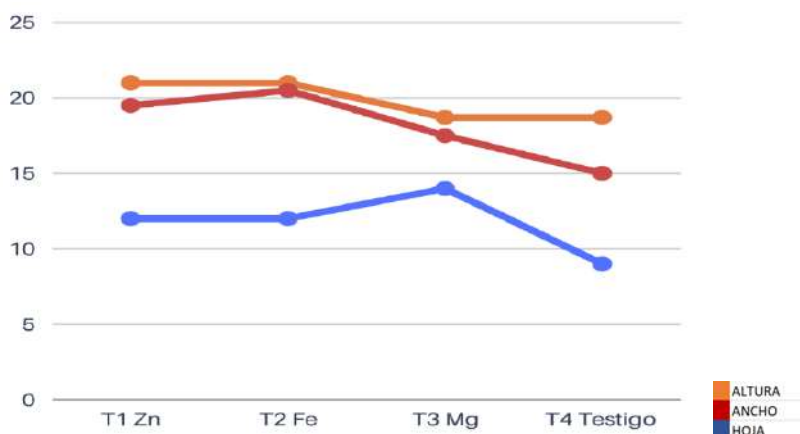


Figura 1, Crecimiento fisiológico de frijol de variables evaluadas en la primera semana de aplicación de los quelatos

En el tratamiento 1 aportó una mayor activación de enzimas metabólicas, al mismo tiempo el tratamiento 3 con Mg, conto con una mayor producción de hojas en el cultivo ya que incrementa la formación de clorofila y actúa en metabolismo del fosforo.

Como se muestra en la Figura 2, el tratamiento 1, que es el quelato de Zn ha tenido mayor respuesta en la producción de follaje y el tratamiento 3 con Mg, ha tenido una mayor producción de flor. Por tanto, los tratamientos que mejor han reaccionado para el mejoramiento fisiológico son el tratamiento 1 (Zn) y el tratamiento 3 (Mg)

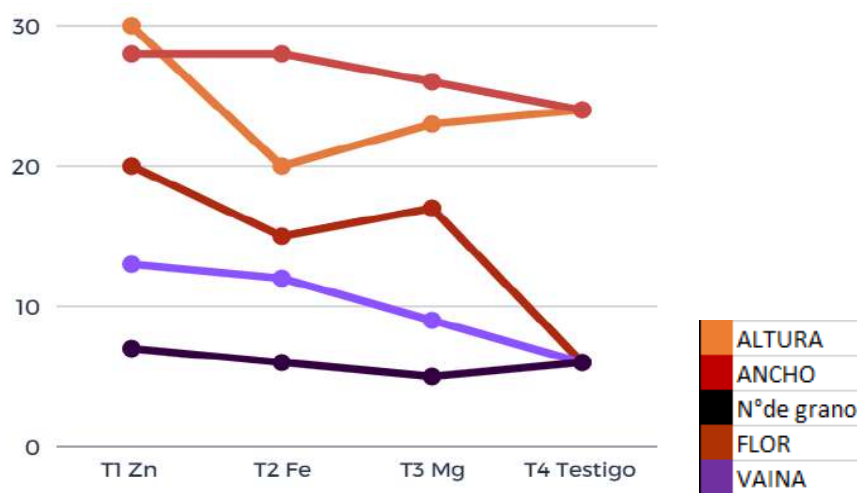


Figura 2. Evaluación de las variables: altura, anchura, numero de hoja, flor y vaina de la segunda repetición de los tratamientos de quelatos

Como se muestra en la Figura 3 con Zn, presenta un papel importante en la formación de follaje y mayor floración al igual que mejora la formación de vaina, la vaina del tratamiento 1 cuenta con un promedio aproximado de seis semillas, siendo este hasta el momento el mejor tratamiento para obtener mayor rendimiento. Ya que, presentó un mejor metabolismo en la planta que ayuda a la activación de las enzimas encargadas en la formación de energía de la planta y a la activación de las auxinas que hacen que el cultivo cuente con una mayor formación de follaje.

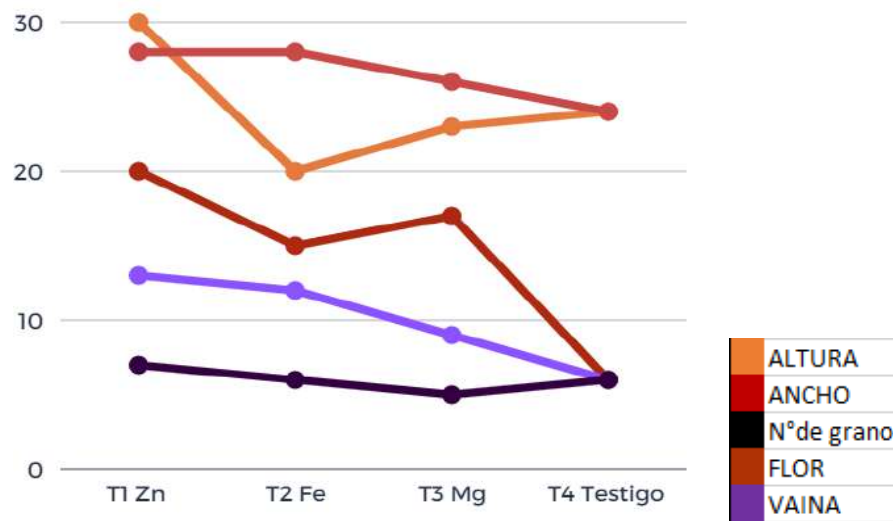


Figura 3. Evaluación de variables en el tercer muestreo.

Como se puede observar el tratamiento 1 Zn, arrojó un resultado donde se obtiene una mayor producción de biomasa y mayor desarrollo en la etapa de floración y llenado de grano, gracias a que motiva a la planta obteniendo una mayor metabolización y producción de enzimas.

CONCLUSIONES

El tratamiento de Zn es el que presentó con un mayor desarrollo y producción ya que este elemento esencial tuvo un mejor metabolismo en la planta ayuda a la activación de enzimas encargadas en la formación de energía de la planta y a la proliferación de auxinas interviene a que el cultivo presente una mayor formación de follaje.

Como podemos observar en el T1 (Zn), produjo más vainas, inclusive, más del 100%, es decir, mientras una produjo 13 vainas, el T4 (testigo), solamente produjo 6, sumado a esta cantidad de vainas, se puede observar que también formo mayor cantidad de granos por vaina, obteniendo siete granos en promedio. Por tal motivo, se recomienda utilizar el Quelato de Zn, para incrementar sustancialmente la producción de frijol en esta temporada.

Al analizar los resultados de los tratamientos aplicados se recomienda realizar una siembra en tierra venida (aplicar un riego a capacidad de campo antes de la siembra) para después realizar la siembra en surcos de 75 cm de anchoa doble hilera de siembra, posteriormente realizar una fertilización de cobertura, con un fertilizante de base nitrogenada y con fosforo para ayudar a la emergencia de las semillas.

Después de los 30 días, aplicar la fertilización de cobertura pasados los 10 días después de esta actividad, aplicar el tratamiento del quelato de Zn ya que este fue el que tuvo un mayor desempeño en el cultivo.

Este tratamiento debe aplicarse en la etapa vegetativa del cultivo ya que es más recomendable para que tenga un mayor desempeño en la planta. El quelato debe aplicarse en pH ≤ 5 para ello deberemos aplicar un acondicionador de agua con la cual realizaremos la solución.

LITERATURA CITADA

- Cadhahia, C. (2005). Fertirrigación / Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales
- Akillioglo y Karakayay. (2010). *Etapas de desarrollo en la planta de frijol*. Obtenido del : <https://core.ac.uk/download/pdf/132691059.pdf>
- Brown. (2006). Cultivo de frijol en México . Obtenido de: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09/>
- Knepeer. (2003). "Synthetic Chelating Agents and Compounds Exhibiting.
- Reynoso, C. R., Ríos, U. M. C., Torres, P. I., Acosta, G. J. A., Palomino, S. A. C., Ramos, G. M., González, J. E., Guzmán, M. S. H. 2007. El consumo de frijol común (Phaseolus

vulgaris L.) y su efecto sobre el cáncer de colon en ratas Sprague – Wayley. Sprague – Wayley. C: (scielo.org.mx)

Singh et al. (1999). Identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72290/66927.pdf?sequence=1>

Vasconcelos, M. y M. A. Grusak. (2006). “*Status and future Developments*.”

Walco S.A. (1977). Todo sobre los quelatos. Los beneficios que aportan los quelatos a las plantas

EVALUACIÓN SENSORIAL DE TUNAS ESTABLECIDAS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIFAP CAMPO EXPERIMENTAL BAJÍO

Talina O. Martínez-Martínez^{1*}, Andrés Mandujano Bueno¹, José L. Zárate Castrejon², Juan G. Angeles-Núñez¹ y Ramón Huerta Zurita¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío.

²Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías. Sede Mutualismo. *Autor de correspondencia: martinez.talina@inifap.gob.mx.

RESUMEN

La tuna es un fruto que se caracteriza por su gran aceptación entre los mexicanos y se consume principalmente en forma fresca. Las características organolépticas de este producto pueden estar asociado a las condiciones climáticas de las regiones en las que se produce, de tal forma que el establecimiento en una región distinta pudiera modificar sus atributos sensoriales. Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo fue determinar la preferencia de 30 variedades de tuna que fueron colectadas a nivel nacional por el Campo Experimental Zacatecas y que se establecieron en el Campo Experimental Bajío. Se colectaron muestras de tuna de 30 variedades a las que les evaluó los atributos de apariencia, contenido de mucilago, sabor, dulzor y presencia de semilla empleando una prueba de preferencia de escala hedónica facial mixta de cinco puntos. Se determinaron que tres variedades fueron las de mayor aceptabilidad en la mayoría de los atributos, mientras que dos fueron la menor preferencia. Los resultados que se obtuvieron son la base para la elección de variedades que pueden ofrecerse a los productores interesados en el cultivo de tuna en la región.

Palabras clave: *Apariencia, sabor, dulzor, presencia de mucilago, presencia de semilla.*

ABSTRACT

The prickly pear is a fruit characterized by its great acceptance among Mexicans and is consumed mainly fresh. The organoleptic characteristics of this product may be associated with the climatic conditions of the regions in which it is produced. The objective of this work was to determine the preference of 30 varieties of prickly pear that were collected by the Zacatecas Experimental Field and that were established in the Bajío Experimental Field of INIFAP. Prickly pear samples were collected from 30 varieties to which the attributes of appearance, mucilage content, flavor, sweetness and presence of seed were evaluated using a five-point mixed facial hedonic scale preference test. Three varieties were found to have the highest acceptability in most attributes, while two were the least preferred. The results obtained are the basis for the choice of varieties that can be offered to producers interested in the cultivation of prickly pear in the region.

Keywords: *Appearance, flavor, sweetness, presence of mucilage, presence of seed.*

INTRODUCCIÓN

La tuna, fruto del nopal tunero, pertenece a la familia botánica Cactáceae, y al género *Opuntia*, se caracteriza por ser una baya polisperma, carnosa, de forma ovoide esférica, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presenta espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud; son frutos comestibles, agradables y dulces (Pimienta, 1990). Por sus numerosas propiedades nutritivas, químicas, industriales, ecológicas, y medicinales, la tuna es uno de los frutos importantes desde el punto de vista económico-social (Gallegos y Méndez, 2000). Las especies de tuna más cultivadas en México son: *Opuntia amyclaea*, *O. Albicarpa*, *O. ficus indica*, *O. joconoxtle*, *O. megacantha* y *O. streptocantha* además de las silvestres como la *O. hytiacantha* y *O. leucotricha* (INFOASERCA, 1999). Sin embargo, no se tiene una clasificación botánica precisa y esto ha permitido que se apliquen nombres regionales.

La producción de tuna es una de las actividades económicas que aportan a la economía nacional, tan solo en el año 2020 se produjeron 471,427.35 toneladas, con un valor comercial de 1,594,993.31 miles de pesos (SIAP, 2021). Los principales estados productores son Estado de México, Puebla, Zacatecas, Guanajuato, San Luis Potosí, Hidalgo, Jalisco, Tamaulipas, Aguascalientes y Oaxaca (SIAP, 2021). En particular para Guanajuato se tiene una producción de 22,694.31 toneladas con un valor de producción de 84,608.67 miles de pesos (SIAP, 2021), este cultivo puede representar una fuente importante económica para los productores, lo que podría disminuir la migración a los Estados Unidos de América. El objetivo de este trabajo fue determinar la preferencia organoléptica de 30 variedades provenientes de diversas zonas productoras de México que se establecieron en El Bajío de Guanajuato. La información que se obtuvo permitirá determinar las mejores variedades según la preferencia del consumidor para su producción en Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización organoléptica se realizó en el Laboratorio de Transformación de Alimentos, del Campo Experimental Bajío. Como material biológico se utilizaron frutos de 30 variedades de nopal que procedían de diferentes regiones tuneras de México y que fueron donadas por el banco de germoplasma del INIFAP Campo Experimental Bajío.

Evaluación sensorial.

Se realizó una prueba de preferencia de escala hedónica facial mixta de cinco puntos. Se convocó una población no entrenada de 20 jueces de un intervalo de edad de 19 - 45 años, entre los que había estudiantes e investigadores del INIFAP. Las pruebas se realizaron por colores de tunas, en una primera sesión se analizaron diez muestras de tuna con pulpa y cáscara color rojo, en una segunda de tunas con pulpa y cáscara color naranja; y en una tercera de tunas color pulpa blanca y cáscara verde, y siete de pulpa y cáscara color amarillo. Las muestras se expusieron en la mesa de trabajo con números aleatorio, los atributos que se evaluaron fueron apariencia, presencia de mucilago, sabor, dulzor y presencia de semilla. Para

el análisis estadístico, se realizó la prueba de Friedman con el paquete estadístico R Studio Versión 1.4.1717 y una prueba post hoc del estadístico de Friedman (De Mendiburu, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los análisis realizados se encontraron diferencias estadísticas significativas. Se determinó que la variedad Tlaconopal (23) empleada para fruta y verdura, de pulpa blanca fue la que presentó mayor preferencia en cuanto a apariencia, en tanto la de menor preferencia fue la Amarilla 3 (14), fruto, naranja (Figura 1 a). Para el contenido de mucilago, sabor y semilla se observó que la variedad Naranjona (12) para uso fruta, de pulpa naranja fue la de mayor preferencia (Figura 1b, 1c y 1d). En relación con el dulzor, la variedad Copena V1 (22) para verdura y forraje, de pulpa blanca fue la más aceptable entre los jueces (Figura 1d). La presencia de semilla fue más tolerable con la variedad Naranjona (12). La tuna Verdura 3 usada para fruta y verdura, de pulpa morada fue la de menor aceptación para mucílago, sabor, dulzor y semilla, los jueces mostraron mayor desaprobación cuando evaluaron esta variedad, incluso resaltaron su sabor marcado a nopal. En la Figura 2 se muestran las variedades Naranjona y Tlaconopal las que resultaron con mayor y menor preferencia con respecto a los atributos evaluados.

La importancia de elegir un material para la producción de frutos es una región debe respaldarse de la parte nutricional, de acuerdo con Cota Sánchez (2016), la tuna es un fruto que puede aportar por cada 100 g de pulpa, 84 g de agua, 15 g de carbohidratos, 3.15 g de fibra y hasta 1.6 g de proteína, aporta minerales como calcio, magnesio, potasio y fosforo. Tanto las propiedades nutricionales como las características organolépticas pueden variar dependiendo del sitio de cultivo, clima y variedad de la fruta (Felker *et al.*, 2005).

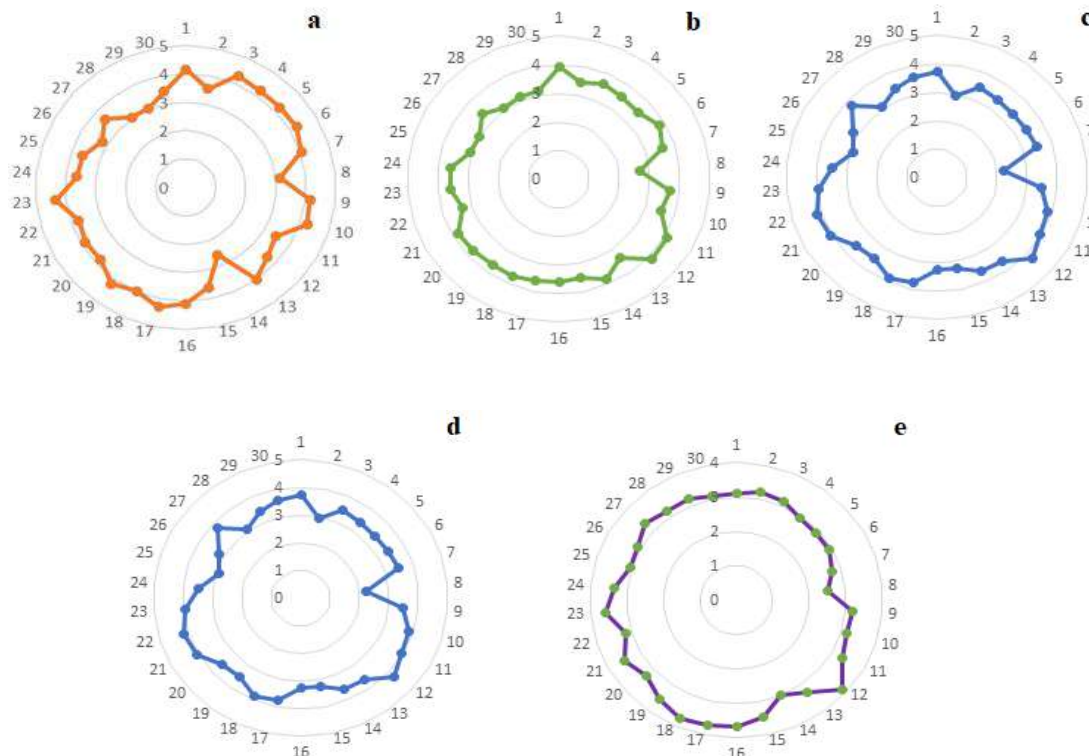


Figura 1. Atributos evaluados en tuna. 1a: apariencia, 1b: presencia de mucilago, 1c: sabor, 1d: dulzor y 1e: presencia de semilla.

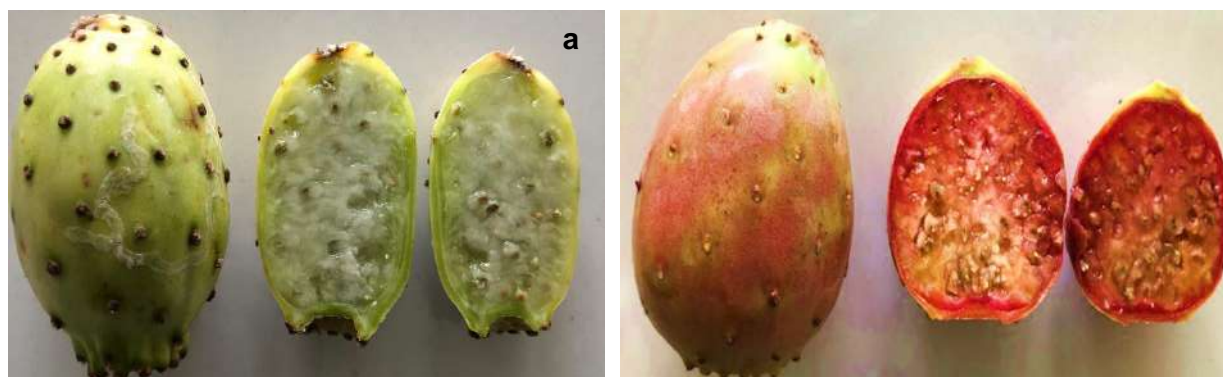


Figura 2. Variedades de tuna. a) Tuna Tlaconopal y b) tuna Naranjona.

CONCLUSIÓN

Se encontraron diferencias estadísticas significativas sobre la preferencia de materiales de tuna, las variedades Tlaconopal y Naranjona presentaron las calificaciones más altas para los atributos evaluados. La menor aceptabilidad la presentó la variedad Verdura 3.

LITERATURA CITADA

- Cota-Sánchez, J.H. (2016). Nutritional Composition of the Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica*) Fruit. Nutritional Composition of Fruit Cultivars, 691–712. doi:10.1016/b978-0-12-408117-8.00028-3
- De Mendiburu, F. (2021). Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-5. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
- Felker, P., Rodriguez, S.C., Casoliba, R.M., Filippini, R., Medina, D., Zapata, R., (2005). Comparison of *Opuntia ficus indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. *Journal of Arid Environments*, 60:405–422.
- Gallegos-Vázquez, C. y Méndez-Gallegos S. De J. (2000). La tuna. Criterios y técnicas para su producción comercial. Universidad Autónoma Chapingo, Fundación Produce y Colegio de Postgraduados. México. 164 p.
- INFOASERCA. 1999. Tuna y Cartamo. *Claridades agropecuarias*. 71: 3-43
- Pimiento Barrios, E. (1994). Prickly pear (*Opuntia* spp.): A valuable fruit crop for the semi-arid lands of Mexico. *Journal of Arid Environments*, 28(1):1-11
- SIAP, Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS: PROCESO DE OPTIMIZACIÓN APLICADO A LA CÁSCARA DE GRANADA.

Silvia B. Ordaz-Rodríguez¹; Lucía Abadía-García²; Aurora Femat-Díaz; Javier García-Pérez; Magdalena Mendoza-Sánchez^{1*}

¹Investigación y Estudios de Posgrado en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. ²Investigación y Estudios de Posgrado en Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. *Autor de correspondencia: **mendozasan.mag@gmail.com;**
magdalena.mendoza@uaq.mx

RESUMEN

La cáscara de granada se desecha en grandes cantidades como residuo agroindustrial, principalmente en la industria de jugos. Contiene gran cantidad de compuestos con alto valor funcional. La extracción asistida por ultrasonido (EAU) tiene una alta eficiencia, es de bajo consumo de energía y disolventes, por tanto, es un método de extracción “verde” o sostenible. Los solventes como metanol, etanol, acetona, y su mezcla con agua han sido usados para la extracción de compuestos antioxidantes de cáscara de granada. Sin embargo, la FDA ha recomendado el uso de disolventes no tóxicos. El objetivo de este estudio fue optimizar el proceso de EAU usando agua como disolvente, para optimizar la extracción de compuestos con capacidad antioxidante evaluada por las técnicas DPPH y ABTS, utilizando un diseño Box-Behnken con tres factores: tiempo de exposición; amplitud ultrasónica, y temperatura de extracción. Los resultados obtenidos por metodología de superficie de respuesta (MSR) muestran que los extractos con mejor capacidad antioxidante se obtuvieron a 40 °C, amplitud de 50 % y un tiempo de extracción de 11 min y 9 min respectivamente. A partir de estos resultados, es posible obtener extractos acuosos de cáscara de granada con gran actividad antioxidante que al no ser tóxicos pueden ser considerados una alternativa de conservación de alimentos.

Palabras claves: *Extracción Asistida por Ultrasonido, Extracción verde, Cáscara de granada, Actividad antioxidante, Metodología de Superficie de Respuesta.*

ABSTRACT

Pomegranate peel is discarded in large quantities as agro-industrial waste, mainly in the juice industry. It contains a large number of compounds with high functional value. Ultrasound-assisted extraction (UAE) has a high efficiency, is low in energy and solvent consumption, therefore, it is a "green" or sustainable extraction method. Solvents such as methanol, ethanol, acetone, and their mixture with water have been used for the extraction of antioxidant compounds from pomegranate peel. However, the FDA has recommended the use of non-toxic solvents. The objective of this study was to optimize the UAE process using water as solvent, to optimize the extraction of compounds with antioxidant capacity evaluated by DPPH and ABTS techniques, using a Box-Behnken design with three factors: ultrasonic exposure; ultrasonic amplitude and extraction temperature. The results obtained by response surface methodology (RSM) show that the extracts with the best antioxidant capacity were obtained at 40 °C, amplitude of 50 % and an extraction time of 11 min and 9 min, respectively. From these results, it is possible to obtain aqueous extracts of pomegranate peel with high antioxidant activity that, being non-toxic, can be considered as an alternative for food preservation.

Keywords: *Ultrasound Assisted Extraction, Green extraction, Pomegranate peel, Antioxidant activity, Response Surface Methodology*

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria y la agroindustria generan una gran cantidad de subproductos y desechos, teniendo aumentos en las emisiones de metano y CO₂ por la descomposición natural de los alimentos. De igual manera, la pérdida y el desperdicio de los alimentos genera impactos económicos y sociales (FAO, 2019; García et al., 2021).

La granada es consumida ampliamente, como fruta fresca o procesada en jugos, y otros productos alimenticios (Brunda et al., 2021). Su procesamiento genera grandes cantidades de subproducto, siendo que la cáscara representa alrededor del 50 % del peso total de la fruta, la cual que generalmente se tira como desperdicio.

Smaoui et al (2019) mostraron que los extractos de cáscara de granada tienen importantes funciones técnicas alimentarias, como antioxidantes, antimicrobianos, colorantes y aromatizantes. Los compuestos presentes en la cáscara pueden actuar como aditivos naturales para la conservación de alimentos y proporcionar una alternativa a los antioxidantes sintéticos (Oswell et al., 2018).

La extracción asistida por ultrasonido (EAU) tiene una alta eficiencia, bajo consumo de energía y disolventes y, por tanto, su uso como método alternativo ha ido en aumento (Bhargava et al., 2021). El metanol, acetona, etanol, agua destilada y el etanol-agua han sido usados como disolventes de extracción adecuados para la extracción de compuestos antioxidantes de la cáscara de la granada (Kaderides et al., 2015; Sharayei et al., 2019; Živković et al., 2018). Sin embargo, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) recomienda disolventes ecológicos y no tóxicos como el agua (Kazemi et al., 2016).

El objetivo de este estudio fue optimizar el procedimiento de EAU utilizando agua como disolvente para maximizar el rendimiento en la extracción de compuestos antioxidantes de cáscara de granada, utilizando un diseño de optimización

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de granada (*Punica granatum* cv. Mollar de Elche) se compraron en un mercado local (Querétaro, agosto 2021). La fruta fue lavada, pelada y cortada en trozos de 1 cm²; posteriormente se secó a 60 °C. Las cáscaras secas se pulverizaron en un molino y el polvo se tamizó usando una malla 40 con una apertura de 420 µm.

Se diseñó un Box-Behnken de tres factores, tres niveles, con tres puntos centrales repetidos para optimizar las condiciones de EAU y obtener el tratamiento con mejor capacidad antioxidante. Las variables experimentales fueron: X_1 (Tiempo de Exposición Ultrasónica, TEU): 5, 10 y 15 min; X_2 (Amplitud Ultrasónica, AU): 20, 40 y 50 %, y X_3 (Temperatura de Extracción, TE): 20, 30 y 40 °C.

La extracción de los compuestos antioxidantes se realizó utilizando un homogeneizador de ultrasonidos (750 W de potencia nominal a 20 kHz) con una sonda de titanio de 13 mm de diámetro (Cole Palmer, Instruments Company, USA). La sonda se sumergió directamente en una suspensión de 3.125 g de polvo con 100 mL de agua purificada. Los experimentos se realizaron por triplicado.

La actividad captadora de radicales del extracto de cáscara de granada se determinó utilizando (DPPH) según el método descrito por (Brand- Williams, Cuvelier y Berset, 1995) con pequeñas modificaciones y la actividad antioxidante ABTS se determinó mediante un protocolo estándar (Pellegrini et al., 1999). Las técnicas se realizaron por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La actividad captadora de radicales (DPPH) del extracto de cáscara de granada se vio afectada significativamente ($p \leq 0,05$) por la temperatura de extracción y la amplitud de los ultrasonidos. Los resultados también mostraron que el tiempo de exposición no afectó significativamente ($p > 0,05$) a la actividad antioxidante del extracto de cáscara de granada. Como informaron (Sharayei et al., 2019), los valores de DPPH aumentaron al incrementar la AU hasta el 60%, mientras que disminuyeron gradualmente al aumentar el TEU de 5 a 15 min. Los resultados de los tres bloques de cada experimento se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Diseño Box-Behnken y resultados de las variables dependientes EAU de cáscara de granada.

Corrida	Condiciones de extracción			Resultados analíticos ^a	
	Tiempo [X ₁] (min)	Amplitud [X ₂] (%)	Temperatura [X ₃] (°C)	DPPH (mg GAEAC/g)	ABTS (mg TE/g)
1	10	50	40	62.11	70.51
2	10	40	30	53.81	66.40
3	10	30	40	51.22	61.06
4	10	30	20	52.24	55.37
5	10	40	30	54.34	67.64
6	15	40	20	36.68	55.44
7	5	40	40	50.01	65.10
8	15	40	40	56.90	69.90
9	15	50	30	54.03	64.45
10	5	30	30	43.83	46.29
11	5	40	20	46.13	51.27
12	10	50	20	53.13	61.68
13	5	50	30	53.72	69.83
14	10	40	30	53.74	67.65
15	15	30	30	48.25	50.89

GAEAC: capacidad antioxidante equivalente de ácido gálico; TE: Equivalente de Trolox.

^a Los resultados se expresan como medias (n = 3)

En este estudio, el funcionamiento del TEU durante 11 minutos a la amplitud óptima del 50 % y una TE de 40 °C, condujo a una mejora significativa de la actividad captadora de radicales del extracto de cáscara de granada (Figura 1). Los coeficientes de regresión del modelo mostraron un efecto lineal positivo de la amplitud y la temperatura de extracción, ya que, una mayor temperatura y amplitud redujeron la viscosidad, y promovieron la cavitación (Dzah et al., 2020; Kaderides et al., 2015; Živković et al., 2018).

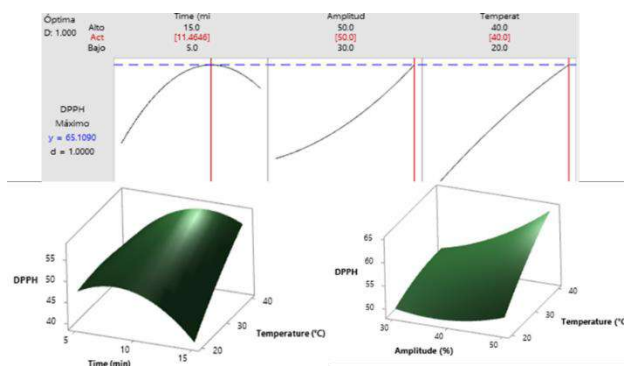


Figura 1. Efectos de interacción de las variables y mejores condiciones de la EAU en la actividad captadora de radicales por DPPH.

Un mayor tiempo de extracción significa una mayor exposición de los compuestos a la sonicación, lo que provoca la formación de radicales hidroxilos que puede afectar negativamente la capacidad antioxidante (Kumar & Srinivasa Rao, 2020).

Para el caso de la capacidad antioxidante determinada por ABTS, los términos lineales de las tres variables fueron significativos ($p < 0,05$). El término cuadrático de tiempo y amplitud y su interacción resultaron tener un efecto positivo y significativo sobre la capacidad antioxidante medida por ABTS. El aumento de esta capacidad antioxidante con el tiempo, la amplitud y la exposición a la temperatura (Figura 2) puede atribuirse a un mayor efecto de cavitación, por el aumentó en el poder reductor de los compuestos (Kumar & Srinivasa Rao, 2020).

Los compuestos fenólicos tienen al menos uno o más anillos aromáticos con uno o más grupos hidroxilos. La actividad de disminución de los ácidos fenólicos y sus ésteres depende del número de grupos hidroxilos libres en la molécula, lo que se demuestra en la alta capacidad de donar protones y así estabilizar el radical DPPH (Parcheta et al., 2021; Rice-Evans et al., 1996). Una mayor exposición a los ultrasonidos podría producir especies activas (radicales libres), o aniquilar el doble enlace conjugado, lo que daría lugar a una disminución de la actividad de captadora de los radicales libres (Sharayei et al., 2019).

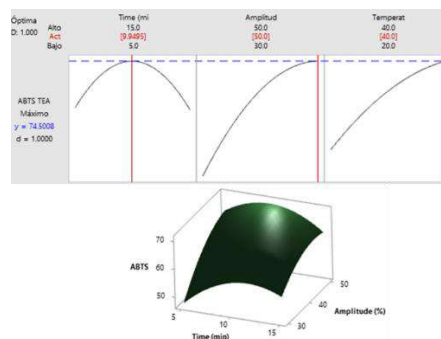


Figura 2. Mejores condiciones de extracción sobre la actividad ABTS.

Por tanto, los resultados concuerdan con los obtenidos en investigaciones anteriores respecto a las condiciones de tiempo, amplitud y temperatura para la EAU de los compuestos fenólicos en cáscara de granada.

CONCLUSIÓN

Fue posible optimizar el proceso de extracción por ultrasonido de antioxidantes de cáscara de granada usando un diseño de superficie de respuesta Box-Behnken. La EAU podría ser una técnica eficaz para la extracción de estos, además, usando estos diseños experimentales es posible extraer los componentes deseados variando solo el tiempo de exposición.

Se obtuvo un extracto con capacidad antioxidante seguro, que puede ser aplicado directamente sobre matrices alimentarias.

Agradecimientos

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) CVU: 1098837 y a la Universidad Autónoma de Querétaro por su apoyo y patrocinio para la realización de este proyecto.

LITERATURA CITADA

- FAO. (2019). The State of Food and Agriculture 2019. Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction.
- García, P., Fredes, C., Cea, I., Lozano-Sánchez, J., Leyva-Jiménez, F. J., Robert, P., Vergara, C., & Jimenez, P. (2021). Recovery of bioactive compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel using pressurized liquid extraction. *Foods*, 10(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/foods10020203>
- Brunda, G., Kavyashree, U., Shetty, S. S., & Sharma, K. (2021). Comparative study of not from concentrate and reconstituted from concentrate of pomegranate juices on nutritional and sensory profile. *Food Science and Technology International*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/10820132211003707>
- Smaoui, S., Hlima, H. B., Mtibaa, A. C., Fourati, M., Sellem, I., Elhadeif, K., Ennouri, K., & Mellouli, L. (2019). Pomegranate peel as phenolic compounds source: Advanced analytical strategies and practical use in meat products. *Meat Science*, 158(July), 107914. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107914>

- Oswell, N. J., Thippareddi, H., & Pegg, R. B. (2018). Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review. *Meat Science*, 145, 469–479. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.020>
- Bhargava, N., Mor, R. S., Kumar, K., & Sharanagat, V. S. (2021). Advances in application of ultrasound in food processing: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 70(June 2020), 105293. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105293>
- Sharayei, P., Azarpazhooh, E., Zomorodi, S., & Ramaswamy, H. S. (2019). Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel. *Lwt*, 101, 342–350. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.031>
- Kaderides, K., Goula, A. M., & Adamopoulos, K. G. (2015). A process for turning pomegranate peels into a valuable food ingredient using ultrasound-assisted extraction and encapsulation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 31, 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.08.006>
- Kazemi, M., Karim, R., Mirhosseini, H., & Abdul Hamid, A. (2016). Optimization of pulsed ultrasound-assisted technique for extraction of phenolics from pomegranate peel of Malas variety: Punicalagin and hydroxybenzoic acids. *Food Chemistry*, 206, 156–166. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.017>
- Živković, J., Šavikin, K., Janković, T., Čujić, N., & Menković, N. (2018). Optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenolic compounds from pomegranate peel using response surface methodology. *Separation and Purification Technology*, 194(July 2017), 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.11.032>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)
- Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3)
- Dzah, C. S., Duan, Y., Zhang, H., Wen, C., Zhang, J., Chen, G., & Ma, H. (2020). The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial

- activity of polyphenol extracts: A review. *Food Bioscience*, 35(February), 100547. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100547>
- Kumar, A., & Srinivasa Rao, P. (2020). Optimization of pulsed-mode ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from pomegranate peel using response surface methodology. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(6), 3493–3507. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00597-9>
- Motikar, P. D., More, P. R., & Arya, S. S. (2021). A novel, green environment-friendly cloud point extraction of polyphenols from pomegranate peels: a comparative assessment with ultrasound and microwave-assisted extraction. *Separation Science and Technology (Philadelphia)*, 56(6), 1014–1025. <https://doi.org/10.1080/01496395.2020.1746969>
- Parcheta, M., ŚWisłocka, R., Orzechowska, S., Akimowicz, M., & Choińska, R., & Lewandowski, W. (2021). Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties. *Materials*, 14(8), 1984. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma14081984>
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7), 933–956. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0891-5849\(95\)02227-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02227-9)

EXTRACCION Y CUANTIFICACION DE PROTEINAS SOLUBLES DE *Lemna minor*

Jared A. Guerrero-Escobedo¹, Cesar Aguirre Mancilla², Ma. Cristina Vázquez Hernández¹, Luis A. Noriega González³ y Carlos A. Flores-Gómez^{1*}

¹Departamento de Ingenierías, ²Depto. de Posgrado e Investigación, ³Depto. de Ciencias Agropecuarias. Tecnológico Nacional de México campus Roque. Km8 carr. Celaya-J. Rosas, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: carlos.fg@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Lemna minor es una planta acuática de rápido crecimiento que se ha usado para depurar aguas con presencia de nitrógeno amoniacal. Buscando conocer su idoneidad como fuente de proteína no convencional, en el diseño de alimentos balanceados sustentables, en este trabajo se adaptó el método y condiciones para extraer y cuantificar las fracciones proteicas (albuminas, prolaminas, globulinas y glutelinas), basado en sus diferencias de solubilidad. Para eliminar interferencias presentadas en trabajos preliminares, se optó por añadir una etapa de precipitación de los diferentes extractos proteicos con acetona, para después re suspenderlos en la solución búfer correspondiente para cada una. La concentración de proteínas en cada uno de los diferentes extractos se estimó a partir de las lecturas de absorbancia a 595 nm siguiendo el método de Bradford. La fracción de albuminas representa más de la mitad del total la proteína soluble de *L. minor*, seguida de la fracción de glutelinas (27 %). La fracción de prolaminas fue la menor (< 5 %).

Palabras clave: *Lemna minor*, lenteja de agua, proteínas

ABSTRACT

Lemna minor is a fast-growing aquatic plant that has been used to purify waters with the presence of N-ammonia. In order to know its ability as a unconventional source of protein, in the design of sustainable foods and feeds, in this work the method and conditions to extract and quantify the protein fractions (albumin, prolamins, globulins and glutelins) based on their solubility differences were adapted. In order to eliminate interferences presented in preliminary work, it was decided to add a precipitation stage of the different protein extracts with acetone, and then re-suspend them in the corresponding buffer solution for each one. The protein concentration in each of the different extracts was estimated from the Bradford method with absorbance readings at 595 nm. The albumin fraction represents more than a half of the total *L. minor* soluble proteins, followed by the glutelin fraction (27%). The prolamin fraction was the lowest observed (<5%).

Key words: *Lemna minor*, duckweed, proteins.

INTRODUCCIÓN

Lemna minor es una monocotiledónea acuática de rápido crecimiento. Pertenece a la familia *Lemnaceae*, comúnmente llamada lenteja de agua. El género *Lemna* es de las angiospermas más pequeñas que existen, el cuerpo vegetativo corresponde a una forma tabloide (<4 mm). Las flores consisten en una parte masculina (constituida por un estambre) y otra femenina (un pistilo formado por un carpelo), sin pétalos ni sépalos. La forma más común de reproducción es sexual (gemación). En los bordes basales se desarrolla una yema pequeña que origina una planta nueva que la separa de la progenitora. Frecuentemente se puede encontrar agregados de plantas en grupos de 2 a 4 individuos. Aproximadamente el 85% de la planta es agua. (Devlamynck 2020, Hopkins 2009; Arroyave 2004). En la Fig. 1A se muestra el característico crecimiento de *L. minor* en un pequeño estanque.

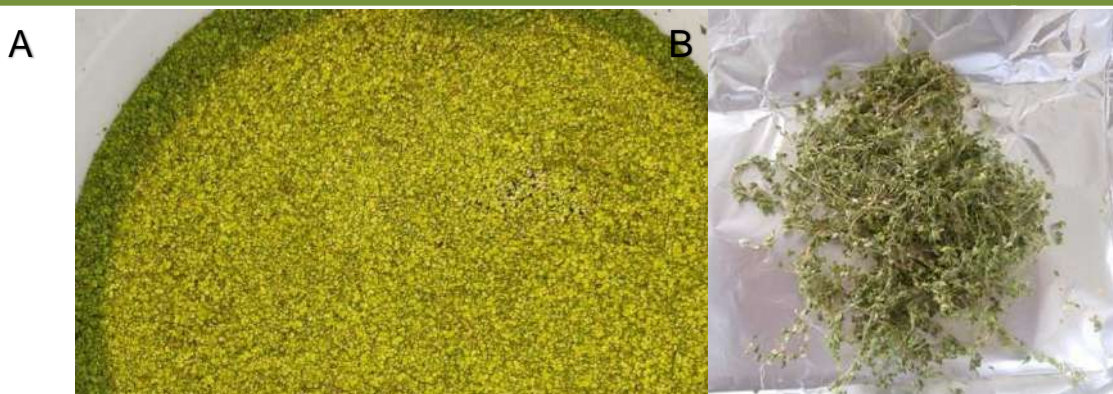


Figura 1. *Lemna minor* creciendo en un estanque (izquierda), y muestra deshidratada (derecha).

Las proteínas desempeñan diversas funciones enzimáticas, estructurales y funcionales (fotosíntesis, biosíntesis, transporte, inmunidad, etc.). También actúan como medios de almacenamiento para satisfacer las demandas nutricionales y de crecimiento de las plántulas en desarrollo. Las proteínas vegetales constituyen 3 grupos: (1) Estructurales, forman parte de la estructura de la célula; (2) Con actividad biológica o funcional (fotosíntesis, bio-síntesis, transporte, etc.) en general son enzimas; y (3) De reserva, para satisfacer las demandas nutricionales y el desarrollo de las plántulas (Rasheed, 2020).

No obstante, las proteínas también se han clasificado en base a sus propiedades de solubilidad en albuminas, prolaminas, globulinas y glutelinas (Osborne, 1924). Las albuminas, son proteínas con propiedades funcionales, la mayoría son enzimas que metabolizan biopolímeros de almacenamiento (ej. glucosidasas), las albuminas presentes en las plantas, son buena fuente de lisina y aminoácidos azufrados, principalmente metionina. Las globulinas, constituyen un grupo de proteínas de reserva presente en las plantas, tienen un alto contenido de nitrógeno. Pueden ser clasificadas por sus coeficientes de sedimentación en vicilinas (7S) y leguminas (11.S). Contienen altas cantidades de ácidos glutámico y aspártico, así como leucina, aminoácidos básicos y amidas. Por otra parte, las prolaminas, también son proteínas de reserva, su nombre procede de los dos aminoácidos dominantes: prolina y glutamina. Tienen alta solubilidad en solventes orgánicos y mezclas alcohol-agua. Las prolaminas constituyen la fracción proteica principal en cereales y algunas plantas, y son importantes en la dieta animal y humana. Las glutelinas son insolubles en agua o en soluciones alcohólicas, por su alto contenido de ácido glutámico se disuelven bien en solución de sal alcalina. Tienen

alta elasticidad, son un componente principal del gluten (Gueguen y Cerletti, 1994; Shewry, 1995).

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la muestra. La biomasa fresca recolectada de un estanque aledaño al cultivo de tilapia del Instituto Tecnológico de Roque. Se deshidrató a una temperatura de 50 °C durante 24 horas.

La extracción de las fracciones proteicas de *Lemna minor* (FPLm), se realizó de acuerdo a las diferencias de solubilidad. La extracción por cada fracción Se realizó por triplicado, en el orden siguiente:

- 1.- Se pesa 0.1 g de muestra desengrasada y se extrae la 1er fracción con agua desionizada en una relación 1:5 p/vol. Se coloca en agitador orbital (Vortex) por 15 min. Se centrifuga a 13,000 rpm por 10 min en una microcentrífuga. Se recupera el líquido sobrenadante, para determinar posteriormente a la fracción de albuminas.
- 2.- Fracción de globulinas: re-suspender el residuo precipitado de la extracción anterior en una solución 50 mM de Tris-HCL a pH 8 con 0.5% NaCl a una relación de 1:5 p/vol, agitar en Vortex por 15 min. Centrifugar por 10 min y recuperar el líquido sobrenadante para su análisis.
- 3.- Fracción de prolaminas: re-suspender el residuo precipitado de la extracción anterior en una solución en una solución de 2-propanol al 55%, a una relación de 1:5 p/vol, agitar en Vortex por 15 min. Centrifugar por 10 min y recuperar el líquido sobrenadante para su análisis.

4.- Finalmente para obtener la fracción de glutelinas, se re-suspende el residuo precipitado de la extracción previa en una solución de borato de sodio 0.125 M y 0.5% SDS a pH 9, a una relación de 1:5 p/vol, agitar en Vortex por 15 min. Centrifugar por 10 min y recuperar el líquido sobrenadante para su análisis.

Se colocó 5 μ L de cada muestra en cada pozo de la microplaca (en triplicado por cada tubo de muestra). Se añadió 250 μ L del reactivo de Bradford, se dejó reaccionar por 5 min a temperatura ambiente. Evitar contacto directo con la luz. Posteriormente se tomó la absorbancia a $\lambda=595$ nm en espectrofotómetro marca BIO-RAD. Se realizó por triplicado la lectura de cada muestra extraída.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1B se muestra una fotografía de muestra deshidratada de *L. minor*, la cual se puede observar que conserva su color característico y su naturaleza fibrosa. Para obtener resultados coherentes, al trabajar con la lenteja de agua fue necesario modificar el procedimiento habitual para fraccionar las proteínas solubles. Esto es, después de la etapa de separación por centrifugación, se presentó el inconveniente de que los sólidos volvieron a formar una suspensión en el sobrenadante, por lo que se requirió someter a centrifugación por mayor tiempo, sin embargo, esta medida no garantiza que, al momento de tomar el sobrenadante, estuviera exento de tener partículas flotando. Para resolver este problema se optó por pasar el sobrenadante obtenido a través de un microfiltro de disco de para eliminar los sólidos suspendidos y evitar interferencia o “ruido” al momento de leer la absorbancia de las muestras en el espectrofotómetro.

Otra problemática presente durante el análisis fue una fuerte pigmentación verde que tenían los extractos, previos a la reacción de Bradford. La solución que se para reducir este problema fue precipitar las proteínas de las muestras empleando acetona y posteriormente re-suspender en cada buffer o solución “limpia”. En la Figura 2A se puede observar una fotografía del precipitado de proteínas. Por otra parte, en la Figura 2B se muestra la recta de calibración del

análisis de regresión lineal simple de los datos de concentración de proteína del estándar en función de sus absorbancias, se puede observar buena calidad de ajuste ($R^2 > 0.95$).

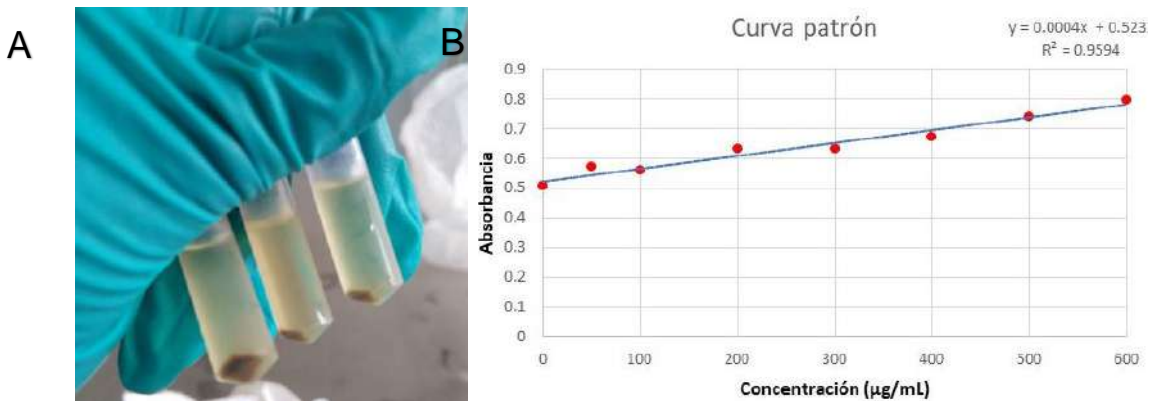


Figura 2. Precipitado de proteínas de *L. minor* (izquierda). Recta de calibración (derecha).

Se estimó la concentración de proteínas para cada una de los extractos de las cuatro diferentes fracciones proteicas, a partir del método de Bradford ($\lambda = 595$ nm). En la Figura 3 se muestra en forma gráfica las proporciones de las diferentes fracciones de proteínas solubles en *Lemna minor*. Se puede observar que la fracción de albuminas es la mayor de todas representando un 55% del total, seguida de la fracción de glutelinas (27 %), la fracción de globulinas representa el 15 %, y la fracción de prolaminas observada fue solo del 3 %. Es importante mencionar que la enzima RuBisCo (Ribulosa-1,5-Bisfosfato Carboxilasa Oxigenasa) considerada la proteína más abundante en el planeta, pertenece a la fracción de proteínas solubles en agua (albuminas) de acuerdo con la clasificación de Osborne (Rasheed, 2020) y tiene alto valor nutricional y funcional.

Los contenidos de las fracciones proteicas de albuminas y glutelinas obtenidas en este trabajo, son congruentes con los datos reportados por Maciejewska y cols. (1970), a pesar de haber diferencia tanto en el método de separación de las fracciones proteicas, como en el de su cuantificación analítica (método de Lowry).

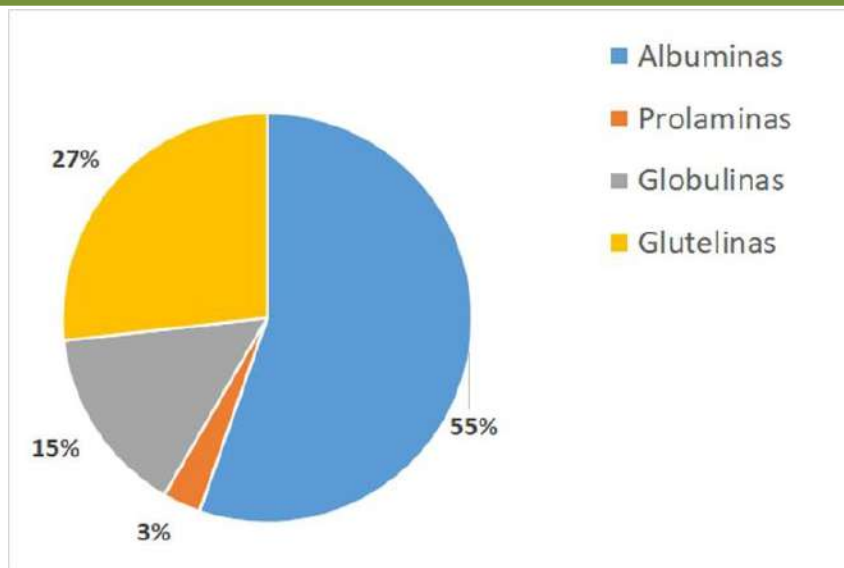


Figura 3. Gráfico con las diferentes fracciones de proteínas solubles en *Lemna minor*.

CONCLUSIONES

Se determinó la distribución de las fracciones de proteínas solubles de *L. minor*, la más abundante es la fracción soluble en agua (albuminas) representando más de la mitad de las proteínas solubles totales, seguida de la fracción de glutelinas (27 %), la fracción de globulinas representa el 15 % y la fracción de prolaminas observada fue la de menor proporción: apenas un 3 %. Al crecer a través de los efluentes de la actividad de acuacultura intensiva, los resultados observados en este trabajo muestran que la llamada lenteja de agua, representa una fuente potencial de proteínas no convencionales, para el diseño de alimentos balanceados sustentables.

LITERATURA CITADA

- Appenroth, K.-J. (2017). Nutritional value of duckweeds (Lemnaceae) as human food. Food Chemistry, 266-269.
- Arroyave, María del Pilar. (2004). Lenteja de agua (*L. minor*): una planta acuática promisoría. Revista EIA. Esc. Ingeniería de Antioquia. No.1. 33-38. ISSN 1794-1237
- Bradford M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72: 248–254.

- Devlamynck R. et al. (2020). Effect of the growth medium composition on nitrate accumulation in the crop *L. minor*. *Ecotoxicol. & Environ. Safety* 206: 1-10
- Guéguen J and Cerletti P. (1994). Proteins of some legumes seeds: Soybean, pea, fababean and lupin. In: *New and Developing Sources of Food Proteins*. Hudson, F. (Ed). Chapman and Hall USA. Chap. 6.
- Hopkins, G. William; Hüner, P. A. Norman. (2009). *Introduction to Plant Physiology*. 4th Edition. John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-24766-2
- Maciejewska P. W., Konopska, L., Narzyska. E. (1970). Proteins in duckweed (*L. minor*). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. DOI: /10.5586/asbp.1970.020
- Mirzaeva, D., Maksumkhodjaeva, K.S., Gazieva, S., Abdullaev, X., Iskhakova, S., & Kuchkarova, D. (2020). Nutritional Value of Lemnaceae Macrophytes. *Intl. Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9, 3233-3242.
- Osborne T.B. (1924). *The Vegetable Proteins*. 2nd ed. Longmans, Green & Co.; London, UK: pp. 1–154.
- Ramírez Pimentel, JG., Herrera H. A., Aguirre M. CL., Covarrubias P. J., Iturriaga F. G., Raya P. JC. (2016). Caracterización de proteínas de reserva y contenido mineral de semilla de *Cucumis melo* L. *Rev. Mex. de Ciencias Agrícolas*, 7(7), 1667-1678.
- Rasheed, F., Markgren, J., Hedenqvist, M., & Johansson, E. (2020). Modeling to Understand Plant Protein Structure-Function Relationships-Implications for Seed Storage Proteins. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(4), 873.
- Sierra. L, Ramírez. L& Rodríguez, J. (2016). Determinación de la tasa relativa de crecimiento de la *Lemna sp.* en el tratamiento de efluentes de un sistema de tratamiento de aguas residuales. *I+D Revista de Investigaciones*, 7(1), 91-97.
- Shewry, P. R., Napler, J:A y Tatham, A.S. (1995). Seed storage proteins: structures and biosyntesis. *Plant Cell* 7: 945-954.

FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA CALIDAD DE GRANOS EN DOS HÍBRIDOS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES EN ROQUE

Francisco Chablé Moreno^{1*}, Maricruz Lara Martínez², Estéfana Alvarado Bárcenas¹, Davino Pérez Mendoza¹, J. Guadalupe García Rodríguez¹, Daniel Rodríguez Mercado¹, Jesús Frías Pizano¹

¹Docentes TecNM-Roque. Km 8 carr. Celaya-J. Rosas, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato México.

²Estudiante del TecNM-Roque Apaseo el Alto. Km 11 carr. Apaseo el Alto-Jerécuaro, Loc. La Cueva, Apaseo el Alto, Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: **fchable4oct@hoymail.com**

RESUMEN

El nitrógeno es esencial en el incremento en la producción de maíz, su efecto es nitropositivo. El objetivo es determinar el efecto del N como afecta en la calidad del grano y el aspecto fisiológico durante su germinación. El trabajo se desarrolló en el laboratorio de Usos múltiples del TNM-Roque, se evaluó granos (F1) de los híbridos comerciales (CRM 77 y Hojero) y experimentales (10x2 y 10x3), con fertilización de (180, 240 y 300 U de N) la metodología consistió en muestrear a los 17 días después de polinizar y evaluar el embrión, posteriormente se evaluó a los granos maduros, la germinación estándar fue la técnica entre papel. El diseño experimental fue completamente al azar donde se consideró 12 tratamientos (cuatro híbridos y tres dosis de fertilización), para la germinación estándar (cuatro repeticiones de 100 granos). Las variables evaluadas fueron: longitud, ancho y grosor del embrión inmaduro y maduros (30 granos en 4 repeticiones), el conteo de la germinación fue a los cuatro y siete días (%). Los datos se sometieron a un ANAVA y los tratamientos estadísticamente diferentes se les aplicó una prueba de comparación de medias. Los resultados del ANAVA para los embriones inmaduros, maduros y la germinación estándar, mostraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Se observó que el híbrido experimental (10x3) y el (CRM 77) se desarrollaron más en fertilizaciones bajas los embriones inmaduros, el híbrido hojero en FA y FM fueron estadísticamente superiores en ancho del grano, mientras en el largo del grano, el Hojero FM y 10x3 FB fueron superiores estadísticamente, en el peso de 100 granos el CRM 77FM y 10x3 FB presentaron valores promedios superiores, en estas variables el 10x2 y el CRM 77 ambos

en FB mostraron los valores más bajos. La germinación superior se observó en los tratamientos 10x3 y 10x2 en FB y FM respectivamente.

Palabras clave: *Nitrógeno, maíz, germinación, calidad fisiológica.*

ABSTRACT

The essential nitrogen in the increase of corn production, its effect is nitropositive. The approach is to determine the effect of N affects the quality of the grain and physiological aspects during its germination. The work was developed in the Multiple Uses laboratory of TNM-Roque, grains (F1) of commercial hybrids (CRM 77 and Hojero) and experimental (10x2 and 10x3) were evaluated, with fertilization of (180, 240 and 300 U of N) the methodology consisted of sampling 17 days after pollinating and evaluating the embryo, then the mature grains were evaluated, the standard germination was the technique between paper. The experimental design was completely randomized where 12 treatments (four hybrids and three fertilization doses) were considered for standard germination (four repetitions of 100 grains). The variables evaluated were: length, width and thickness of the immature and mature embryo (30 grains in 4 repetitions), the germination count was at four and seven days (%). The data were subjected to an ANAVA and the statistically different treatments were applied a means comparison test. The ANAVA results for immature and mature embryos and standard germination showed highly significant differences ($P \leq 0.01$). It was observed that the experimental hybrid (10x3) and the (CRM 77) developed more in low fertilizations the immature embryos, the hojero hybrid in FA and FM were statistically superior in grain width, while in the grain length, the FM Hojero and 10x3 FB were statistically higher, in the weight of 100 grains the CRM 77FM and 10x3 FB presented higher average values, in these variables 10x2 and CRM 77 both in FB showed the lowest values. Higher germination was observed in the 10x3 and 10x2 treatments in FB and FM respectively.

Keywords: *Nitrogen, corn, germination, physiological quality.*

INTRODUCCIÓN

La semilla es una unidad biológica de propagación de las espermatofitas, su conformación fisiológica y las reservas contenidas en el endospermo, mantiene la plántula en su desarrollo inicial (Matilla, 2008). El grano es la misma estructura de la semilla, pero con destino para el consumo comercial. Para estudiar la semilla en su desarrollo se ha dividido en cuatro fases: histodiferenciación, expansión, maduración y desecación en todo el proceso se requiere de auxinas (L-Triptofano), citocininas (Gliceraldehído-3-fosfato y Acetil CoA) esta última con necesidades de N, el AG₃, la proteína LEA y reservas de azúcares (Matilla, 2008). En el maíz para incrementar su rendimiento se requiere de Nitrógeno (N), tiene efecto nitropositivo, puede incrementarse los niveles de fertilización y ello incrementa la producción (Alvarez *et al.*, 2003; Aguilar *et al.*, 2016). El N interacciona en la bioquímica y fisiología en el desarrollo y producción del maíz (Aguilar *et al.*, 2016).

Una semilla debe tener calidad fisiológica (viabilidad y vigor) y junto con el manejo agronómico contribuyen a la producción (Grijalva *et al.*, 2003). La germinación transforma al embrión de una plántula miniatura capaz de desarrollarse en una planta productiva (Rosental *et al.*, 2014). La prueba de germinación estándar permite conocer el porcentaje de germinación, con capacidad de generar plántulas normales (Navarro *et al.*, 2015). Aguilar *et al.* (2016) determinaron en maíz valores sobre la eficiencia agronómica de N (EAN), que variaron entre 23.6 y 33.3 kg de grano/kg N aplicado. El objetivo del trabajo se enfoca en el efecto de la fertilización nitrogenada en las características físicas del embrión inmaduro y maduro, así como su consecuencia en la calidad del grano en dos híbridos comerciales y experimentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Usos Múltiples del TNM-Roque. El material experimental fueron granos de híbridos (F₁): dos comerciales (CRM77 y Hojero) y dos experimentales TNM-Roque (10x2 y 10x3) con tres niveles de fertilización (180, 240 y 300 U de N), el cultivo se estableció en el ciclo (P-V, 2020). La prueba de tetrazolio en los embriones inmaduros (EI) a los 17 días de polinización, se empleó para determinar su tamaño,

se tiñeron en una solución de tetrazolio al 1%, durante 3 horas. La evaluación de las medidas físicas de los granos maduros se realizó en 30 granos (4 repeticiones), el peso 100 granos (conteo de siete repeticiones de 100 granos), se pesó en una balanza analítica (AA-200 Denver Instrument Company), para medir los granos se empleó con un vernier digital (4 repeticiones de 50 semillas).

La prueba de germinación estándar, se realizó en cuatro repeticiones de 100 granos, se desinfestó en una solución de captan (1%), estos se colocaron con el embrión hacia abajo y se cubrieron con dos capas de papel germinador, se incubó a una temperatura de 24°C. La prueba de tetrazolio en granos maduros, se realizó en una solución al 2%, inicialmente se imbibieron durante 48 h, se les retiró la capa seminal en cajas Petri Pyrex® se agregó 15 ml de la solución de tetrazolio, el teñido se inició a las 3 h; completándose a las 5 h en la solución con tetrazolio.

El diseño experimental fue completamente al azar con 12 tratamientos y las unidades experimentales en forma diferenciado por el tipo de evaluación realizada. Las variables evaluadas en el teñido de los embriones inmaduros (largo, ancho y grosor en mm); en la germinación estándar: número de semillas germinada (%), longitud del coleóptilo (mm), longitud de la raíz principal (mm), número de raíces secundarias (total); en los granos maduros (longitud, ancho y grosor, mm). Los datos obtenidos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (v. 9.1) y posteriormente sometidos a una prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA en el embrión inmaduro en las variables longitud, ancho, grosor mostraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Al respecto Pescador y Hernández (2021) al evaluar el efecto del N en los componentes de rendimiento en maíz sus resultados son coincidentes. En la comparación de medias (Duncan α 0.05) el tratamiento 10 (10X3FB) fue estadísticamente superior con un valor de 10.06 mm en la longitud, lo mismo que el grosor del (EI) con un valor de 3.09 mm. En el ancho del embrión el tratamiento (10X3FA) con 4.75

mm. En las tres variables de los (EI) los tratamientos estadísticamente inferiores fueron el tratamiento 5 y 6 ambos corresponden al híbrido comercial Hojero en fertilizaciones media y alta. En general, se observó que la longitud, ancho y grosor en la dosis de 180 y 240 U de N, a los 17 días ddp mejoran el desarrollo del embrión inmaduro (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias (Duncan α 0.05) longitud, ancho y grosor de embriones inmaduros (17 ddp) en dos híbridos comerciales y experimentales, fertilizados con nitrógeno ciclo (P-V, 2020).

Descrip del Trat.	Trat	Long (mm)	Anch (mm)	Grosor (mm)
(10 X 3 FB)	10	10.063 a	4.211 b	3.096 a
(H1 CRM77 FB)	1	8.055 b	4.205 b	2.093 d
(H1 CRM77 FM)	2	7.395 c	4.158 b	2.125 d
(10 X 2 FB)	7	7.303 cd	2.933 cd	1.995 d
(10 X 3 FM)	11	7.268 cd	3.166 c	2.371 c
(10 X 2 FM)	8	7.111 cd	4.211 b	2.745 b
(10 X 2 FA)	9	6.920 cd	3.8851 b	2.075 d
(10 X 3 FA)	12	6.753 cde	4.755 a	2.038 d
(H1 CRM77 FA)	3	6.693 de	3.391 c	2.021 d
(Hojero FB)	4	6.220 ef	3996 b	1.315 e
(Hojero FM)	5	5.940 f	3.020 cd	1.368 e
(Hojero FA)	6	4.183 g	2.665 d	1.205 e

Los valores de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales; Trat= Tratamiento; Long=largo (mm); Anch=ancho (mm); Gro=Grosor (mm); ddp = Días después de la polinización (17 días) de los embriones inmaduros.

El ANAVA de las características físicas de los granos maduros, el ancho del grano y el peso de 100 semillas (Pe100) presentaron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$); en el largo del grano mostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$). En la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05) el ancho del grano el híbrido Hojero y CRM 77 tanto en fertilización alta y media fueron estadísticamente superiores. En el largo del grano del híbrido Hojero (FM) y 10x3 (FB) fueron estadísticamente superiores, en el peso de 100 granos el tratamiento 2 (H1FM) presentó mayor peso con un valor promedio de 50.31 g, de las variables evaluadas los tratamientos con menores valores promedios fueron 10x2 y CRM 77 ambos en fertilizaciones bajas (Cuadro 2). En investigaciones de Pescador y Hernández (2021) mencionan que los componentes de rendimiento son favorecidos con el empleo de N en el peso de 100 semillas, su coincidencia es parcial ya que en esta investigación las fertilizaciones altas y medias favorecieron el peso de 100 semillas; lo mismo que con Jiménez (2021) son coincidentes los resultados.

Cuadro 2. Comparación de Medias (Duncan α 0.05) de ancho, largo del grano y peso de 100 granos maduros de dos híbridos comerciales y dos experimentales en el ciclo (P-V, 2020).

Descrip	Trat	Anch	AnchPro	LarGra	LargPro	Pe100
(H2 Hojero FA)	6	10.63 a	10.54 a	14.46 abc	14.31 abc	47.36 c
(H2 Hojero FM)	4	9.97 b	9.93 b	15.78 a	14.94 a	48.15 bc
(H1 CRM77 FM)	2	9.69 b	9.54 b	14.48 abc	14.50 ab	50.31 a
(H3 10 X 3 FB)	10	9.63 cb	9.64 b	14.96 ab	14.87 a	49.60 ab
(H2 Hojero FB)	5	9.54 bcd	9.53 b	14.50 abc	14.21 abc	43.82 de
(H3 10 X 3 FM)	11	9.36 cde	9.13 c	13.47 bc	13.39 cde	44.55 d
(H2 10 X 2 FM)	8	9.09 ef	9.11 c	14.08 abc	14.08 abcd	45.04 d
(H2 10 X 2 FA)	9	8.98 ef	8.91 cd	12.73 bc	12.81 de	45.54 d
(H3 10 X 3 FA)	12	8.75 fg	8.69 d	14.02 abc	13.87 abcde	42.25 ef
(H1 CRM77 FA)	3	8.62 fg	8.54 d	13.91 abc	14.20 abcd	41.35 fg
(H2 10 X 2 FB)	7	8.59 fg	8.66 d	12.87 bc	13.00 cde	42.10 ef
(H1 CRM77 FB)	1	8.45 g	8.60 d	12.35 c	12.60 e	40.02 g

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales; Trat = Tratamiento; Anch = ancho (mm); Larg = largo(mm); AnchPr= Ancho promedio de tres repeticiones (mm); LargPr=Largo promedio tres repeticiones (mm); Pe100=Peso 100 semillas.

Los resultados del ANAVA en la germinación (%) a los 4 días no presentó diferencias estadísticas, mientras que a los 7 días se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$); en la LonEmb, LonCol y LonRPr mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el número de raíces secundarias (NoRS) presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$); estos valores son coincidentes con Pescador y Hernández (2021) al evaluar híbridos experimentales. En la comparación de medias en la germinación a los 7 días se obtuvo que los híbridos experimentales (10x2 y 10x3) presentaron mayor germinación (%); en la longitud del embrión presentan un comportamiento similar ambos en fertilización alta, en la longitud de coleóptilo fue mayor en fertilizaciones medias en ambos híbridos experimentales; en el número de raíces secundarias en los híbridos experimentales sobresalen estadísticamente con valores promedios de 6.16 a 6.84 raíces, este último valor en fertilización baja, este resultado al menos indica que este híbrido experimental demandó menor cantidad de N para la LonRPr y NoRSec (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de Medias de germinación, Longitud de embrión, coleóptilo, raíz, Número de raíces secundarias.

Descrip	Trat	Ger4d	Ger7d	LonEmb	LonCol	LonRPr	NoRSe
(10 X 3 FB)	10	21.3 a	100 a	5.16 bc	15.94 abc	38.1 a	6.84 a
(10 X 2 FM)	8	20.0 ab	100 a	5.00 bc	17.25 ab	29.55 ab	6.16 bc
(10 X 3 FM)	11	20.0 ab	100 a	5.50 abc	17.30 ab	30.29 ab	6.81 a
(10 X 2 FA)	9	20.0 ab	100 a	6.00 ab	18.24 a	30.23 ab	4.00 e
(H2 Hojero FA)	6	19.6 ab	98 ab	5.66 abc	12.42 c	29.56 ab	5.00 cd
(H2 Hojero FM)	4	19.6 ab	98 ab	5.50 abc	12.86 c	30.20 ab	5.66 cd
(10 X 2 FB)	7	18.6 ab	97 b	5.16 bc	16.36 abc	30.27 ab	6.16 bc
(10 X 3 FA)	12	18.6 ab	96 b	6.33 a	13.95 bc	30.66 ab	5.66 cd
(H1 CRM 77 FA)	3	17.6 ab	97 b	5.33 bc	13.71 bc	20.89 b	5.00 cd
(H1 CRM 77 FM)	2	17.3 ab	97 b	5.16 bc	12.65 c	20.79 b	4.00 e
(H1 CRM 77 FB)	1	16.3 ab	95 bc	4.83 c	16.17 abc	30.56 ab	4.33 cd
(H2 Hojero FB)	5	15.6 b	95 bc	5.33 bc	15.48 abc	20.85 b	4.23 cd

Ger96=Germinación a las 96 horas (%); LoEmb=Longitud del embrión (mm); LoC=Longitud del coleóptilo (mm); LoRP=Longitud de raíz principal (mm); NoRS= Número de raíces secundarias (total).

CONCLUSIONES

La fertilización nitrogenada se requiere en dosis óptima, su exceso o su deficiencia provocan serios problemas en el desarrollo de la planta, el embrión y del grano. El tamaño del embrión inmaduro destaca el híbrido experimental 10x3 en FB presenta mayores dimensiones, datos que se mantienen con la misma tendencia en los embriones maduros y en el comportamiento de las pruebas fisiológicas de la germinación de los granos de los híbridos en evaluación. Las fertilizaciones intermedias (240 U de N) resultaron adecuadas para el tamaño del embrión maduro y del grano de maíz, en los híbridos evaluados, se validan la fertilización de la Agenda Técnica Agrícola de Guanajuato.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, C.C., Escalante, J.A., Aguilar, E.S., Mejía, M.I., Conde, C.V., y Santos A.T. (2016). Eficiencia agronómica, rendimiento y rentabilidad de genotipos de maíz en función del nitrógeno. *Terra Latinoamericana* 34: 419-429.
- Álvarez, R.H., Steinbach, S., Álvarez, C.R. y Grigera, S. (2003). Recomendaciones para la fertilización nitrogenada de trigo y maíz en la pampa ondulada. *Informaciones Agronómicas* 18:14-19.

- Grijalva, O.A., Sánchez. R.F., Río, E.G., Torres, N.A., y García, L.B. (2003). Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(1): 9.
- Jiménez, M.D. (2021). Determinación del efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad fisiológica de semillas en híbridos comerciales y experimentales de maíz. Tesis de licenciatura TNM-Roque. 69 p.
- Matilla, A.J. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. <https://www.researchgate.net/publication/271512205>
- Navarro, M., Febles, G., and Herrera, R.S. (2015). Vigor: essential element for seed quality. *Cuban J. Agric. Sci.* 49 (4):447-458.
- Pescador, H.M.A., Hernández, R.R. (2021). Respuesta a la fertilización nitrogenada de caracteres agronómicos y rendimiento en cuatro híbridos de maíz blanco en el TNM-Roque. Tesis de licenciatura TNM-Roque. 59 p.
- Rosental, L.H., Nonogaki, and Fait, A. (2014). Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. *Seed Science Research* 24(1):1-15.
- SAS, Statistical Analysis System (SAS Institute). (2003). SAS/STAT User's Guide Release 9.1 ed, Cary, NC, USA.

FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE CÁLIZ EN POBLACIONES DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EN EL TECN-ROQUE

Francisco Chablé Moreno^{1*}; Maricruz Lara Martínez², Estéfana Alvarado Bárcenas¹, Ma. Lourdes Rivera Serrano¹, Blanca Cecilia López Ramírez³, Fernando Flores Guillen¹

¹Profesor-Investigador TecNM-Roque. Km 8 carr. Celaya-J. Rosas, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato México. ²Estudiantes de Agronomía del TecNM-Roque. *Autor de correspondencia: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

El estudio consistió en determinar la respuesta agronómica y producción de cáliz fresco con la aplicación de fertilización química en tres poblaciones de jamaica en la región de Celaya. Esta especie se cultiva en zonas tropicales y en suelos marginales. El ensayo se evaluó en el TNM-Roque, se establecieron tres poblaciones: Campeche, Hidalgo y Guerrero. La germinación fue en charolas de unicel, se trasplantó a campo el 17 de marzo de 2020, se fertilizó con la fórmula 120-80-00. El Diseño experimental fue en dos bloques completos al azar y 6 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: longitud de tallo principal de ramas secundarias grandes y chicas, número de ramas secundarias del tallo principal y ramas secundarias totales, peso total de frutos por planta, número de frutos por tallo principal de las ramas secundarias grandes y chicas, peso de cáliz fresco del tallo principal, de las ramas secundarias grandes y rama chica, peso de cáliz total por planta. Los datos se sometieron a un ANAVA con el SAS (V 9.1) y los tratamientos con diferencias estadísticas se sometieron a la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05). Los resultados del ANAVA se obtuvo diferencias altamente significativas en las variables evaluadas. La comparación de medias (Duncan α 0.05) demostró que la población de jamaica de Escárcega con fertilización presentó la mayor altura de planta y la población Hidalgo sin fertilizar menor longitud, las variables de rendimiento, como son número de frutos, peso total de frutos y de cáliz por planta destacan la población de Escárcega con y sin fertilizar, la población de Hidalgo sin fertilizar fue la menos productiva.

Palabras clave: *Jamaica, Caliz, Rendimiento, Población criolla*

ABSTRACT

The study consisted of determining the agronomic response and production of fresh calyx with the application of chemical fertilization in three populations of Jamaica in the Celaya region. This species is grown in tropical areas and on marginal soils. The trial was evaluated in the TNM-Roque, three populations were established: Campeche, Hidalgo and Guerrero. The germination was in Styrofoam trays, it was transplanted to the field on March 17, 2020, it was fertilized with the formula 120-80-00. The experimental design was in two complete random blocks and 6 treatments. The variables evaluated were: Length of main stem of large and small secondary branches, Number of secondary branches of the main stem and total secondary branches, Total weight of fruits per plant, Number of fruits per main stem of large and small secondary branches, Weight fresh calyx from main stem, from large secondary branches and small branch, Total calyx weight per plant. The data were subjected to an ANAVA with the SAS (V 9.1) and the treatments with statistical differences were subjected to the mean comparison test (Duncan α 0.05). The results of the ANAVA highly significant differences were obtained in the variables evaluated. The comparison of means (Duncan α 0.05), the Escárcega population with fertilization presented the highest height and the Hidalgo population without fertilizing the lowest length, in the yield variables, such as number of fruits, total weight of fruits and total weight of calyx per plant highlights the population of Escárcega with and without fertilizing and the population of Guerrero with fertilization, the population of Hidalgo without fertilizing is the least productive.

Keywords: *Jamaica, Calyx, Yield, Creole population*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), es originaria del África tropical (Bobadilla-Carrillo et al., 2016) de donde se ha distribuido a los trópicos del Nuevo Mundo (Hidalgo, 2004), primordialmente se cultiva en clima cálido y con precipitaciones de 1300 a 1500 mm anuales y una altitud de 200 a 400 msnm, aunque se adapta a lugares secos (Pech, 2014). En México la jamaica se cultiva en suelos marginales de baja fertilidad (Serrano, 2008, Pech, 2014); esta especie presenta un rango de rendimiento promedio de 260 a 650 kg ha⁻¹ (Ariza-Flores et al., 2014; SIAP, 2017). Es un cultivo alternativo para los productores rurales de escasos recursos económicos; su importancia social radica en la utilización de mano de obra; esto incrementa el costo de producción (Serrano, 2008). Los principales estados consumidores de jamaica son: La ciudad de México, Querétaro, Puebla, Veracruz y Jalisco; existe creciente demanda en el mercado nacional (Rodríguez, 2019), lo convierte de cultivo tradicional a cultivo potencial (Hidalgo, 2013).

Su bajo rendimiento depende de factores como la fecha siembra, densidad de población (El Naim, 2012), falta de variedades (Caro-Velarde et al. 2012; Ariza-Flores et al. 2014). La fertilización es un factor decisivo que impacta en el rendimiento del cáliz de la jamaica, cuando el agua de riego no es un factor limitante (Abo-Baker y Mostafa, 2011). La información existente de la demanda nutrimental es amplia y de tipo regional, la dosis de fertilización óptimas no está bien definida (Dahmardeh, 2012). En México se ha fertilizado con las fórmulas 60-60-60 y 120-60-60 en sistema de policultivo en Chiapas (Ruiz-González y Victorino-Ramírez 2014); el empleo de la fórmula 80-40-00 en Nayarit y Michoacán ha sido exitosa (Anónimo, s.a; Apaez et al., 2018); en Sinaloa se sugiere fertilización foliar 12-00-46 al quinto día del trasplante y complementación con 350 kg ha⁻¹ de triple 17 (Pérez, 2010). En el Sureste mexicano se aplica la fórmula 120-60-40 (Gómez, 2002); esta amplia variabilidad de la fertilización aplicada, no establece con claridad este aspecto nutrimental ni dosis óptimas de empleo la fertilización en esta especie.

Otra limitante productiva es la utilización de semillas criollas, algunas variedades en el INIFAP de Iguala Guerrero, donde han seleccionado cuatro variedades, no se ha popularizado (Ariza-Flores *et al.*, 2014). El objetivo fue, evaluar la respuesta agronómica y productiva de cáliz fresco con aplicación de fertilización química en tres poblaciones de jamaica en Celaya.

MATERIALES Y MÉTODOS

El cultivo se estableció en los terrenos experimentales del TNM-Roque, el cual se ubicado en el km 8 de la carr. Celaya-JR, ubicado en las Coordenadas geográficas 20° 34' 54,24" N, 100° 49' 35,34" O, a una altura de 1767 msnm (INEGI, 2012). La región presenta un clima semi-cálido y pertenece a los menos secos de los climas BS. La precipitación pluvial promedio anual es de 627.8 mm, con temperatura media anual es de 21.6 °C (INEGI, 2015). El suelo es de tipo migajón-arcilloso. Las poblaciones de jamaica fueron donadas en Escárcega, Campeche por el Sr. Crisanto Ocampo Lili, la población de Hidalgo fue proporcionada por el Sr. Efraín Cruz, mientras que la población Arcelia Guerrero fue donada por Sr. Braun Enrique Acosta, semilla criolla de Jamaica, se desconoce si son variedades.

La preparación del terreno consistió en un barbecho y dos pasos de rastras, y el surcado fue a 80 cm. Las semillas fueron establecidas en charolas de germinación de unicel de 128 cavidades, el 16 de enero de 2020, se dieron riegos continuos con aplicación nutritiva de Triple 16 a razón de 2 gL⁻¹ de agua, los riegos de las charolas germinadoras fueron continuas. El trasplante de plántulas (17-marzo-2020), se estableció a 50 cm entre plantas. En campo se dieron tres riegos de auxilio, el inicio de floración coincidió con la época de lluvias, donde se presentó 612.22 mm en el ciclo de O-I (2020). El control químico de malezas se realizó con el herbicida secante Sunfix300 (Paraquat) 1 Lha⁻¹, se realizó 2 escardas y dos deshierbes manuales.

La fertilización química fue de 120-80-00, se utilizó como fuente de N (Urea) y de Fósforo (Superfosfato de calcio triple), se fertilizó en forma individual a cada planta, con aplicación de 10.43 g de Urea y 6.95 g de Super triple. Se empleó un Diseño experimental en Bloques completos al azar, se contempló 2 bloques y 6 Tratamientos de donde se realizó un muestreo

de 6 plantas al azar. Los tratamientos fueron: 1) Población de Escárcega EscCaCF (con fertilización), 2) EscCaSF (sin fertilizar), 3) Población de Guerrero GroCF, 4) GroSF, 5) Colecta de Hidalgo HgoCF, 6) HgoSF. Las variables evaluadas fueron: Longitud de tallo principal (LTaP) (tallo principal dominante), Longitud de ramas secundarias grandes (LRaSecG) (ramas laterales), Número de ramas secundarias del tallo principal (NoRaSecTaP), Número de ramas secundarias totales (NoRaSecTot), Peso total de frutos por planta (PeTotFrPI) (cáliz y semillas), Número de frutos por tallo principal (NoFrTaP), Número de frutos por ramas secundarias grandes (NoFrRaSecG), Número de frutos de ramas secundarias chicas (NoFrRaSecCh), Peso de cáliz fresco del tallo principal (PeCaTaP), Peso de cáliz de ramas secundarias grandes (PeCaRaSecG), Peso de cáliz en rama chica (PeCaRaCh), Peso de cáliz total por planta (PeToCaPI) las evaluaciones de los pesos se realizaron en peso fresco. Los datos obtenidos, se les aplicó un análisis de varianza (ANAVA), con el programa estadístico de SAS (Statistical Analysis System, Versión 9.1), y los tratamientos con diferencias significativas se realizó la prueba de comparación de medias Duncan (α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza (ANAVA) presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). La prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05) en la variable (LTaP) presentó una amplia variabilidad en las poblaciones evaluadas, fue el primer ciclo de cultivo de esta especie, la población EscCaCF alcanzó una altura de 210.08 cm, mientras que la población proveniente de Hidalgo sin fertilización solamente obtuvo un valor promedio de 134.16 cm de altura sin fertilización, esto representa un 36.1% más alta de la primera con relación a la altura más baja, se presentaron los mismos grupos estadísticos en la variable LRaSecG se observó en la población de Escárcega, con y sin fertilizar. Las variables LRaSecCh, NoRaSecTaP, NoRaSecTot, presentaron de cuatro a cinco grupos estadísticos; la longitud de las ramas grandes la población de Escárcega fueron las de mayor longitud, mientras que la población de Hidalgo sin fertilizar es la de menor longitud. La población de Escárcega presentó una mayor altura y mayor número de ramas secundarias del principal, se determinó que existen poblaciones de jamaica que debido a su origen no presentan rama principal dominante y si, mayor cantidad de ramas secundarias totales, como fue la población

de Guerrero e Hidalgo. En el PeTotFrPI se obtuvo que la población de Escárcega, tanto con y sin fertilización fueron las que presentaron el valor promedio más alto con rango de 1357.17 a 1840.58 g (peso de cáliz con bayas eliminado el pedúnculo al ras del cáliz), la de menor peso fueron la población de Hidalgo (Cuadro 1).

De acuerdo a evaluaciones realizadas en el INIFAP de Iguala Guerrero (Ariza et al., 2014) al liberar cuatro variedades de jamaica, la de mayor altura fue la Cotzaltzin con valor promedio de 213.8 cm y presenta una producción intermedia de 426.1 kgha⁻¹ de cáliz seco, en esta investigación se determinó que la población de Escárcega presenta valor similar, la población de Hidalgo mostró menor altura sin fertilizar, existen investigaciones en la variedad Tecoanapa reportada como la que presenta mayor número de ramas por planta, al evaluar y comparar con las poblaciones de Campeche, Hidalgo y Guerrero superan ampliamente en relación con mayor número de ramas totales, estadísticamente superiores por planta en un 148 % y, en función de las plantas con menor cantidad de ramas fue de 127.56 %; el cultivo de la jamaica en Celaya, presentan mayor altura donde sobresale la población de Escárcega; sin embargo, la población de Guerrero, presenta mayor cantidad de ramas secundarias totales.

En la fructificación (Ariza et al., 2014) menciona que la variedad Alma Blanca con rendimiento de 570.1 kgha⁻¹ y la variedad Tecoapa con 376.5 kgha⁻¹, producción en cáliz seco, mientras que en esta investigación se obtuvo un rango de producción de 1840.58 hasta 540.42 g representado por cáliz fresco y baya que corresponden a la población de Escárcega e Hidalgo, al considerar una pérdida humedad estimada entre un 75 a 85 %, se considera una cosecha estimada de 276.58 g por planta.

Cuadro 1. Comparación de medias (Duncan α 0.05) en variables agronómicas y rendimiento de jamaica establecida con y sin fertilización química en el ciclo (P-V, 2020), en el TNM-Roque.

Valores medios						
Descrip	Trat	LTaP	LRaSecG	NoRaSecTaP	NoRaSecTot	PeTotFrPI
EscCaCF	1	210.08 a	185.66 a	16.33 a	11.75 c	1840.58 a
GroCF	3	188.25 b	172.16 b	11.33 a	17.16 a	1021.75 c
EscCaSF	2	180.83 bc	175.33 ab	10.91 b	9.83 d	1357.17 b
GroSF	4	173.08 c	158.83 c	8.00 c	10.16 d	898.75 c
Hgo CF	5	154.50 d	134.66 d	9.83 b	14.00 b	891.92 c
Hgo SF	6	134.16 e	112.00 e	8.00 c	9.75 d	540.42 d

Los valores de la misma columna con la misma letra, son estadísticamente iguales; EscCaCF=Escárcega, Campeche con fertilización, EscCaSF=Escárcega, Campeche con fertilización, GroCF=Guerrero con fertilización, GroSF=Guerrero sin fertilización, Hgo CF=Hidalgo con fertilización, Hgo SF=Hidalgo con fertilización, LTaP=Longitud de tallo principal (cm), LRaSecG=Longitud rama secundaria grandes (cm), LRaSecCh=Longitud de ramas secundarias chicas (cm), NoRaSecTaP=Número de ramas secundarias de la rama principal (cm), NoRaSecTot=Número de ramas secundarias totales (Total), PETotFRPI=Peso total de fruto fresco cáliz y baya (g).

En la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05) en el rendimiento del cultivo de las tres poblaciones evaluadas, se obtuvo en la variable NoFrTaP, la población de Hidalgo presentó mayor cantidad de frutos, con 2-4 tallos principales, comportamiento similar presenta el tratamiento 3 (EscCaSF). En las variables NoFrRaSecG y NoFrRaSecCh se determinó que el tratamiento 1 y 3 (EscCaCF; GroCF) presentaron el mayor número de frutos ambas colectas con fertilización en un rango de 10.91 en ramas secundarias chicas hasta 35.75 en ramas secundarias grandes, en la población de Hidalgo presentan varias ramas, pero con escaso número de frutos con valores promedios de 5 a 7 frutos por ramas secundarias chicas. En el PeCaTaP, PeCaRaSecG, PeCaRaCh en todas ellas, sobresale población de Escárcega, al presentar valores promedio más altos en las tres variables del peso de cáliz por cada rama evaluada. En el PeToCaPI, se alcanzó el mayor peso de cáliz en un rango de 923 a 1128 g por planta en la población de Escárcega, mientras que la población de Hidalgo presentó los pesos de cáliz más bajos con promedios de 356 a 521 g por planta; la comparación porcentual de los rendimientos de las más alta y la más baja es de 46.2 % más productiva la población de Escárcega (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias (Duncan α 0.05) en variables de rendimiento de jamaica establecida con y sin fertilización química en el ciclo (P-V, 2020), en el TNM-Roque.

Valores medios						
Trat	NoFrTaP	NoFrRaSecG	PeCaTaP	PeCaRaSecG	PeCaRaCh	PeToCaPI
1	46.08 c	35.75 a	72.50 a	71.58 a	80.00 a	1128.00 a
2	28.16 d	28.41 b	66.41 ab	64.33 b	48.58 c	923.17 b
3	71.83 b	12.58 c	71.58 ab	62.33 b	55.25 b	665.50 c
4	44.41 c	9.5 d	58.50 c	51.66 c	39.08 d	547.75 d

5	83.50 a	7.08 de	63.66 bc	42.58 d	54.66 b	521.75 d
6	79.03 ab	6.58 e	49.41 d	38.25 d	50.41 bc	356.00 e

Los valores de la misma columna con la misma letra, son estadísticamente iguales; NoFrTaP=Número de frutos del tallo principal (total), NoFrRaSecG=Número de frutos de ramas secundarias grandes (total), NoFrRaSecCh=Número de frutos en ramas secundarias chicas (total), PeCaTaP=Peso de cálices de tallo principal (g), PeCaRaSecG=Peso de cálices de ramas secundarias grandes (g), PeCaRaCh=Peso de cálices de ramas secundarias chicas (g), PeToCaPl=Peso total de cálices fresco por planta (g).

En investigaciones con la variedad Rosicta (Hidalgo, 2013) señala una producción de 970 kg ha^{-1} de cáliz seco con una densidad de 15,000 plantas/ha, de acuerdo a Ferrel et al. (2018) al evaluar 6 variedades de Jamaica en Colima, sus resultados de altura de planta son similares a esta investigación, en el número de ramas secundarias por planta se presentan valores superiores en esta investigación por la población de Guerrero e Hidalgo en ambos casos con fertilización, en el número de frutos totales por planta las tres poblaciones en esta investigación presentan valores promedios inferiores; lo que se coincide es el efecto positivo de la fertilización. En investigaciones del Campo Experimental Bajío (INIFAP-CEBAJ) en la caracterización morfológica de 13 variedades mexicanas de jamaica (Ríos-Romero et al., 2018) en la altura de planta los resultados fueron inferiores a esta investigación, se puede señalar que en TNM-Roque las poblaciones evaluadas presentan un desarrollo superior. Los rendimientos fueron superiores a los reportados por varios investigadores nacionales. Al respecto del cultivo de la Jamaica en el Bajío Guanajuatense puede ser un cultivo alternativo, al tolerar cierto grado de sequía y aunque reduce la producción puede proporcionar dividendos positivos al productor.

CONCLUSIONES

Las variables agronómicas y de rendimiento en las tres poblaciones mostraron diferencias altamente significativas. La fertilización química incrementó los valores de las variables agronómicas y rendimiento en peso fresco de cáliz. La población de jamaica del sureste mexicano fue la de mejor adaptación y presentó los rendimientos más altos. La introducción del cultivo de jamaica en la región puede ser posible; se requiere estudiar la fertilización, densidad y fechas de siembra.

LITERATURA CITADA

- Abo-Baker AA, Mostafa GG (2011) Effect of bio and chemical fertilizers on growth, sepals yield and chemical composition of *Hibiscus sabdariffa* at new reclaimed soil of South Valley Area. Asian Journal of Crop Science 3: 16-25.
- Anónimo. s.a. Jamaica. Guía para la asistencia Técnica Agrícola de Nayarit, 3 p.
- Apáez BP; Ávila R NA; Escamilla G JL; Apáez BM; Raya MYA (2018). Características de la planta y rendimiento de cálices de genotipos de jamaica cultivados en Michoacán. 5to Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Roque, Celaya, Guanajuato ISSN: 2448-277
- Ariza-Flores R; Serrano-Altamirano V; Navarro-Galindo S; Ovando-Cruz MI E; Vázquez-García E; Barrios-Ayala A; Michel-Aceves A C; Guzmán-Maldonado S H y Otero-Sánchez M A (2014). Variedades Mexicanas de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) 'Alma Blanca' y 'Rosalíz' de color claro, y 'Cotzaltzin' y 'Tecoanapa' de color rojo. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 37 (2): 181 – 185.
- Bobadilla-Carrillo, G. I., Valdivia-Reynoso, M. G., Machuca-Sánchez, M. L., Balois-Morales, R. y González-Torres, L. (2016). Preharvest, harvest and posharvest factors inherent to roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). crop: A review. Revista Bio Ciencias, 3(4): 256-268. Doi: <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.03.04.02>.
- Caro-Velarde FJ, Machuca-Sánchez ML, Flores-Berrios EP (2012). El cultivo de jamaica en Nayarit. Segunda edición. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. 103p.
- Dahmardeh M (2012). Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology 11: 10899-10902.
- Ferrel Vera Martha Catalina; Peña Urquiza Alba Martha; Cárdenas González Leonel; González Sotelo Alfredo (2018). Evaluación de seis variedades de jamaica (*Hibiscussabdariffa*) de Colima, en los terrenos del CBTa. no. 148 de Comala, Colima. 5to Cong. Nal. de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Roque, Celaya, Guanajuato ISSN: 2448-320 320
- El Naim A M; Elhag H. K; Khlid A I; Feisal M I ;Moayad M B Z.(2012). Growth and yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L) as influenced by plant population in arid tropic of Sudan under Rainfed. International Journal of Agriculture and Forestry.2 (3):88-91. doi: 10.5923/j.ijaf.20120203.02

- INEGI (2012). Anuario estadístico. Estado de Guanajuato. México
- INEGI (2015). Encuesta intercensal.
- Gómez M F (2002). El cultivo de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), en el sureste de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, 172 p.
- Hidalgo, S. (2004). Evaluación agronómica e industrial de introducciones y colectas de rosa jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) para producción de cálices, concentrados y edulcorados en las zonas nor y sur-occidental de Guatemala. Proyecto de investigación. Guatemala. ICTA. 42 p.
- Hidalgo V S G. (2013). Manual Técnico del cultivo de rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) "Rosicta". Instituto de Ciencias y Tecnologías Agrícolas. 34 p.
- Pech C, A de J. (2014). Evaluación de fechas de siembra y densidades de población en Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el Estado de Quintana Roo. Informe de Residencia Profesional con opción tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Quintana Roo, 38 p.
- Pérez V L.(2010) Jamaica con potencial productivo y rentable para Sinaloa. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A.C. Colección de Tecnologías para el productor.
- Ríos-Romero Marcos Alberto; Ramírez-Pimentel Juan Gabriel; Montes-Hernández Salvador; García Perea Marco Antonio y Morán-Vázquez Nicolás (2018). Caracterización morfológica de trece variedades mexicanas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). 5to Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Roque, Celaya, Guanajuato ISSN: 2448-6620 17
- Rodríguez V MM. (2019). Análisis de las importaciones de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) ingresada a través del puerto de Veracruz en el periodo 2008-2018. Tesina, Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Licenciatura en agronegocios internacionales, 116 p.
- Ruiz-González RO y Victorino-Ramírez L. (2014). Respuesta del policultivo jamaica-frijol-maíz a tres tratamientos de fertilización en Villaflores, Chiapas, México. Ra Ximhai (10) 6: 45-53.

- SIAP (2017) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sistema de Información Agropecuaria. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> Fecha de consulta: 10 de Febrero de 2021.
- Serrano A. V. (2008) Algunas características del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en la Costa de Oaxaca. INIFAP. SAGARPA. Folleto Técnico Núm. 14. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oax., México. 51 p.
- SAS, Statistical Analysis System (SAS Institute). (2003). SAS/STAT User's Guide Release 9.1 ed, Cary, NC, USA.

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UNA PASTA DE AGUACATE CRIOLLO (*Persea americana* Mill) ELABORADA CON DIFERENTES ANTIOXIDANTES

Dulce Maria Aguilar Torres^{1,2}, M.G. Herrera-Hernández^{1*}, S.H. Guzmán-Maldonado¹, C. Domínguez-Campos² y G. Medina-Ramos²

¹INIFAP Campo Experimental Bajío. Km6.5 Carr. Celaya San Miguel Allende Celaya, Gto. ²Universidad Politécnica de Guanajuato. Av. Universidad Norte s/n Juan Alonso de Cortazar, Guanajuato. *Autor de correspondencia: herrera.guadalupe@inifap.gob.mx

RESUMEN

El aguacate pertenece a la familia de las Lauráceas, este fruto es utilizado en la industria para la elaboración de productos alimenticios el más famoso conocido como “guacamole”. Sin embargo, este producto se elabora principalmente con la variedad Hass y no con aguacate criollo. Durante la elaboración del guacamole el pardeamiento enzimático que se presenta una vez que sus compuestos fenólicos entran en contacto con el oxígeno y la enzima polifenoloxidasas provoca que éstos compuestos se oxiden y tenga un color desagradable. Por tal motivo, se realizó un estudio evaluando varios tratamientos con diferentes antioxidantes naturales y comerciales, así como diferentes temperaturas de almacenamiento y tipos de envasado para comparar su efectividad contra la oxidación de la pasta midiendo la diferencia neta de color (ΔE). De los tratamientos aquí evaluados se encontró que los factores que más influyen es el tipo de envasado y la temperatura de almacenamiento.

Palabras clave: *antioxidante, guacamole, enzima, oxidación.*

ABSTRACT

The avocado belongs to the Lauraceae family, this fruit is used in the industry to make food products, the most famous known as “guacamole”. However, this product is made mainly with the Hass variety and not with creole avocado. During the production of guacamole, the enzymatic browning that occurs once its phenolic compounds come into contact with oxygen

and the polyphenoloxidase enzyme causes these compounds to oxidize and have an unpleasant color. For this reason, a study was conducted evaluating various treatments with different natural and commercial antioxidants, as well as different storage temperatures and types of packaging to compare their effectiveness against pasta oxidation by measuring the net color difference (ΔE). Of the treatments evaluated here, it was found that the most influencing factors are the type of packaging and the storage temperature.

Keywords: *antioxidant, guacamole, enzyme, oxidation.*

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con la mayor diversidad de aguacate nativo silvestre, conocido comúnmente como aguacate criollo. El aguacate criollo pertenece a la especie *Persea americana* y presenta una gran cantidad de tipos diferentes. Esta diversidad en el aguacate criollo proviene de fuentes distintas de árboles nativos y cultivares selectos reproducidos asexualmente, en los cuales, el sabor y los valores nutritivos varían según el tipo ecológico (1). Además, algunos tipos de aguacate son una mezcla de las tres razas existentes: Mexicana, Guatemalteca y Antillana, debido a la introducción en nuestro país de las dos últimas. Hoy en día, se denomina aguacate criollo aquel aguacate que se originó en la localidad y que ha sido conservado y protegido por los pobladores. La producción de este aguacate en las comunidades de destina principalmente para el autoconsumo y en menor cantidad, se comercializa en los mercados de la localidad. Se puede encontrar aguacate criollo en Puebla, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí, Nayarit y Guanajuato. En Guanajuato existe la mayor variabilidad de aguacate criollo ya que se han identificado al menos 300 tipos diferentes (2).

El puré de aguacate congelado ha sido el que ha tenido un mayor volumen de producción al ser utilizado como base para productos untables constituyendo la base del Guacamole. Uno de los factores más importantes en la producción de pulpa de aguacate es prevenir el oscurecimiento. Se han intentado utilizar varios métodos para evitar este problema como la ampliación de calor, modificar el pH de la pasta y la adición de inhibidores de estas enzimas (3). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de varios antioxidantes sobre el oscurecimiento de una pasta elaborada con aguacate criollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los aguacates empleados para elaborar la pasta se obtuvieron de la sociedad de productores de aguacates de Comonfort y la región del municipio de Comonfort, Guanajuato. Los aguacates fueron lavados y se separó la cascara la pulpa y el hueso. La pulpa fue almacenada a -80°C hasta su utilización para elaborar la pasta. Al hueso se le retiró la piel y ésta se congeló a -20°C para su posterior liofilización. La piel del hueso liofilizada se molió y almaceno a -20°C y se utilizó para obtener un extracto para utilizarlo como antioxidantes en la elaboración de la pasta de aguacate. De acuerdo a los estudios previos reportados por Sánchez-Martínez 2020 (4), el extracto de piel de hueso se realizó con una solución etanol-agua (70:30 v/v), y la proporción adicionada a la pasta fue 1:10.

Para la preparación de la pasta de aguacate criollo se utilizaron varios tratamientos los cuales se partió de la pulpa de aguacate molida. De acuerdo a la cantidad de pulpa requerida para los tratamientos, esta fue descongelada y pesada y se colocó en un procesador de alimentos (NutriBullet). El diseño de tratamientos realizado fue en bloques completos al azar con un arreglo factorial (5x3x3), los factores fueron: A) Antioxidante utilizado, B) Temperatura de almacenamiento (ambiente, refrigeración y congelación, C) Envasado (al vacío con cebolla, sin vacío con cebolla, al vacío sin cebolla). Al momento de preparar las formulaciones se midió el color de las muestras utilizando la escala CIE Lab, se registraron los parámetros L^* , a^* y b^* . Después de 7 días de tratamiento se midieron nuevamente los parámetros de color y se calculó la diferencia neta de color ΔE (5) entre la coloración inicial y la final. El análisis de los datos se

realizó con el software Minitab® 2020 y se realizó la prueba de comparación de medias Tukey con $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el estudio se realizó también la prueba de los tratamientos envasados sin vacío, pero al día siguiente ya se encontraban oxidadas totalmente las muestras (Figura 1). Para el caso de las muestras almacenadas al vacío esto no sucedió ya que después de siete días de almacenamiento tanto en refrigeración y congelación las muestras presentaban poca oxidación (Figura A B y C)



Figura 1. **A)** Muestras después de un día de preparación en refrigeración. **B)** Muestras envasadas al vacío después de siete días en refrigeración. **C)** Muestras almacenadas al vacío después de siete días en congelación.

Al realizar el análisis estadístico se observó que dentro los efectos por factor los que mayores efectos mostraron fueron la temperatura y el envasado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del factor A a través de todos los valores experimentales (factores B y C) sobre la diferencia neta de color

Factor	Niveles	Diferencia neta de color (ΔE)
A	Ac. Cítrico	8.34 ± 2.77 a
	Ac. Ascórbico	7.45 ± 4.1 a
	Extracto piel de hueso	9.67 ± 3.90 a
	Ac. Cítrico + Extracto	9.67 ± 3.30 a
	Ac. Ascórbico+Extracto	9.11 ± 2.4 a
B	Ambiente	10.23 ± 3.73 a
	Refrigeración	8.80 ± 3.21 ab
	Congelación	7.50 ± 2.80 b
C	Con vacío con cebolla	6.88 ± 2.5 c
	Sin vacío con cebolla	11.33 ± 3.88 a
	Con vacío sin cebolla	8.34 ± 2.0 b

Medias con la misma letra en la misma columna dentro de cada factor son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha=0.05$)

Se pudo observar que el tipo de envasado es uno de los factores determinantes ya que presentó las mayores diferencias, siendo el envasado si vacío el que mayor diferencia de color después de siete días. Este resultado era de esperarse ya que el pardeamiento enzimático (oxidación) se presenta una vez que los compuestos fenólicos entran en contacto con el oxígeno y la enzima polifenoloxidasas (6).

También se encontró que la presencia de cebolla es significativa en los tratamientos ya que al envasarse las muestras al vacío y al contener cebolla la pasta se observó la menor diferencia de color. Para el caso del factor temperatura no se observaron diferencias significativas entre refrigeración y congelación, siendo la temperatura ambiente la que mayor diferencia presentó con un valor de 10.23, sólo un punto por debajo del envasado sin vacío.

Por otro lado, en los antioxidantes empleados no se presentaron diferencias significativas entre ellos, cabe mencionar que las muestras que presentaron menor ΔE de manera individual fue la muestra de ácido ascórbico 0.5% elaborada con cebolla, envasada al vacío y refrigerada, la cual presentó un valor de $\Delta E = 4.6$, seguida del extracto de piel del hueso en las mismas condiciones, pero almacenado a temperatura ambiente con un valor de $\Delta E = 5.8$.

CONCLUSIONES

En la elaboración de pasta de aguacate criollo el factor que mayor influye en el oscurecimiento es el envasado, siendo más recomendable que se haga al vacío y dado que no se presentaron diferencias entre almacenar en refrigeración o congelación, se recomienda la refrigeración. A pesar que no se encontraron diferencias entre los antioxidantes empleados continúan los estudios ya que algunos de ellos ayudan a evitar la fermentación en la muestra.

Agradecimientos

Los resultados aquí presentados forman parte del proyecto titulado “Estudio de la diversidad genética, caracterización e industrialización de aguacates criollos de Guanajuato y Nayarit” financiado por INIFAP.

LITERATURA CITADA

1. E. Acosta-Díaz, I. Hernández-Torres e I. H. Almeyda-León, “Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León, México: región sur”, Revista Mex. Cien. Agric., Vol. 3, 2, 2012, pp. 245-257.
2. S. H. Guzmán-Maldonado, M. G. Herrera-Hernández y J. L. Pons-Hernández, “Origen, problemática y características del aguacate criollo”, Desplegable Técnico (INIFAP, Celaya, México, 2020), pp. 2. En prensa.
3. L. S. Vanini, A. Kwiatkowski and E. Clemente, “Polyphenoloxidase and peroxidase in avocado pulp (Persea americana Mill.),” Cien. Tecnol. Alimentos Campinas Vol. 30, 2, 2010, pp. 525-531.
4. H. Sánchez Martínez. Estudio de la diversidad y caracterización del contenido fitoquímico y capacidad antioxidante del aguacate criollo (Persea americana Mill) para su uso como antioxidante en pasta de aguacate). 2020 Tesis de Licenciatura. Universidad Politécnica de Guanajuato
5. J. A Barreiro, M Milano, and AJ. Sandoval. Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. J Food Engineer 33: 359–371.
6. R. C. Soliva-Fortuny, “Kinetics of polyphenoloxidase activity inhibition and browning of avocado puree preserved by combined methods,” J. Food Eng.. Vol. 55, 2, 2002, pp. 131-137.

FUENTE Y DOSIS DE FERTILIZANTE NITROGENADO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE CEBADA.

Miguel Angel Avila-Perches^{1*}, Ramón Huerta Zurita¹, Alfredo Josué Gámez Vázquez¹ y Mauro Refugio Zamora Díaz².

¹INIFAP, Campo Experimental Bajío, km 6.5 de la carretera Celaya-San Miguel de Allende, C. P. 38010, Roque, Celaya, Gto. ²INIFAP, Campo Experimental Valle de México, km. 13.5 de la carretera Los Reyes-Texcoco, C. P. 56250, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México.

*Autor de correspondencia: avila.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El estudio se realizó en el ciclo otoño-invierno de 2019-2020 en condiciones de riego en Roque, municipio de Celaya, Guanajuato, para determinar el efecto de dos tipos de urea (convencional y de liberación controlada) y tres dosis de nitrógeno (90, 180 y 270 unidades ha⁻¹) en el rendimiento y calidad física de semilla de cuatro variedades de cebada. Los resultados obtenidos resaltan que el promedio más alto de semilla comercial, peso volumétrico y de mil semillas se obtuvo con urea convencional, además Alina presentó el más alto promedio de rendimiento de semilla y peso volumétrico, asimismo Estelar tuvo el mayor porcentaje de semilla comercial, es importante destacar que con la dosis más alta de nitrógeno hubo un ligero incremento, no significativo, en el rendimiento de semilla, por lo que no se justifica la aplicación de 270 unidades de nitrógeno ha⁻¹.

Palabras clave: *Peso volumétrico, semilla comercial*

ABSTRACT

The experiment was carried out in the 2019-2020 fall-winter cycle under irrigation conditions in Roque, municipality of Celaya, Guanajuato. The objective of this study was to determine the effects of two types of urea (conventional and controlled release) and three doses of nitrogen (90, 180 and 270 units ha⁻¹) on the yield and physical quality of seeds from four barley cultivars.

Results showed that the highest values for the parameters commercial seed, test weight, and thousand kernel weights were obtained with conventional urea. Alina showed the highest seed yields and test weights, whereas Estelar had the highest commercial seed values. It is important to note that the highest nitrogen dose resulted in a slightly but non-significant increase of seed yield, which suggests that the application of 270 nitrogen units ha^{-1} is not justified.

Key words: *Test weight, commercial seed.*

INTRODUCCIÓN

En México se establecieron cerca de 367,000 ha con cebada en 2019 y se cosecharon más de 964,000 t, de las cuales el 57 % se producen en temporal durante el ciclo primavera-verano y el 43 % se obtienen en riego en el otoño-invierno. Los principales estados productores son Guanajuato e Hidalgo, en donde se cosechan alrededor del 36 y 21 % respectivamente, de la producción nacional (SIAP, 2021).

El nitrógeno (N) es el elemento más limitante para la producción de cereales porque contribuye a la acumulación de biomasa, forma la molécula de clorofila y participa del balance nutricional de la planta, la urea es el fertilizante nitrogenado de mayor uso a nivel mundial, sin embargo, se ha reportado una baja eficiencia en el uso del N por parte de los cereales cuando se utiliza urea como fertilizante, una de las alternativas para reducir la pérdida del N proveniente de la urea y mejorar la eficiencia en el uso de N, es la aplicación de fertilizantes nitrogenados de lenta liberación (Lema *et al.*, 2017)

La calidad de la semilla está determinada por un conjunto de atributos que colaboran en el establecimiento y desarrollo de las plantas en el campo, en donde la calidad genética, física, sanitaria y fisiológica juega un papel importante. La calidad física incluye aspectos tales como: pureza analítica, contenido de humedad, tamaño, peso y color. El tamaño y peso son indicadores de la excelencia de la simiente, ya que un cultivo sujeto a condiciones ambientales adversas presentará una disminución en su peso volumétrico o de 1000 semillas (Copeland y McDonald, 1995).

Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de dos tipos de urea (convencional y de liberación controlada) y tres dosis de fertilización nitrogenada (90, 180 y 270 unidades ha^{-1}) en el rendimiento y calidad física de semilla de cuatro variedades de cebada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó bajo condiciones de riego durante el ciclo otoño-invierno de 2019-2020, en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) localizado en Roque, municipio de Celaya, Guanajuato a $20^{\circ}32'$ de latitud norte, $100^{\circ}49'$ de longitud oeste y a una altitud de 1,752 metros sobre el nivel del mar. El suelo del lote experimental donde se realizó la evaluación de los tratamientos se clasifica como vertisol, de textura franco arcilloso, moderadamente alcalino (pH: 7.81).

El estudio se estableció con un arreglo en parcelas subdivididas en un diseño experimental de bloques al azar, en la parcela mayor se ubicaron dos fuentes N: urea convencional y de liberación controlada, mientras que en la parcela mediana se situaron tres dosis de N: 90, 180 y 270 unidades ha^{-1} , en tanto que en la parcela chica se sembraron cuatro variedades de cebada: Alina y Estelar, que fueron formadas por el INIFAP y tienen seis hileras en la espiga, además de Explorer y Metcalfe, que provienen del extranjero y presentan dos hileras en la espiga. El experimento se sembró el 26 de diciembre de 2019, con una densidad de 120 kg de semilla por ha. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 3 m de largo y 75 cm de separación sembrados a doble hilera con separación de 20 cm entre hileras, en tanto que la parcela útil fueron los dos surcos centrales de 3 m. Además del nitrógeno, en todas las unidades experimentales se aplicaron 60 unidades de P_2O_5 ha^{-1} , para lo cual se utilizó superfosfato de calcio triple, todo el fertilizante se incorporó en la siembra.

Se determinaron las siguientes variables: rendimiento de semilla (RS), la calidad física se evaluó mediante el peso volumétrico (PV) y de mil semillas (PMS) así como el porcentaje de semilla comercial (PSC). Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa

SAS, para la comparación de medias, se empleó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad, además se realizó un análisis para determinar los coeficientes de correlación de Pearson de las características evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza (Cuadro 1) detectaron diferencias significativas para el factor variedades (V) en las cuatro variables estudiadas, además el tipo de urea (TU) y la dosis de nitrógeno (DN) fueron significativos en el porcentaje de semilla comercial, en esta última característica también hubo significancia en las interacciones TU X DN y TU X V. Es importante resaltar que con base en la magnitud de sus cuadrados medios, la fuente de variación más importante fue variedades, ya que aportó el 39.8, 61.4, 75.0 y 63.9 % de la varianza total en RS, PMS, PV y PSC respectivamente, es decir que en la expresión de las características evaluadas, la variabilidad genética fue más relevante que el tipo de urea y la dosis de fertilizante nitrogenado. Además los coeficientes de variación presentaron valores menores al 17 %, lo cual es indicativo de la confiabilidad de los resultados.

Cuadro 1. Cuadrados medios y su significancia de los análisis de varianza de rendimiento y calidad física de semilla de variedades de cebada

Fuente de variación	Rendimiento de semilla	Peso de mil semillas	Peso volumétrico	Semilla comercial
Tipo de urea (TU)	25088.0	4.9	9.5	39.3**
Dosis de nitrógeno (DN)	2023790.2	3.6	3.8	15.3*
Variedad (V)	4745770.6*	32.1**	77.0**	194.5**
TU X DN	151562.6	2.4	0.5	19.8**
TU X V	3593737.5	7.5	4.2	30.8**
DN X V	1389877.3	1.8	7.7	4.5
TU X DN X V	792169.4	3.1	1.1	10.2
C. V. ¹ (%)	16.7	3.9	2.1	2.2

¹C. V.: Coeficiente de variación.

* y **: Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

El mayor PV se obtuvo con urea convencional (Cuadro 2), además conforme se aumenta la dosis de nitrógeno (DN), disminuye el porcentaje de semilla comercial. No obstante que, al aumentar la DN, se obtuvo un incremento en RS, las diferencias no son significativas, lo anterior coincide con Báez et al. (2012) en el sentido de que aplicar mayor cantidad de fertilizante es innecesario y además aumenta los costos de producción.

Alina presentó el mayor RS, asimismo esta variedad y Metcalfe tuvieron el más alto PV. Estelar mostró el mayor PSC, además este cultivar y Explorer presentaron el más alto PMS (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento y calidad física de semilla de cuatro variedades de cebada evaluadas con dos fuentes y tres dosis de nitrógeno.

Factor de estudio	Rendimiento de semilla (kg ha ⁻¹)	Peso de mil semillas (g)	Peso volumétrico (kg hL ⁻¹)	Semilla comercial (%)
<u>Tipo de urea</u>				
Convencional	7,024.4	43.1	66.7	92.5
Liberación cont.	6,987.1	42.5	65.9	91.0
DMS*	2,038.0	2.3	0.2	1.5
<u>Unidades de nitrógeno ha⁻¹</u>				
90	6,683.3	43.2	66.1	92.6
180	7,087.3	42.6	66.8	91.7
270	7,246.7	42.5	66.0	91.0
DMS	814.5	0.8	0.8	1.4
<u>Variedad</u>				
Alina	7,700.4	41.3	67.7	91.5
Estelar	6,912.0	43.3	66.5	95.9
Explorer	6,461.3	44.4	63.3	87.8
Metcalfe	6,949.3	42.2	67.7	91.8
DMS	794.1	1.1	0.9	1.3

*DMS: Diferencia mínima significativa

Se detectó (Cuadro 3) correlación positiva del rendimiento de semilla con el peso volumétrico, además este último se asoció con el porcentaje de semilla comercial, la asociación de RS y PV también fue reportada por Shrimali *et al.* (2017).

Cuadro 3. Valores de correlación entre las variables estudiadas.

	RS	PMS	PV	PSC
RS	1.00	-0.18	0.57**	0.11
PMS		1.00	-0.13	0.15
PV			1.00	0.48**
PSC				1.00

**Significancia al 0.01 de probabilidad

CONCLUSIONES

- Alina presentó el mayor rendimiento de semilla y peso volumétrico.
- Estelar mostró el más alto porcentaje de semilla comercial.
- El rendimiento de semillas se asoció positivamente con el peso volumétrico
- No se justifica la aplicación de 270 unidades de nitrógeno ha⁻¹.

LITERATURA CITADA

- Báez P. A., J. M. Arreola T., B. Triomphe, A. Bautista C. y P. de J. Licea M. 2012. Implementación de la siembra directa para producción de cebada maltera en el estado de Guanajuato. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(8): 1509-1519.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1995. Principles of seed science and technology. Third edition. Kluwer Academic Publishers. U. S. A.
- Lema A. A. C., E. R. Basantes M. y J. L. Pantoja G. 2017. Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. Agron. Mesoam. 28(1): 97-112.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2021. Consultado en: www.gob.mx/siap
- Shrimali J., A.S. Shekhawat and S. Kumari. 2017. Correlation and path analysis studies in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under normal and limited moisture conditions. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci 6(8): 1850-1856

REALIDAD VIRTUAL COMO ALTERNATIVA EN EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA.

Cano G.G.V. ¹; Salazar C.J.A.²; Salazar C.J.R.³; Vazquez D.L.P.⁴

¹Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México. Correo: gcanog@chapingo.mx ²Centro de Investigación en Computación. Instituto Politécnico Nacional. Correo: juansalazar1810@hotmail.com. ³Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Correo: garbagenvironment@yahoo.com.mx. ⁴Ejido de Tiltepec, Municipio de Jiquipilas, Chiapas. Correo: laura-pvd@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La realidad virtual (RV) es la proyección o simulación de 360⁰ de ambientes y de mecanismos sensoriales a través de sistemas de cómputo que permiten al usuario activar sus sentidos e interactuar como si estuviera en un entorno real. Se considera que es no inmersiva cuando el participante explora esos ambientes apoyados en dispositivos de cómputo como ratones, teclados, tarjetas de sonido y bocinas. Si el usuario dispone de monitores, proyectores de gran formato o dispositivos como cascos, visores con visión estereoscópica, sonido estereofónico y sensores de movimiento se habla de RV inmersiva, lo cuales proporcionan un efecto de profundidad mas realista. [1]

El uso de estas tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje continúa diversificándose de manera exponencial; basta observar los contenidos creados para el caso de la agronomía, medicina, arquitectura, artes, por mencionar algunos. En el campo de la enseñanza agrícola es posible obtener información por medio de imágenes, video o a través de sensaciones táctiles, complementado con avances tecnológicos como el big data, y modelos de simulación que permitan suplir las prácticas en campo presenciales que se vieron afectadas por la pandemia (Covid-19).

Palabras Claves: *realidad virtual; enfoque tecnológico; labranza cero; vitrinas Tecnológicas.*

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Ejido Tiltepec, Municipio de Jiquipilas Chiapas (Figura 1). Esta investigación forma parte del Proyecto Manejo Integral de Microcuencas en coordinación con Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) – Ocozocoautla quien junto con los ejidatarios de la región se puso en marcha la Vitrina Tecnológica de Agricultura de Conservación, bajo la visión de la recarbonización del suelo, en la cual se sembraron en una superficie de 3 hectáreas, 13 biotipos de maíz y 3 de frijol, además de *canavalia* (*Fabaceae*) y *cratylia argentea* intercalados entre surcos, siendo unos de los objetivos el comenzar a evaluar la producción de contenidos de realidad virtual (Figura 2).



Figura1. Tiltepec, Municipio de Jiquipilas Chiapas Figura2. Parcela demostrativa, Tiltepec Chiapas

Los contenidos generados se obtuvieron mediante el uso de una cámara 360° CAM, los cuales se dividieron en dos etapas: la primera fue mostrar el proceso de siembra labranza cero desde el punto de vista de realidad virtual, mientras que la segunda consistió en observar el crecimiento de maíz en asociación con canavalia, durante los dos primeros meses de su desarrollo fenológico.

RESULTADOS

El proceso de enseñanza por parte de los productores tuvo un doble propósito, ya que no solo se les mostro la técnica de siembra, sino que también fue posible presentarles el primer contenido de realidad virtual para la comunidad, el cual, pudo ser observado por los ejidatarios además que fue posible notar claramente los daños originados por la plaga del gusano cogollero en sus primeras etapas, siendo la calidad informativa como si fuera en tiempo real. (Figura 3)



Figura3. Contenido 360° generado en el ejido Tiltepec, Chiapas

CONCLUSIONES

Si bien los contenidos de realidad virtual fueron diseñados por un equipo multidisciplinario de la Universidad Autónoma Chapingo, es importante mencionar que estos fueron ser creados desde un enfoque integral y participativo por parte de los ejidatarios de la comunidad.

Si bien aún falta trabajar tanto la parte de programación como el manejo de los ruidos externos como luminosidad, sonidos, entre otros, se cumplió el objetivo de crear en el usuario la sensación de estar inmerso en el campo donde se llevó a cabo la siembra, dejando en ellos un aprendizaje innovador.

Por último, se van a seguir haciendo experimentos agrícolas usando la realidad virtual, para seguir capacitando a los interesados en este enfoque tecnológico, utilizado en varios sectores productivos.

LITERATURA CITADA

- [1] Cárdenas Guzmán Guillermo, (AÑO) Entre la ilusión y la realidad (virtual), revista ¿Cómo ves? UNAM. <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/222/entre-la-ilusion-y-la-realidad-virtual>
- [2] Olguín C. M.; Rivera Z, I., & Pozas Q., O. (2008). Desarrollo de un Sistema Inmersivo de Realidad Virtual basado en Cabina Multipersonal y Camino sin Fin. *Polibits*, (37), 79-82. Recuperado en 24 de octubre de 2021.

RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa*) MEDIANTE EL EMPLEO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS SISTEMICOS

Citlali Tierrafría Medina^{1,2}, Francisco Paúl Gámez Vázquez³, Cesar Aguirre Mancilla⁴, Gerardo Armando Aguado Santacruz^{2,3*}

¹Universidad Politécnica de Guanajuato en Cortázar, Depto. Ing. Biotecnología, Avenida Universidad Sur #1001, Comunidad Juan Alonso, C.P. 38496, Cortázar, Guanajuato, México. ²BIOqualitum. Oriente 7 #158, Ciudad Industrial, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México. ³Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México. ⁴Tecnológico Nacional de México/I.T. Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas Km. 8, Celaya, Guanajuato 38110, México. *Autor de correspondencia: gaguados@gmail.com

RESUMEN

La cebolla es uno de los productos agrícolas más comercializados a nivel mundial ocupando el segundo lugar en producción solo después del tomate. En el presente trabajo se evaluó la producción y rentabilidad del empleo de productos biológicos sistémicos en el cultivo de cebolla. Para demostrar la viabilidad del uso de productos biológicos en el cultivo de cebolla se aplicaron los productos BactoCROP-TH y Trichonator en una parcela ubicada en San Juan de la Vega, Mpo. de Celaya Guanajuato, México. La variedad de cebolla empleada para la evaluación del cultivo fue 'Carta Blanca', en una superficie de siembra de 4.5 hectáreas, de las cuales a 1.5 ha se les aplicó el tratamiento con los productos biológicos sistémicos, de forma adicional al manejo convencional que empleaba el agricultor; 3 ha se sembraron de modo convencional. El tratamiento inicial se realizó sumergiendo las plántulas de cebolla en 1.5 kg de BactoCROP-TH y 0.5 kg de Trichonator (previamente disueltos en 50 litros de agua), antes de ser trasplantadas a campo. Posteriormente se llevaron a cabo dos aplicaciones más de manera foliar utilizando las mismas cantidades de los productos, pero disolviéndolos en 200 L de agua para ser asperjados en las plantas. La cosecha del cultivo de cebolla indicó que con el manejo convencional del cultivo se obtuvo un rendimiento de 37.15 t/ha, mientras que la aplicación de los productos biológicos sistémicos resultó en la obtención de 63.3 t/ha de

cebolla. Esto arroja una diferencia de 26.15 t/ha (*i.e.*, un 70.4% de incremento) en la producción total del cultivo a favor del uso de los productos biológicos sistémicos.

Palabras clave: *Cebolla, biofertilizante, plagas, rentabilidad.*

ABSTRACT

Onion is one of the most marketed agricultural products worldwide, occupying second place in production only after tomato. In the present work, the production and profitability of the use of systemic biological products in onion cultivation was evaluated. To demonstrate the viability of the use of biological products in onion cultivation, BactoCROP-TH and Trichonator were applied in a plot located in San Juan de la Vega, Celaya, Guanajuato, México. The onion variety used for the evaluation was 'Carta Blanca', which was grown on 4.5 hectares, from which 1.5 hectares were treated with the biological products in addition to the farmer's management, while 3 hectares were planted conventionally. The treatment started by submerging the onion seedlings in 1.5 kg of BactoCROP-TH and 0.5 kg of Trichonator (previously dissolved in 50 liters of water), before being transplanted to the field, and then two more foliar applications were carried out using the same quantities of the products, but dissolving them in 200 L of water to be sprayed foliarly on the plants. After crop harvest, the yield obtained under the conventional management was 37.15 t/ha, while that obtained with the biotechnology package was 63.3 t/ha, which represents a difference of 26.15 t/ha (*i.e.*, a 70.39% increase) in total crop production in favor of the plot treated with the systemic biological products.

Key words: *onion, biofertilizer, pests, profitability.*

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) perteneciente a la familia de las Liliáceas y ocupa el segundo lugar en la producción agrícola a nivel mundial después del tomate. Es uno de los cultivos de hortalizas más producidos, consumidos e importantes en la alimentación humana por su alto contenido de vitaminas A, B y C, sales minerales como Ca, K, Na, P, S y Fe, además de poseer un elevado contenido de yodo. Cuenta con gran diversidad genética adaptable a diferentes condiciones agroclimáticas lo cual hace de este cultivo un producto que puede ser adaptado a muchas zonas en el país (Torres, 2017). De acuerdo con Lima (2019) entre las enfermedades bacterianas y fúngicas más comunes de la cebolla encontramos el mildiu de la cebolla (*Peronospora schleideni* Ung.), carbón de la cebolla (*Urocystis cepulae* Frost), podredumbre blanca (*Sclerotinia cerivorum* Berk) y chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani* Kuehn y *Fusarium* sp.). Según datos de la FAO recabados en 2019, la producción de cebolla en el mundo fue de 97 millones de toneladas, mientras que para México en el año 2020 la producción de cebolla fue de 1.4 millones de toneladas, siendo Chihuahua el principal estado productor con una participación de 21.6% de la producción nacional, seguido por Guanajuato con 14% y Zacatecas con 12.1% (PROFECO, 2021). Los productos agrobiotecnológicos se caracterizan por poseer como principal ingrediente activo microorganismos vivos o latentes, ya sean hongos, bacterias o una combinación de ambos, y tienen la propiedad de mejorar la nutrición, crecimiento y productividad de los cultivos agrícolas, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en los suelos y el ambiente (Aguado-Santacruz, 2012). Una de las mayores innovaciones en los productos agrobiológicos en la agricultura, es el uso y desarrollo de productos biológicos sistémicos, los cuales se destacan por poseer la tecnología 'Micro In' que posibilita la introducción de los microorganismos a través de los estomas de las plantas. Esta capacidad de los productos biológicos permite a los microorganismos internarse dentro de la planta y evadir variables ambientales bióticas y abióticas adversas (pH, clima, suelo y microbiota competidora, entre otros) y de este modo actuar de una manera mucho más efectiva para influir positivamente en el rendimiento, sanidad de los cultivos y, con esto, mejorar la productividad y calidad de los productos agrícolas cosechados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de los productos biológicos en el cultivo de cebolla se realizó en 4.5 hectáreas ubicadas en San Juan de la Vega, Mpo. de Celaya, Gto. a 1.5 ha se les aplicó el tratamiento con los productos biológicos sistémicos BactoCROP-TH y Trichonator, mientras que las otras 3 se sembraron considerando el manejo convencional del productor. La densidad de siembra del cultivo fue de 250,000 plántulas de cebolla por hectárea. La primera aplicación se realizó sumergiendo las 250,000 plántulas de cebolla en 1.5 kg de BactoCROP-TH y 0.5 kg de Trichonator previamente disueltos en 50 litros de agua, antes de ser trasplantadas a campo. Posteriormente se llevaron a cabo dos aplicaciones más utilizando las mismas cantidades de los productos, aunque diluidas en 200 litros de agua para ser aplicadas de manera foliar. Al final del ciclo de la cebolla se colectaron un total de 50 plantas de cebolla: 25 plantas tratadas con los productos biológicos sistémicos y 25 plantas de la parcela control. A estas plantas se les midieron las siguientes variables: altura, diámetro, peso y número de hojas. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante pruebas 't' de student ($p < 0.05$) para establecer diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados mostró diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre la parcela control, cultivada bajo el esquema convencional del productor, y aquella manejada con el paquete biotecnológico basado en los productos biológicos sistémicos. Las variables de peso y diámetro de las cebollas observaron mayores valores en las parcelas con manejo biológico, mientras que en las variables longitud y número de hojas no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$; Fig. 1).

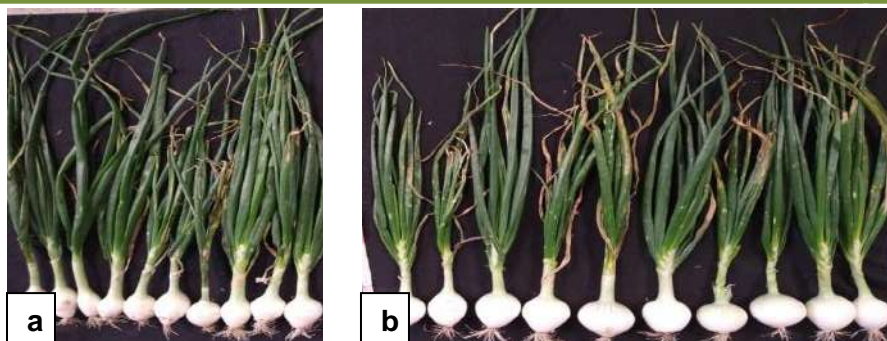


Figura 2. a) Muestras de cebolla recolectadas de la parcela control b) Muestras recolectadas de la parcela tratada con el paquete tecnológico basado en productos biológicos sistémicos.

La producción de cebolla alcanzada con el manejo convencional del productor fue de 37.15 t/ha, dato que concuerda con los rendimientos obtenidos comúnmente en cebolla (Contreras, 2016). Los rendimientos del área tratada con los productos biológicos sistémicos fueron de 63.3 t/ha. Castillo en 2019, se reportó un rendimiento de 44.8 t/ha de cebolla con un tratamiento de fertilización orgánica basado en la aplicación de bioles. La diferencia en los rendimientos obtenidos entre las dos áreas experimentales muestra un incremento de 26.15 toneladas más por hectárea a favor del tratamiento basado en el uso de productos biológicos sistémicos, lo cual representa un aumento del 70.4% en el rendimiento de la cebolla. Para calcular las ganancias económicas obtenidas mediante la aplicación del paquete biotecnológico se tomó en cuenta el valor comercial por kilogramo de producto vigente en la zona y la fecha de cosecha, el cual fue de \$14.67 por kg/cebolla. De este modo, con el manejo del paquete de los productos biológicos sistémicos se obtuvo valor de cosecha de \$928,611.00, mientras que con la siembra convencional se obtuvieron \$ 544,990.50 MXN, lo cual arroja una ganancia bruta de \$383,620.50 a favor del empleo de los productos biológicos; restando el precio de los productos biológicos y su costo de aplicación (\$9,000.00) tenemos una rentabilidad neta final de \$374,620.50 por ha.

CONCLUSIONES

Los resultados en este estudio muestran que la aplicación de los productos biológicos sistémicos aumentó en un 70% la producción de cebolla, lo cual se tradujo en una ganancia

neta extra para el productor \$383,620.50 por hectárea, rentabilidad muy por encima de la obtenida con el manejo convencional de la cebolla.

LITERATURA CITADA

- Aguado-Santacruz, G. A. (2012). Uso de microorganismos como biofertilizantes. *In*: Aguado-Santacruz, G.A. (ed). Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA. México, pp. 35-78.
- Blanco, E. (2017). Efecto de tres dosis de biol en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en el centro de Investigación y Producción-Camachi. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Del Antiplano, Facultad de ciencias agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú. 114 p.
- Castillo, B. C. A. (2019). Influencia de tres dosis de fertilización orgánica (biol) en la producción de cebolla china *Allium fistulosum* L. (Alliaceae) en condiciones del Valle de Santa Catalina. Tesis de Licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Agrónoma. Trujillo, Perú. 86 p.
- Contreras Pico, J. A. (2016). Recomendación en primera aproximación para la formulación de un plan de fertilización en cebolla bulbo (*Allium cepa*) para cinco veredas productoras del municipio de Choachí (Cundinamarca). Disertación Doctoral. Universidad de Cundimarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería Agronómica. Bogotá, Colombia. 128 p.
- FAO. 2019. FAOSTAT-Cultivo de cebolla [online]. Disponible en: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1325357/>
- Lima, U. K. (2019) Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) en el Distrito de Llave, El Callao-Puno. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Antiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú. 74 p.
- PROFECO (2021). Cebolla, que sea la única que te haga llorar. 15 de noviembre de 2021. Sitio web: <https://www.gob.mx/profeco/articulo/cebolla-que-sea-la-unica-que-te-haga-llorar?idiom=es>.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN SOLAR

Gabriel Garciabada Silva¹, Aldo Aarón Hernández Cervantes², Francisco Alejandro Martínez Marín³

Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Puerto Vallarta

¹gabriel.garciabada@vallarta.tecmm.edu.mx, ²aldo.hernandez@vallarta.tecmm.edu.mx (aldoyen@gmail.com),

³francisco.martinez@vallarta.tecmm.edu.mx

RESUMEN

El presente proyecto es una alternativa de solución ante la carencia de electricidad y de refrigeración para los alimentos de las viviendas ubicadas en zonas rurales de Puerto Vallarta. El desarrollo que se presenta a continuación incluye el diseño y la automatización del prototipo de un sistema de refrigeración que por medio de la absorción química a partir del uso de la energía solar cumple con el proceso necesario para la refrigeración de ciertos alimentos. El prototipo cuenta con un concentrador parabólico capaz de regular su velocidad para seguir la trayectoria del sol y captar la mayor cantidad de energía solar; este concentrador logra calentar una tubería de cobre a una temperatura media aproximada de 122 °C, por la cual circula agua, que por el proceso de conducción transfiere esta temperatura al sistema de refrigeración, obteniendo una temperatura de 10 °C al concluir el ciclo. El agua es recirculada por una bomba centrífuga, la cual alimenta a todo el sistema evitando pérdidas. Además, el prototipo cuenta con un panel solar que suministra tensión a un banco de baterías, las cuales alimentan toda la parte eléctrica y de control del sistema. Los resultados obtenidos dan una alternativa para la refrigeración de alimentos en zonas donde no se puede acceder a la electricidad o es imposible costearla, mediante el uso de la radiación solar, una energía renovable e inagotable.

Palabras clave: *Energía solar, refrigeración, absorción, renovable*

ABSTRAC

This project is an alternative solution to the lack of electricity and refrigeration for food in homes located in rural areas of Puerto Vallarta. The development presented below includes the design and automation of the prototype of a refrigeration system that, through chemical absorption from the use of solar energy, complies with the process necessary for the refrigeration of certain foods. The prototype has a parabolic concentrator capable of regulating its speed to follow the path of the sun and capture the greatest amount of solar energy; This concentrator manages to heat a copper pipe to an average temperature of approximately 122 °C, through which water circulates, which through the conduction process transfers this temperature to the cooling system, obtaining a temperature of 10 °C at the end of the cycle. The water is recirculated by a centrifugal pump, which feeds the entire system avoiding losses. In addition, the prototype has a solar panel that supplies voltage to a bank of batteries, which feed all the electrical and control part of the system. The results obtained provide an alternative for food refrigeration in areas where electricity cannot be accessed or cannot be paid for, through the use of solar radiation, a renewable and inexhaustible energy.

Key words: *Solar energy, cooling, absorption, renewable*

INTRODUCCIÓN

El desarrollo que se presenta a continuación incluye el diseño y la automatización del prototipo de un sistema de refrigeración que por medio de la absorción química a partir del uso de la energía solar cumple con el proceso necesario para la refrigeración de ciertos alimentos.

El prototipo cuenta con un concentrador parabólico capaz de regular su velocidad para seguir la trayectoria del sol y captar la mayor cantidad de energía solar; este concentrador logra calentar una tubería de cobre a una temperatura media aproximada de 122°C, por la cual circula agua, que por el proceso de conducción transfiere esta temperatura al sistema de refrigeración, obteniendo una temperatura de 10°C al concluir el ciclo.

El agua es recirculada por una bomba centrífuga, la cual alimenta a todo el sistema evitando pérdidas. Además, el prototipo cuenta con un panel solar que suministra tensión a un banco de baterías, las cuales alimentan toda la parte eléctrica y de control del sistema.

Los resultados obtenidos dan una alternativa para la refrigeración de alimentos en zonas agrícolas donde no se puede acceder a la electricidad o es imposible costearla, mediante el uso de la radiación solar, una energía renovable e inagotable.

Objetivo general.

Diseñar y construir un prototipo de un sistema automatizado de refrigeración solar mediante un proceso de absorción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La primera actividad que se desarrollo fue la investigación sobre los requerimientos básicos de un sistema de refrigeración por absorción. Esta actividad se llevó a la par de la investigación sobre los requerimientos básicos de un concentrador parabólico solar automatizado. El procedimiento realizado consistió en la búsqueda de información en artículos científicos, manuales, formularios y en la revisión de libros físicos y electrónicos.

Como segunda actividad se realizaron los cálculos necesarios para el diseño del sistema de refrigeración por absorción. Se utilizó un minibar el cual usa como refrigerante al amoníaco, sus dimensiones son de 662 cm x 450 cm x 505 cm. Algunos datos importantes según su manual de operaciones (2016) son:

Este sistema de refrigeración usa amoníaco-agua como solución de absorción; de manera que el agua pasa del generador, al condensador y retorna al absorbedor. En cambio, el amoníaco sigue un ciclo que comienza con el generador y condensador, pasa por la válvula de expansión y termina con el evaporador y absorbedor.

Considerando que el tubo del generador necesita recibir 65 W para su correcto funcionamiento, es necesario saber a qué temperatura debe estar el tubo del serpentín en el exterior sabiendo que esté forma un cilindro con radio exterior = 0.011m y se planea que caliente al tubo interior de radio = 0.008 m a una temperatura de 130°C, ambos tubos de cobre con $k=401 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

Suposiciones:

- La transferencia de calor es estacionaria, ya que no cambia con el tiempo.
- La conductividad térmica es constante

El desarrollo de la tercera actividad consistió en la realización de los cálculos de transferencia de calor por convección interna forzada para saber la longitud ideal del tubo del concentrador parabólico solar, la velocidad promedio y la temperatura media a la cual se debe elevar el tubo por el cual circula el agua que suministra al serpentín del sistema de refrigeración.

La cuarta actividad fue el diseño del sistema hidráulico, para el cual fue necesario saber la cantidad de agua que se necesitaría alimentar al sistema y la potencia hidráulica necesaria.

Esta quinta actividad consistió en el diseño del control para la automatización del sistema hidráulico y del concentrador parabólico solar. Para lograr que el concentrador obtenga la mayor radiación posible se pensó en las variables de entrada y salida que por medio de un programa con compuertas lógicas y operaciones matemáticas lograran un equilibrio buscando la mejor radiación en el concentrador parabólico.

La actividad seis consistió en la construcción del prototipo y como actividad final se observaron los resultados realizando pruebas en un área donde los rayos solares pudieran llegar al concentrador.



Figura 1. Construcción final con todas las partes del prototipo: sistema de refrigeración, concentrador parabólico, sistema hidráulico y control para la automatización.

RESULTADOS Y DISCUSION

La construcción de este sistema de refrigeración por absorción por medio del concentrador parabólico solar, logro una temperatura promedio de refrigeración de 10°C cuando el captador solar se encuentra a 122°C Las pruebas realizadas indican que a mayor temperatura se obtenga en el captador solar, mayor enfriamiento tendrá el frigo bar.

Como se observa en la gráfica 1, el decremento en la temperatura de enfriamiento está dado por el incremento de la temperatura obtenida en el concentrador parabólico. De manera que la temperatura de enfriamiento máxima alcanzada fue de 7.98°C y la temperatura mínima fue de 12°C , cuando el captador logró una temperatura de 134°C y 110°C respectivamente. En las pruebas realizadas se obtuvo un COP máximo de 0.3688 cuando la temperatura ambiente estuvo en 25°C , la temperatura de enfriamiento llego hasta los 7.98°C y la temperatura del

generador se mantuvo en 134°C. Por último, se analizó el rendimiento del concentrador parabólico, al generarse un cambio en la irradiación solar, se observa que, a mayor irradiación solar, mayor será el calor generado y por lo tanto el rendimiento será mejor. El mayor rendimiento obtenido ocurrió cuando la irradiación solar estuvo en 340 W/m, y la razón total de transferencia de calor fue de 437 W, con temperaturas de entrada del agua a 25°C y salida de 134°C. El control que mostro mayor eficiencia en el seguimiento de los rayos solares fue el que se programó con una diferencia de 0.5 lúmenes.

CONCLUSIONES

Se diseñó y construyó un prototipo de refrigeración solar por absorción mediante la solución amoniaco-agua, en el que se logró obtener temperaturas que están entre 7.98°C y 12°C, utilizando un intercambiador de calor que aporta al generador una temperatura entre 110°C y 134°C por medio de agua que es calentada por un captador solar. La temperatura que se alcanzó en el captador solar fue de 134°C a una radiación promedio de 336.57 W/m², siendo este un factor importante para garantizar el funcionamiento del intercambiador de calor, que inicia el proceso del sistema de refrigeración.

La capacidad de enfriamiento del sistema en las pruebas se vio afectada por el calentamiento de las paredes del frigobar, que, a pesar de estar en un área con sombra, se encontraban expuestas a una temperatura ambiente alta. La temperatura generada por la irradiación solar en el captador solar, es el factor más importante a tomar en cuenta para el rendimiento del sistema de refrigeración y del captador solar. El segundo factor que más influye en el rendimiento del sistema de refrigeración es la temperatura ambiente. En el tema del control se encontró que el concentrador parabólico sigue la irradiación solar en cuanto exista una diferencia de 0.5 lúmenes entre ambos sensores de luminosidad.

LITERATURA CITADA

- ABB. (2015). Energía solar. *ABB Review*.
- Bravo, H. (2018). Climatización de edificaciones con energía solar. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
- Cañadas-Navarro, M. E., & Torres-Guzmán, J. A. (2010). *Diseño de un refrigerador por absorción para uso didáctico*. Salvador: Universidad de el Salvador.
- Dometic Minibar. (2016). *Manual de Instrucciones. Versión de unidad libre y versiones de unidad empotrada*. Dometic.
- González Salas, C. (2014). Propuesta de un sistema de refrigeración por absorción para la climatización de edificio administrativo de la termoeléctrica de Felton. *Ciencia & Futuro*
- José-López, J. P. (2016). *Modelación de un sistema de refrigeración por absorción a bajas temperaturas para la producción de hielo*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Mercado-Calapuja, E., & Machaca Cutipa, H. (2017). *"Sistema de calefacción solar térmico controlado para mantener el confort térmico"*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Noticias ONU Cambio Climático. (20 de Julio de 2018). La falta de refrigeración y aire acondicionado amenaza la salud, la prosperidad y el clima. *Noticias ONU Cambio Climático*.
- Poza-Madrigal, A. (2016). *Grupos de bombeo actuales e innovaciones*. Valladolid: INEA.
- Rodríguez, M. (23 de Enero de 2015). *Revista Digital INESEM*. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/diferencia-sensor-transductor-captador/>
- Romero Paguay, J., & Carbonell Morales, T. (2014). Sistema de refrigeración solar por absorción para la comunidad de Kumay en Ecuador. *Energética*, 35(3).

HONGOS TRANSMITIDOS POR SEMILLA Y SU EFECTO EN LA GERMINACIÓN DE MAÍCES NATIVOS DE HIDALGO

Sarai V. Larrieta-Leonardo¹; Juan Capulín-Grande³; Juan P. Pérez Camarillo²; Lucila Del C. Hernández-Cortés³; José G. García-Rodríguez⁴; Irma Morales-Rodríguez^{3*}

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías (ICBI), Ciudad Universitaria, carretera Pachuca-Tulancingo, Km 4.5, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. ²Centro de Investigación y Desarrollo en Agrobiotecnología Alimentaria (CIDEA), Ciudad del Conocimiento y la Cultura, Boulevard Santa Catarina SN, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México. ³Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp) UAEH. Av. Universidad Km 1, Rancho Universitario, Hidalgo, Tulancingo, México. ⁴Instituto Tecnológico de Roque, Carretera Juventino Rosas-Celaya Km8 28110 Celaya, Gto. *Autor de correspondencia:

irma_morales@uaeh.edu.mx

RESUMEN

En las regiones de temporal de nuestro país, incluidas las del estado de Hidalgo, los agricultores cultivan maíz nativo (*Zea mays* L.) por los atributos culinarios, y su adaptación a las condiciones de secano. Sin embargo, los estudios relacionados con el comportamiento de estos genotipos frente a hongos patógenos transmitidos a través de semilla sana, en apariencia, han sido limitados al igual que el efecto en la germinación de la semilla. El objetivo del presente trabajo fue estudiar los maíces nativos de Atotonilco el Grande, Hidalgo aparentemente sanos, en cuanto a la incidencia de hongos patógenos transmitidos por semilla y el efecto de estos en la germinación estándar. Se evaluó la incidencia de hongos patógenos y el porcentaje de germinación estándar. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias Tukey ($p \leq 0.01$) entre los genotipos y un híbrido comercial. El genotipo Olotillo X Ancho mostro la menor incidencia de hongos patógenos y mejor germinación estándar. Esta variabilidad del germoplasma estudiado muestra un reservorio de genes valioso para los fitomejoradores.

Palabras clave: Semillas asintomáticas, fitomejoramiento, hongos fitopatógenos, maíz, razas.

ABSTRACT

In the rainfed regions of our country, including those of the state of Hidalgo, farmers cultivate native corn (*Zea mays* L.) for its culinary attributes, and its adaptation to rainfed conditions. However, studies related to the behavior of these genotypes against pathogenic fungi transmitted through healthy seed have apparently been limited, as has the effect on seed germination. The objective of the present work was to study the apparently healthy native maize of Atotonilco el Grande, Hidalgo, regarding the incidence of pathogenic fungi transmitted by seeds and their effect on standard germination. The incidence of pathogenic fungi and the percentage of standard germination were evaluated. Analysis of variance and comparison of Tukey means ($p < 0.01$) between the genotypes and a commercial hybrid were performed. The Olotillo X Ancho genotype showed the lowest incidence of pathogenic fungi and the best standard germination. This variability of the studied germplasm shows a valuable gene pool for plant breeders.

Keywords: *Maize, phytopathogenic fungi, plant breeding, races.*

INTRODUCCIÓN

En México, la superficie sembrada anualmente de maíz (*Zea mays* L.) es de alrededor de 8 millones de hectáreas, el 51 % de la producción nacional (13 millones de toneladas) se destina para la alimentación humana en forma directa como tortilla. En el estado de Hidalgo, en el año 2020 se produjeron 758,040.92 toneladas de grano, de los cuales, el 23 % correspondió a maíces nativos, producido en condiciones de temporal con un rendimiento bajo (1.3 Mg ha^{-1}) comparado con el obtenido en condiciones de riego (8.21 Mg ha^{-1}) (SIAP, 2020).

México es el centro de origen y domesticación del maíz; donde existe un alto porcentaje de poblaciones con características distintivas en cuanto a forma de mazorca, color y sabor del grano, están agrupadas en 59 razas (Bellon & Berthaud, 2004; CONABIO, 2018) y dicha diversidad de poblaciones nativas se conservan *in situ* por los productores y representa un reservorio de genes valioso para los

fitomejoradores. Este germoplasma presenta atributos gastronómicos y amplia adaptación a los ambientes locales bajo condiciones de temporal (Iuga *et al.*, 2019). No obstante, los bajos rendimientos, son ocasionados, entre otros factores a los hongos que en general son responsables del 80% de las enfermedades que padecen las plantas (Agrios, 2009; El Hussein *et al.*, 2014) y que los daños ocasionados demeritan la rentabilidad y la calidad de los productos cosechados ocasionando grandes pérdidas.

Existen estudios que se han realizado para caracterizar genotipos mejorados de maíz en cuanto al comportamiento ante enfermedades ocasionadas por hongos (Bulmaro *et al.*, 2003). También existe investigación que involucra a poblaciones nativas de México y que se ha realizado predominantemente en el Estado de México, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Guerrero y Sonora. Al respecto, Briones-Reyes *et al.* (2015) reportaron menor porcentaje de infección por *Fusarium* spp. en maíces nativos locales e introducidos de color amarillo y rojo, lo que sugiere un proceso de coevolución y coadaptación. Montiel *et al.* (2019) encontraron que las poblaciones nativas en clima templado mostraron mayor tolerancia cuando se inocularon con Teliosporas de *Ustilago Maydis*; también Ortega-Corona *et al.* (2008) reportan poblaciones nativas de Sonora que mostraron tolerancia a la roya común del maíz (*Puccinia sorghi* S.). Estos estudios están basados en síntomas de enfermedad, sin considerar la presencia en semilla sana en apariencia mediante la cual los patógenos son transmitidos; al respecto, Thomas y Buddenhagen (1980) analizaron granos de maíz sanos en apariencia recién cosechados de donde aislaron *Fusarium moniliforme* hasta en un 78% y concluyen que este puede sobrevivir hasta 15 meses después de la cosecha y Morales-Rodríguez *et al.* (2007) encontraron alta incidencia de *Fusarium* sp. en poblaciones nativas de maíz (63-86%). Por otro lado, Agapito-Amador *et al.* (2019) encontraron que la germinación de semilla de maíz azul no se ve afectada por fitopatógenos. Lo anterior evidencia que las poblaciones nativas en regiones específicas del estado de Hidalgo, esta poco explorada y caracterizada, por ello, existe la necesidad de estudiar la variación existente de los maíces nativos de Atotonilco el Grande, Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante febrero de 2019 se realizó un muestreo no probabilístico o de conveniencia (Otzen y Manterola, 2017) y pro participativo (Bellon, 2002), en el barrio de San Miguel y el ejido Tezahuapa, Atotonilco el Grande, Hidalgo. Se colectaron 30 mazorcas de cada uno de los materiales nativos que el productor selecciono para siembra. La determinación de las razas fue de acuerdo a Pérez-Camarillo *et al.* (2015) quienes determinaron las razas presentes en el estado de Hidalgo y al poster de la CONABIO (2018) donde se presentan las principales razas mexicanas de maíz. Los genotipos seleccionados fueron: tres Olotillo, Olotillo x Ancho (color blanco), Negrito, Cónico (amarillo del Barrio de San Miguel) y un Híbrido comercial. Las mazorcas se guardaron en bolsas de papel, se etiquetaron y se transportaron al laboratorio para su caracterización.

Obtención de la muestra de trabajo: en el laboratorio, de cada mazorca se tomaron los granos de cuatro hileras por tipo de material (metodología modificada de Rocha *et al.*, 2008). De esta muestra se tomaron al azar 400 semillas por material para hacer la evaluación sanitaria y de germinación.

Caracterización sanitaria. De la muestra por material, se eligieron 200 semillas sin síntomas de enfermedad repartidas en 10 repeticiones y se trabajaron mediante la prueba de papel secante y congelación (Agarwal & Sinclair, 1987). Las semillas se desinfectaron (solución de hipoclorito 1.5% más etanol 25% en proporción 3:1 y se colocaron en cámara húmeda (cajas Petri 150 x 20 mm), posteriormente, las cajas se colocaron a temperatura ambiente (19-26°C) y con luz constante por dos días, posteriormente a -20 °C por 24 h (STIEMP-491) y por último, en la primera condición por tres días y finalmente se evaluó la *Incidencia*. Las colonias fungosas desarrolladas, fueron examinadas al microscopio USB (PCE-MM200), se agruparon por color, tipo de crecimiento y desarrollo del micelio.

Identificación taxonómica. Los hongos se identificaron a nivel de género, a partir de preparaciones temporales y con ayuda del manual de Barnett & Hunter (1998).

Caracterización fisiológica (prueba de germinación estándar). Cada uno de los genotipos se sometieron a la prueba de germinación estándar (técnica “entre papel”) en cuatro repeticiones (ISTA, 2004), y cada repetición se colocó sobre papel estraza humedecido; los tacos se mantuvieron a 24 °C con luz constante (Shel-Lab-HC30R), la evaluación en porcentaje de plantas normales se realizó siete días después de la siembra.

Con los datos de las pruebas de sanidad y los de germinación estándar, se realizó la prueba de normalidad con la prueba estadística de Shapiro-Wilk, un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey $P \leq 0.05$ con el paquete estadístico PAST V.2.17 (Hammer, 2006). Los datos de germinación estándar se analizaron con el método no paramétrico de Kruskal Wallis y una U Mann Whitney $P \geq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($p \leq 0.0001$) entre los genotipos evaluados, en cuanto a sanidad y germinación, lo que demuestra la existencia de variación entre ellos. En cuanto al análisis de sanidad y germinación. Con respecto a la sanidad, a excepción del cónico, los genotipos nativos mostraron porcentajes de sanidad entre 13-62.5%. Los mayores porcentajes de infección por hongos los mostraron el híbrido comercial y el amarillo Cónico (amarillo del Barrio de San Miguel). El Olotillo x Ancho fue el que mostró la mejor sanidad (62.5%) (Cuadro 2). La incidencia de hongos patógenos también mostró diferencias en cuanto a la presencia de *Fusarium* sp. y *Acremonium* sp. $p \leq 0.0001$ pero, no para *Aspergillus*: $p \geq 0.4225$. Así el género *Fusarium* sp. mostró la mayor incidencia seguido de *Acremonium* y *Aspergillus* (1%) (Cuadro3). Thomas y Buddenhagen (1980) señalaron hasta en un 78% de infección y Morales-Rodríguez *et al.* (2007) un 63-86%. Lo anterior pudo deberse al logro de los productores, al seleccionar mazorcas y semillas sanas para la siembra, logrando así resistencia cualitativa (Carrera *et al.*, 2011) a patógenos que sugiere un efecto de coevolución y coadaptación.

Con respecto a la germinación estándar, considerando las plántulas normales, todos los genotipos mostraron un porcentaje de germinación entre 94.5 y 86.25, superiores a 85%, valor que se requiere para la certificación de semillas (FAO, 2016). Agapito-Amador *et al.* (2019) encontraron que la germinación de semilla de maíz azul no se ve afectada por fitopatógenos. Considerando las plántulas anormales también se observó diferencias significativas, no así para semillas muertas (Cuadro 2). Además, los mayores porcentajes de germinación mostrados en los genotipos con mayor incidencia de *Fusarium* sp., se puede deber a que este hongo produce fitohormonas como auxinas, citoquininas y giberelinas (Vrabka *et al.*, 2019), que desempeñan un papel clave en la germinación de semillas y su establecimiento en campo; sin embargo, las toxinas de este hongo (Fumonisin B1) a 13 μ M causan reducción de 50% en crecimiento y hasta 75% en la elongación radicular (De la Torre-Hernández *et al.*, 2014). *F. fujikuroi* (Nirenberg) es una de las especies de *Fusarium* involucradas en la pudrición de raíz, tallo y mazorca del maíz (Hernández *et al.*, 2007). *Acremonium* está asociado a pudrición del tejido

vascular y mazorca, y al mismo tiempo produce pirrocidinas A y B, que actúan como antagonistas de *A. flavus* (Link) y *F. fujikuroi* (Wicklow et al., 2008). Por otro lado, se sabe que las plantas, tienen mecanismo de defensa ante patógenos, producen metabolitos secundarios que desencadenan diferentes respuestas (Dinolfo et al., 2017). Así los hongos fitopatógenos *Fusarium* sp, *Acremonium* sp y *Aspergillus* sp, son los géneros mayormente reportados para maíz (Alaniz-Arana, 2016; Briones-Reyes et al., 2015; Ortega-Corona et al., 2008; Shehata & Raizada, 2017).

Cuadro 2. Germinación e incidencia de hongos en genotipos de maíz de Atotonilco el Grande, Hidalgo.

Genotipo	Sanidad (%)	GER (%)	PA (%)	SM (%)
G3-Olotillo x Ancho	62.50 a	86.25 b	11.50 a b	2.25 a
G2-Olotillo	49.00 ab	86.75 ab	12.00 a	3.00 a
G1-Ancho	42.50 ab	91.50 ab	9.50 b	3.25 a
G4-Negrito	31.00 bc	87.25 ab	6.25 c	2.25 a
G6-Híbrido comercial	19.50 c	94.50 ab	3.00 c	2.50 a
G5-Amarillo	13.00 c	92.75 a	4.25 c	2.00 a
C.V (%)	42.2	H: 6.76	H: 9.87	H: 3.33

GER: germinación $p \leq 0.0001$, PA: plántulas anormales $p < 0.0001$, SM: semillas muertas ($p > 0.063$).

U: valor de la Prueba de U Mann-Whitney; C.V. coeficiente de variación; valores con las mismas letras indican que son similares de acuerdo a la prueba de Tukey ≤ 0.05 (sanidad). Valores con la misma letra indica que son similares de acuerdo con la de U Mann-Whitney $p \leq 0.05$.

Cuadro 3. Incidencia de hongos fitopatógenos en genotipos de maíz de Atotonilco el Grande, Hidalgo.

Genotipo	<i>Fusarium</i>	<i>Acremonium</i>	<i>Aspergillus</i>
1-Ancho	40.50 b c	17.50 bc	0.50 a
2-Olotillo	34.00 c	12.50 bc	0.50 a
3-Olotillo x Ancho	31.00 c	7.00 c	0.00 a
4-Negrito	51.50 b c	19.00 bc	0.00 a
5-Amarillo	62.50 a b	28.50 a b	1.00 a
6- Híbrido comercial	40.00 a	44.50 a	0.00 a
C.V (%)	29.46150	66.68469	376.3863

C.V.: coeficiente de variación; valores con las mismas letras dentro de cada columna indica que son similares; Prueba de Tukey; $P < 0.05$.

Así, los análisis de calidad (fisiológica y fitosanitaria), considerando semillas sanas en apariencia, resultan ser un poderoso instrumento para caracterizar los maíces nativos, conservados *in situ* gracias a los productores que conservan características potenciales en el cultivo y permiten la accesibilidad a sus materiales para así seguir estudiándolos como una estrategia para contribuir en su futuro empleo en programas de mejoramiento genético.

CONCLUSIONES

El G3 (Olotillo x Ancho) fue el de mejor sanidad con 62.50% de semillas sanas. El género *Fusarium* fue el de mayor incidencia. La presencia de especies de *Fusarium* en semilla sana en apariencia puede tener efecto en la germinación, demostrando así la transmisión por semilla. La conservación de los maíces nativos de Atotonilco El Grande se debe a los productores que aún los siembran.

LITERATURA CITADA

- Agapito-Amador Ma. E., Ruiz-Juárez D., Gutiérrez-Rojas M. López-Sánchez M. Y. (2019). Germinación Y Calidad Fitosanitaria De La Semilla De Maíz Nativo Cultivar Azul (*Zea Mays* L.). https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2019/11/ACTA6_6Nov_opt.pdf
- Agarwal V.K. & J.B. Sinclair (1987) Principles of Seed Pathology. CRC Press. Florida, USA. 176 p.
- Alaniz-Arana E. (2016) Resistencia de variedades de maíz a *Ustilago maydis*, en dos comunidades del estado de México (Tesis: Ingeniero agrónomo industrial). UAEM. Ciudad de México, México. 48 p. <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65661>
- Barnett H. L. & B. B. Hunter (1998) Illustrated Genera of Imperfect Fungi. APS Press. Minnesota, USA. 218 p.
- Bellon M. R. & J. Berthaud (2004) Transgenic Maize and the Evolution of Landrace Diversity in Mexico. The Importance of Farmers' Behavior. Plant Physiology 134:883-888, <https://dx.doi.org/10.1104/pp.103.038331>.
https://www.researchgate.net/publication/5329558_Transgenic_Maize_and_the_Evolution_of_Landrace_Diversity_in_Mexico_The_Importance_of_Farmers'_Behavior
- Briones-Reyes D., F. Castillo-González, J. L. Chávez-Servia, V. E. Aguilar-Rincón, C. L. García de Alba & A. Ramírez-Hernández (2015) Respuesta del maíz nativo del Altiplano

- mexicano a pudrición de mazorca, bajo infección natural. *Agronomía Mesoamericana* 26:73-85, <https://dx.doi.org/10.15517/AM.V26I1.16922>
- Carrera J. A., J. Ron, J. J. Sánchez, Á. A. Jiménez, F. Márquez, L. Sahagún, J. J. Sesmas & M. Sitt (2011) Integración del Conocimiento Tradicional en el Mejoramiento de los Maíces Criollos de Michoacán. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán. Morelia, México. 102 p.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232239/Conocimiento_tradicional_maices.pdf
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2018) Proyecto global “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”.
<http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html>
- Coutino.E.B.; Salinas M.Y; Gómez M.N. y Vidal M. V.A. (2013). H-561', Nuevo híbrido de maíz resistente a pudriciones de mazorca para regiones tropicales. *Rev. fitotecnica mexicana* 36 (1), pp.85-87. ISSN 0187-7380.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000100010
- De la Torre-Hernández M. E., D. Sánchez, E. Sánchez & J. Plasencia (2014) Fumonisin- Síntesis y función en la interacción de *Fusarium verticillioides* - maíz. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 17:77-91, [https://doi.org/10.1016/s1405-888x\(14\)70321-3](https://doi.org/10.1016/s1405-888x(14)70321-3).
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=ay5Zx7sAAAAJ&citation_for_view=ay5Zx7sAAAAJ:d1gkVwhDpl0C
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016) Manual de Procedimientos para la Certificación social de Semillas. FAO. Tegucigalpa, Honduras. 28 p.
- Hammer Ø D. A. T. Harper & P. D. Ryan (2006) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:9, <https://dx.doi.org/10.1002/9780470750711>
- Hernández D.S., L.A. Reyes, M.C.A. Reyes, O.J.G García & Mayek P.N. (2007). Incidencia de hongos potencialmente toxígenos en maíz (*Zea mays* L.) almacenado y cultivado en el norte de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 25:127-133.

- ISTA, International Seed Testing Association (2004) International rules for seed testing. ISTA. Bassersdorf, CH–Switzerland. 243 p.
- Iuga M, Ávila Akerberg VD, González Martínez TM, Mironeasa S. (2019). Consumer Preferences and Sensory Profile Related to the Physico-Chemical Properties and Texture of Different Maize Tortillas Types. *Foods*. 2019; 8(11):533. <https://doi.org/10.3390/foods8110533>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/8/11/533>
- Morales-Rodríguez, I., M.J. Yáñez-Morales, H.V. Silva-Rojas, G. García-de-los-Santos, y D.A. Guzmán-de-Peña. (2007). Especies de *Fusarium* asociadas a la pudrición de la mazorca del maíz en México. (Tesis: Doctorado en Producción de semillas). Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (México). (Montecillo, Texcoco, Estado de México :)
<https://catalogo.colpos.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45036>
- Montiel Solís J.B., Hernández R. E. Berdeja R. A., Fernández S. D. M, Díaz B. B., y Y Marroquín G. J. P. (2019). Acta Fitogenética de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. 6 (1). https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2019/11/ACTA6_6Nov_opt.pdf
- Ortega-Corona A., M. J. Guerrero, O. Cota, J. M. Hernández & L. A. Peinado (2008) Proyecto FZ002: Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. CONABIO, INIFAP. Culiacán, México. 100 p.
<https://es.scribd.com/document/348883349/Informe-Final-Sinaloa-FZ002>
- Otzen T. & C. Manterola (2017) Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* 35:227-232, <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez Camarillo, J. P., Hernández Casillas, J. M., Martínez Hernández, L., Franco Ramírez, S. y E. R. Martínez Ruiz. (2015). Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008-2009. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Informe final Hidalgo SNIB-CONABIO, proyecto No. FZ016, México D.F.
http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfFZ016_Hidalgo.pdf
- Rocha, M., B. Michel, A. Juárez., A. Nava & A. Otero (2008) Manual para la toma y el manejo de muestras de maíz para la detección de OMG en campo y en laboratorio. INE, SEMARNAT. Ciudad de México. 13 p.

- Shehata H. R. & M. N. Raizada (2017). A Burkholderia endophyte of the ancient maize landrace Chapalote utilizes c-di-GMP-dependent and independent signaling to suppress diverse plant fungal pathogen targets. FEMS Microbiology Letters__364:fnx138. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx138>
- SIAP, Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera. Sierra agrícola (SIAP) (2020). <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Thomas M. D. and Buddenhagen I. W. (1980). Incidence and Persistence of *Fusarium moniliforme* in Symptomless Maize Kernels and Seedlings in Nigeria. Mycologia. 72:882-887. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00275514.1980.1202>
- Vrabka J., E. M. Niehaus, M. Münsterkötter, R. H. Proctor, D. W. Brown, O. Nováky & V. Bergougnoux (2019) Production and role of hormones during interaction of *Fusarium* species with maize (*Zea mays* L.) seedlings. Frontiers in Plant Science 9:1936, doi:10.3389/fpls.2018.01936. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30687345/>

IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE CITOPLASMA ESTÉRIL (CMS) EN LÍNEAS DE MAÍZ, PARA LA REGIÓN DEL BAJÍO GUANAJUATENSE

Gabriela Jaralillo-Landin¹, Cesar L. Aguirre-Mancilla², Jorge Covarrubias-Prieto² José L. Pons-Hernandez^{3*}.

¹Estudiante del Instituto Tecnológico de México campus Roque, ²Academicos del Instituto Tecnológico de México campus Roque, ³Investigador del INIFAP campo experimental Bajío. *Autor de correspondencia:

ponshernandezjosluis@gmail.com

RESUMEN

En México se están haciendo grandes esfuerzos para aumentar el rendimiento de grano de maíz (*Zea mays* L.), para lograrlo se efectúan investigaciones en aspectos básicos y tecnológicos en la producción de semillas de híbridos en este cultivo. Una de las prácticas cruciales y oportunas, para obtener la calidad e identidad genética de la semilla es el desespigamiento manual, este proceso requiere de 24 a 50 jornales ha⁻¹, lo que aumenta los costos de producción por esta actividad. El empleo de un mecanismo que puede facilitar la producción de semilla híbrida, es el uso de la esterilidad masculina la cual se puede determinar mediante genes nucleares (androesterilidad genética) o citoplasmáticos androesterilidad citoplásmica (CMS del inglés Cytoplasmic Male Sterility). El CMS se utiliza con éxito en la producción comercial de semillas híbridas, evitando los inconvenientes del desespigamiento manual del progenitor hembra en la formación del híbrido (Vanetovic et al., 2015). El objetivo de este trabajo fue identificar por medio de marcadores del ADN, el tipo de citoplasma estéril presente en líneas de maíz. Los resultados que se obtuvieron mediante la realización del PCR, con cebadores específicos, fue la clasificación de quince líneas de maíz en los tres tipos principales de CMS. Esto permitirá realizar cruces con los tipos de citoplasma estéril más estables.

Palabras clave: *Maíz, Desespigamiento, Esterilidad masculina citoplasmática, ADN y PCR.*

ABSTRACT

In Mexico, great efforts made to increase the yield of corn grain (*Zea mays* L.); to achieve this, research is being carried out on basic and technological aspects in the production of hybrid seeds in this crop. One of the crucial and timely practices to obtain the quality and genetic identity of the seed is manual detasseling; this process requires 24 to 50 days ha⁻¹, which increases production costs for this activity (Martínez et al. 2005). The use of a mechanism that can facilitate the production of hybrid seed is the use of male sterility, which determined by nuclear (genetic male sterility) or cytoplasmic (Cytoplasmic Male Sterility-CMS) genes. CMS used successfully in the commercial production of hybrid seeds, avoiding the inconveniences of manual detasseling of the female parent in the formation of the hybrid (Vanetovic et al., 2015). The objective of this work was to identify, by means of DNA markers, the type of sterile cytoplasm present in maize lines. The results obtained by performing the PCR, with specific primers, was the classification of fifteen maize lines in the three main types of CMS. This will allow us to make crosses with the most stable types of sterile cytoplasm.

Keywords: *Corn, Detasseling, Cytoplasmic male sterility, DNA and PCR*

INTRODUCCIÓN

La incapacidad de la planta y la falta de producción de granos de polen funcionales se conoce como esterilidad masculina. La esterilidad masculina se puede clasificarse en dos tipos: por sus genes nucleares (esterilidad masculina genética) o citoplasmáticos (esterilidad masculina citoplasmática CMS) (Vanetovi, et al., 2010). Las proteínas citoplasmáticas masculinas estériles (CMS) suelen estar codificadas por un gen mitocondrial quimérico ensamblado a partir de secuencias de ADN mitocondrial reorganizadas y contienen un dominio hidrofóbico que atraviesa la membrana. La planta CMS está mediada por interacciones nucleares-mitocondrial en el que los resultados de esterilidad de la expresión de genes mitocondriales y pueden ser restaurados por fertilidad restaurar nuclear (Rf genes). Por lo tanto, la fertilidad femenina no se ve afectada, y este método alternativo nos ofrece la ventaja de ya no remover las espigas durante el proceso de producción de semillas, llegando así a suprimir la práctica

del desespagamiento manual y/o mecánico (Eckardt, 2006). El sistema CMS es una herramienta eficaz en cultivos de autopolinización, por ello se han identificado tres tipos principales de CMS principalmente en el maíz: CMS-T (Texas), CMS-S (USDA) y CMS-C (Charrúa) (Bosacchi, *et al.*, 2015). Estas clasificaciones se correlacionan con los reordenamientos del ADN mitocondrial, descubriendo uno o más genes nucleares particulares, denominados "restauradores de la fertilidad" (Rf), que pueden rescatar CMS en diferentes niveles, como el genómico, el ARNm, las proteínas y los niveles metabólicos para cada tipo de CMS en maíz (Gabay-Laughnan, *et al.*, 2009). De estas clasificaciones, el CMS-T solo se utilizó una vez en la producción de semillas de híbridos de maíz ampliamente, antes de la década de 1970 y posteriormente se eliminó debido a la susceptibilidad que presenta al tizón sureño de la hoja del maíz, que es causada por el hongo *Helminthosporium maydis* raza T (Zheng, *et al.*, 2020). Por ello, comercialmente sólo se utilizan CMS-S que tiene en el maíz un genoma mitocondrial especialmente complejo. Por el contrario, la CMS-C, es utilizado ampliamente en la actualidad en la producción de semillas híbridas de maíz, por sus dos genes restauradores de la fertilidad (Rf4 y Rf5) (Su, *et al.*, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Bajío (CEBAJ), en el invernadero naves 3 y 4 del programa de mejoramiento genético y en el laboratorio de marcadores moleculares.

Germoplasma: Los materiales empleados en la investigación son procedentes del Programa de Mejoramiento Genético de Maíz de Temporal del INIFAP, se estudiarán ocho líneas de maíz (*Zea mays* L.), dentro de las cuales las líneas que presentan androesterilidad se clasificaron de acuerdo a su tipo de citoplasma estéril.

Pruebas de laboratorio: Se realizó un muestreo de material vegetativo en cada una de las parcelas útiles, se colectaron diez muestras de hojas jóvenes de 15 cm de largo, ya identificadas se prosiguió con la extracción del ADN, por el método del CTAB (Doyle y Doyle, 1987). Posteriormente se realizó el análisis mediante PCR para identificar la presencia de un tipo particular de citoplasma, para ello, se utilizaron tres pares de cebadores para genes mitocondriales del tipo S, C y T, de los tipos principales de androesterilidad. La mezcla de reacción (25 μ L) contenía buffer 10x, 1U Taq polimerasa, 2.5 mM dNTPs, 50 ng de muestra de ADN, 5 μ M cada cebador, 50 mM de $MgCl_2$. Los parámetros de amplificación fueron: desnaturalización inicial 94 °C/2 min, 40 ciclos: desnaturalización 94 °C/1 min; recocido 55 °C/1 min; elongación 72 °C/1.30 min; elongación final 72 °C/ 5 min. Los productos de la reacción de amplificación se visualizaron por electroforesis en un gel de agarosa al 1.5%, la cual se llevó a cabo durante 1.5 horas a una intensidad de campo eléctrico de 110 V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis por PCR, en las líneas de maíz, de las cuales se tenía el fenotipo de mostrar esterilidad en campo y como se muestra en la Figura 1, las líneas que tienen un citoplasma estéril de tipo S, C y T mostraron la presencia de un fragmento de ADN de 799 pb, 398 pb y 440pb, respectivamente

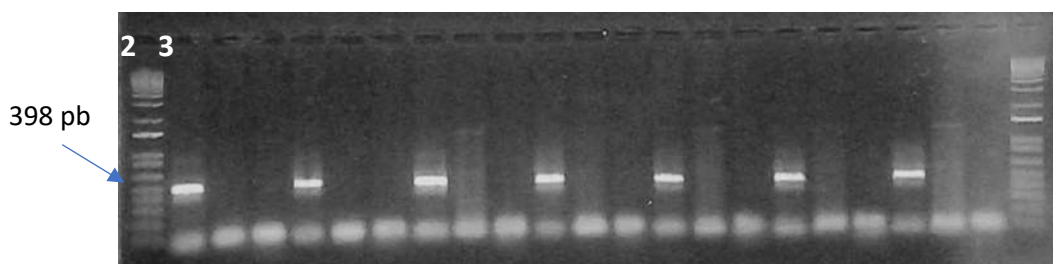


Figura 1. Amplificación por PCR de los tipos de CMS con cebadores específicos para el citoplasma C(398 pb), T (440 pb) y S (799 pb), carriles 1,2 y 3 respectivamente, en electroforesis con gel agarosa al 1.5%.

La presencia del amplicón de 398 pb identificó a las líneas con esterilidad de tipo C, como se muestra en la Figura 1.

En la tabla 1., podemos observar los materiales de acuerdo a su clasificación de tipo de citoplasma estéril a partir de las amplificaciones de ADN, de cada una de las líneas de maíz analizadas.

Tabla1. Tipos de CMS identificados de las muestras de maíz analizadas.

Genealogía	Tipo	Genealogía	Tipo
ALFREDO A3	T	A7 * CONICO NEGRO	C
A7*CMT-15YW	C	TARIMORO	C
GLASS PC/INDIAN WADEBARC	C	A3*B50	C
(GLASS PC-Y/W * CMT-15YW) * CMT-15YW	C	A7*B49	C
		A7*CMT-23YW	C

Como se presenta en la Tabla 1, de las ocho líneas de maíz empleadas el 87.5% de ellas muestran un citoplasma tipo C, mientras que para el tipo T solo un 12.5% y el citoplasma tipo S no tuvo presencia en ninguna de las líneas analizadas.

En la producción comercial de semillas híbridas de maíz es importante la identificación de los tipos CMS porque, la producción de líneas androestériles se basa actualmente en la utilización de los tipos citoplásmicos C y S principalmente y el desespigue manual y/o mecánico, puede sustituirse y con ello disminuir la posibilidad de que ocurra una autofecundación, por otra parte, se tendrá un ahorro en los costos de producción por esta práctica entre los productores de semillas. Cabe resaltar que de los tres tipos principales de androesterilidad, que se mencionaron anteriormente, el tipo C resulto estar presente en estas líneas, que en comparación con otros autores es que se emplea de manera mas comercial en la producción de semillas híbridas.

CONCLUSIÓN

La presencia de citoplasma tipo C o S en estas líneas simplificaría el desarrollo de variantes estériles necesarias en la producción de híbridos de maíz comerciales.

Se determinó que los marcadores de ADN para identificar los tipos C, T y S de esterilidad son un método rápido y fiable para clasificar las líneas de maíz, en comparación con los estudios de campo, que tienen limitaciones tanto ambientales como de tiempo.

LITERATURA CITADA

- Bosacchi, M., Gurdon, Csanad., y Maliga, P. (2015). Plastid Genotyping Reveals the Uniformity of Cytoplasmic Male Sterile-T Maize Cytoplasms. *Plant Physiology*. 169(3):2129-2137. <https://doi.org/10.1104/pp.15.01147>.
- Eckardt, Nancy A. (2006). Cytoplasmic Male Sterility and Fertility Restoration. *Plant Cell*.18(3), 515–517. <https://doi.org/10.1105/tpc.106.041830>
- Gabay-Laughnan, S., Kuzmin, E.V., Monroe, J., Roark, L., y Newton, K. J.(2009). Characterization of a Novel Thermosensitive Restorer of Fertility for Cytoplasmic Male Sterility in Maize. *Genetics*.182 (1): 91–103.
- Su, A., Song, W., Xing, J., Zhao, Y., Zhang, R., Li, C., et al. (2016). Identification of Genes Potentially Associated with the Fertility Instability of S-Type Cytoplasmic Male Sterility in Maize via Bulk Segregant RNA-Seq. *PLoS ONE*. 11(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163489>
- Vančetočić, J., Vidaković, M., Ignjatović-Micić, D. A. Nikolić, Marković K., Anđelković V. 2010. The structure of sterile cytoplasm types within a maize genebank collection. *Russ J Genet* 46: 836–840. <https://doi.org/10.1134/S1022795410070082>
- Zheng, M., Yang, T., Liu, X., Lü, G., Zhang, P., Jiang, B., Zhou, S., Lu, Y., Lan, H., Zhang, S., Li, C., Rong, T., y Cao, M. (2020). *qRf8-1*, a Novel QTL for the Fertility Restoration of Maize CMS-C Identified by QTL-seq. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 10 (7), 2457-2464. <https://doi.org/10.1534/g3.120.401192>

LA LUZ DE ALTA INTENSIDAD EMITIDA POR DIODOS GENERA VIGOR EN LA OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE PITAHAYA (*Hylocereus spp.*)

Alma Lizeth Rodríguez Moreno^{1*}; Genaro Pérez Jiménez²; Omar Galicia Salgado¹; Gabriela Hernández Hernández³

¹Universidad Politécnica de Puebla. Tercer Carril del Ejido "Serrano" s/n San Mateo Cuanalá. Juan C. Bonilla, Puebla, ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Federal México-Puebla Km 56.5. ³TecNM-Altiplano de Tlaxcala, Tlaxcala * Autor de correspondencia:

alma.rodriguez1361@uppuebla.edu.mx

RESUMEN

Los sistemas de iluminación LED actualmente son usados para la producción de plantas fuera de campo, que ofrece calidad en las plántulas mediante diferentes ensayos de iluminación. El objetivo del estudio fue obtener calidad de plántulas con el uso de espectro de luz LED. Para evaluar las respuestas se realizaron pruebas de germinación, el diseño experimental fue completamente al azar con seis repeticiones, los tratamientos fueron espectros en LED de color morado (LM), fluorescente (testigo) (LF), azul (LA), verde (LV), rojo (LR). Las variables estudio se tomaron a partir de plántulas de 180 días de germinación, las cuales fueron: peso de la planta, longitud de radícula, longitud del tallo, diámetro del tallo; espesor; peso fresco del tallo; peso cotiledones; área foliar; volumen del cactus; volumen del tallo. El análisis fue por análisis de varianza (ANOVA). Y comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$). Hubó diferencias altamente significativas, en PP, LR, LT, DT, ESPE y VT; en cambio PFT, AF, mientras que en REVARA solo se mostraron significativas de las variables estudio, se debe a la variabilidad genética intrapoblación del material, debido a que la polinización del fruto no fue controlada, además de los efectos de interacción entre los tratamientos. El cultivo con iluminación LED's modifica el crecimiento y el desarrollo fisiológico en plántulas de pitahaya. La luz LR y LV aumento la longitud del tallo LA favoreció el ancho del tallo y una rizogénesis.

Palabras claves: Germinación, Plántulas, Light emitting diode, Rizogenesis, Elongación.

ABSTRACT

LED lighting systems are currently used for the production of plants outside the field, which offers quality in the seedlings through different lighting tests. The objective of the study was to obtain seedling quality with the use of LED light spectrum. To evaluate the responses, germination tests were carried out, the experimental design was completely randomized with six repetitions, the treatments were spectra in LEDs of purple (LM), fluorescent (control) (LF), blue (LA), green (LV), red (LR). The study variables were taken from seedlings with 180 days of germination, which were: plant weight, radicle length, stem length, stem diameter; thickness; fresh stem weight; weight cotyledons; leaf area; cactus volume; stem volume. Analysis was by analysis of variance (ANOVA). And comparison of means by Tukey ($p \leq 0.05$). There were highly significant differences in PP, LR, LT, DT, ESPE and VT; on the other hand, PFT, AF, while in REVARA only the study variables were significant, it is due to the intrapopulation genetic variability of the material, because the pollination of the fruit was not controlled, in addition to the interaction effects between the t ratios. The cultivation with LED lighting modifies the growth and physiological development in pitahaya seedlings. LR and LV light increased stem length LA favored stem width and rhizogenesis.

Key words: *Germination, Seedlings, Light emitting diode, Rhizogenesis, Elongation.*

INTRODUCCIÓN

La luz es indispensable en el proceso de la fotosíntesis, crecimiento y desarrollo de plantas (Ding *et al.*, 2010). Responden a la intensidad y color de la luz (Johkan *et al.*, 2012); la producción de materia vegetal, se puede manipular por medio del ambiente de crecimiento, variables como, intensidad de luz, calidad y cantidad de luz, la temperatura y humedad (Blanco *et al.*, 2015). El cultivo *indoor* es apropiado para todo tipo de planta debido que la iluminación es a través de diodos emisores de luz (Light Emitting Diode), conocidas como luces de crecimiento y una fuente de luz artificial, para el crecimiento y la floración (Ramos y Ramírez, 2016). El objetivo es obtener calidad de plántulas de pitahaya (*Hylocereus spp.*) mediante el uso de iluminación LED, con el propósito de obtener un desarrollo eficiente en plántulas, ya

que son efectivos como fuente de radiación fotosintética, promoviendo el desarrollo y crecimiento de cualquier tipo de planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental San Martinito, Puebla. Se establecieron pruebas de germinación tal como lo sugiere la International Seed Testing (ISTA, 2019), con cinco tratamientos LED: morada (LM), azul (LA), verde (LV), rojo (LR), fluorescente (LF), con longitud de onda de 88.96, 83.03, 53.26, 56.36, 54.53, μm^{-1} respectivamente, misma que determinada por un luxómetro (Stereon®, modelo HER-408), colocando seis repeticiones por tratamiento lumínico, la cámara de germinación se mantuvo a una temperatura de $20.3 \pm 2^\circ\text{C}$, con un fotoperiodo de 16 h^{-1} luz y ocho h^{-1} de oscuridad. La toma de datos fue a partir de plántulas de 180 días de germinación, se calculó peso de la plántula (PP g), longitud de radícula (LR mm), longitud de tallo (LT mm), diámetro de tallo (DT mm); espesor (ESPE mm); peso fresco de tallo (PFT g), área foliar (AF cm^2) con la metodología propuesta por Saucedo *et al.* (2017); volumen del tallo (VT mL); relación vástago raíz REVARA con la metodología propuesta por Medina (1977). El diseño experimental fue completamente al azar, los datos obtenidos se analizaron con un análisis de varianza (ANOVA). En las variables que mostraron significancia se realizó la comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$), utilizando el programa estadístico SAS 9.4 (Statistical Analysis System, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de los datos de plántulas de pitahaya; mostró cuadrados medios con diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$), en las variables PP, LR, LT, DT, ESPE y VT; PFT, AF y REVARA fueron significativas ($p \leq 0.5$). La significancia de las variables estudio, se debe a la variabilidad genética intrapoblación del material, además de los efectos de interacción entre los tratamientos, y el comportamiento metabólico de plantas CAM, ya que muestran el aprovechamiento del agua por pérdida mínima y fotorespiración reducida (Herppich y Peckmann, 2000) en comparación a las C4 (Cushman, 2001). En cuadro 1 mostró

que el LED azul favorece PP, LR, y DT, este espectro favorece el crecimiento vegetativo de acuerdo con Massa et al.,(2008). De acuerdo con Kurilčik *et al.* (2008), en *chrysanthemum*, la luz azul y roja, tiene interacción sinérgica entre criptocromos y fitocromos (fotorreceptores del azul y rojo, respectivamente) estos pigmentos son responsables de la percepción y activación del proceso de rizogénesis y crecimiento vegetal; entre 400 y 520 nm, se encuentra el espectro de LED azul, de acuerdo a Geydan *et al.*(2005) la pitahaya se puede comportar como una planta C3. En LED verde se mostró elongación del tallo (Figura 1), VT debido a que este espectro penetra a través del dosel vegetal, sin embargo, la luz verde contiene información valiosa sobre el entorno de la planta, al guiar el crecimiento de la misma, las plantas cultivadas bajo la luz verde tienen pecíolos, entrenudos y hojas alargadas (Smith *et al.*, 2017). Una hipótesis no comprobada del efecto de luz es la producción de hormonas con efectos específicos en la elongación, división y enraizamiento.

Cuadro 1. Influencia de luz LED en pitahaya por comparación múltiple de medias por Tukey ($p \leq 0.05$).

LUZ	Variables								
	PP	LR	LT	DT	ESPE	PFT	AF	VT	REVARA
LM	0.036 a	4.16 bc	10.64 b	1 b	0.880 b	0.016 ab	0.007 a	3.86 bc	9.5 ba
LR	0.0354 b	3.62 c	22.44 a	0.98 bc	1 ab	0.018 ab	0 c	6.53 ba	8.9 b
LA	0.044 a	12.55 a	6.7 c	1.26 a	1.12 ab	0.013 bc	0.004 ba	0.67 d	7.1 b
LV	0.039 ab	3.22 c	24.33 a	0.74 c	1.26 a	0.0188 a	0.0022 bc	6.89 a	8.4 b
LF	0.028 c	6.67 b	10.21 b	1.04 ab	0.5 c	0.011 c	0.0032 bac	1.92 dc	11.77 a
DMS	0.007	2.75	2.9	0.952	0.33	0.0046	0.0042	2.83	2.6

DMS*: diferencia mínima significativa; Valores con diferente letra entre columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.5$), PP: peso de la planta; LR: longitud de radícula; LT: longitud de tallo; DT: diámetro del tallo; ESPE: espesor; PFT: peso fresco del tallo; AF: área foliar; VT: volumen del tallo; REVARA: relación vástago raíz; LM: luz morada; LR: luz roja; LA: luz azul; LV: luz verde; LF: luz fluorescente.

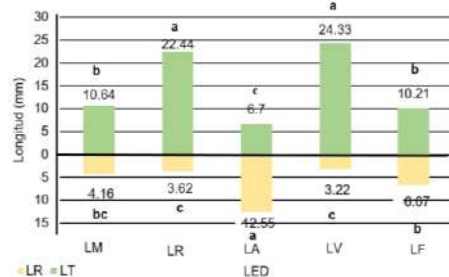


Figura 1. Longitud de tallo y raíz en plántulas de pitahaya en diferente iluminación LED.

CONCLUSIÓN

El cultivo con iluminación LED's modifica el crecimiento y el desarrollo fisiológico en plántulas de pitahaya, aumentando la longitud del tallo con LR y LV, mientras LA favorece el ancho del tallo y una rizogénesis, en continuidad a la línea de investigación del efecto de respuesta en la fisiología, se sugiere realizar mezclas entre espectros lumínicos.

LITERATURA CITADA

- Blanco Y., Afifi M. y Swanton C. 2015. Efecto de la calidad de la luz en el cultivo del maíz: una herramienta para el manejo de plantas arvenses. *Cultivos Tropicales*, 36(2): 62–71. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S025859362015000200009
- Cushman J. Crassulacean Acid Metabolism. A Plastic Photosynthetic Adaptation to Arid Environments. *Plant Physiol.* 2001; 127:1439-1448. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1540176/pdf/hw1439.pdf>
- Ding Y., He S., Teixeira S., Li G. and Tanaka M. 2010. Effects of a new light source (cold cathode fluorescent lamps) on the growth of tree peony plantlets in vitro. *Scientia Horticulturae*, 125(2), 167–169.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.03.019>
- Geydan y. y Melgarejo. (2005). Metabolismo Ácido De Las Crasuláceas. *Acta Biológica Colombiana*, 10(2), 3–15. Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v10n2/v10n2a01.pdf>

- Herppich W. and Peckmann K. Influence of Drought on Mitochondrial Activity, Photosynthesis, Nocturnal Acid Accumulation and Water Relations in the CAM Plants *Prenia sladeniana* (me-type) and *Crassula lycopodioides* (pepck-type). *Ann Bot.* 2000; 86:611-620. Disponible en:
http://www.scielo.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000134&pid=S0120548X200500020000100015&lng=pt
- Johkan M., Shoji K., Goto F., Hahida S. and Yoshihara T. 2012. Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *Lactuca sativa*. *Environmental and Experimental Botany*, 75, 128–133.
<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.08.010>
- Kurilčik A., Miklušytė C. R., Dapkūnienė S., Žilinskaitė S., Kurilčik G., Tamulaitis G. and Žukauskas A. 2008. In vitro culture of *Chrysanthemum* plantlets using light-emitting diodes, *Central European Journal of Biology*, 3(2), 161–1673(2).
<https://doi:10.2478/s11535-008-0006-9>
- Medina, E. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal (E. V. Chesneau (ed.)), Vol. 16, Número 1) Disponible en:
<https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2019/02/Medina-1977.pdf>
- Ramos G. Y. and Ramírez, L. E. 2016. Development of an artificial LED lighting system for indoor farming. *Informador Técnico*, 80(2), 111–120. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5767285>
- Ricalde M. F. y Andrade J. L. 2009. La pitahaya *Ciencia*, 38. Disponible en:
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/60_3/PDF/05-488-La-pitahaya.pdf
- Sauceda C. P., González V. A., Sánchez B. H., Saucedo R. H., Ramírez H. M. and Quintana J. G. 2017. Macf-lj , AUTOMATED METHOD FOR MEASURING COLOR AND LEAF AREA THROUGH DIGITAL IMAGES. *Agrociencia*, 51, 409–423. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140531952017000400409

MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) FLOR DE JUNIO VARIEDAD LEÓN EN TINAJA DE PASTORES GTO, CICLO 2021, CON DISTINTO TRATAMIENTO NUTRICIONAL.

Pérez Raya David¹, Tapia Villalobos Emanuel¹, Francisco Arriaga Maldonado¹, José Adiel Azuara Charnichart², Jorge Abraham Rodríguez Sandoval¹ y Cisneros López Hugo Cesar^{1*}

¹Tecnológico Nacional de México campus Roque, Km 8 carretera Celaya-J. Rosas, CP. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. ²Profesor CBTA 221, Carretera Comonfort- Neutla Km. 7.5, Loc. Neutla, CP. 38220, Comonfort, Guanajuato, México. *Autor por correspondencia: hugo.cl@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En el presente artículo se menciona el manejo agronómico con distinto tratamiento nutricional, en la temporada invierno primavera en la tinaja de pastores, Yuriria Gto. Donde se estableció la variedad de frijol flor de junio (león). El proyecto se llevó a cabo en un predio de 3 ha las cuales fueron divididas en dos partes iguales de 1.5ha para evaluar los dos tratamientos, los cuales se llevaron a cabo utilizando fertilización foliar, pero con diferentes nutrientes, en un tratamiento solo se utilizó micro y macro nutrientes, al otro tratamiento se le agregaron hormonas vegetales y aminoácidos a la mezcla de micro y macro nutrientes, el objetivo de agregar estos elementos a la mezcla, es con la finalidad de que las plantas crezcan de manera que puedan cubrir totalmente la superficie del predio, de este modo evitar que crezcan malezas en posibles espacios entre las plantas de frijol, sin embargo, además de lograr el objetivo del experimento, en los resultados obtenidos se puede apreciar un incremento en el porcentaje de producción.

Palabras Clave: *Nutrición, Fertilización foliar, Bioestimulante, estrés.*

ABSTRACT

This article mentions agronomic management with different nutritional treatment, in the winter spring season in the jar of shepherds, Yuridia Gto. Where the variety of June flower bean (lion) was established. The project was carried out in a 3 ha site which were divided into two equal parts of 1.5 ha to evaluate the two treatments, which were carried out using foliar fertilization, but with different nutrients, in one treatment only micro and macro nutrients were used, the other treatment was added plant hormones and amino acids to the mixture of micro and macro nutrients, the objective of adding these elements to the mixture, is in order that the plants grow so that they can fully cover the surface of the property, thus preventing weeds from growing in possible spaces between the bean plants, however in addition to achieving the objective of the experiment, in the results obtained you can see an increase in the percentage of production.

Keywords: *Nutrition, Foliar fertilization, Biostimulant, stress.*

INTRODUCCIÓN

El frijol es una leguminosa que constituye un alimento básico en la dieta del mexicano, y se acostumbra consumir en diversos platillos; sin embargo, la cantidad y frecuencia de su consumo ha disminuido, sobre todo en la zona urbana. Esta tendencia resulta preocupante, ya que el frijol es fuente de proteínas, carbohidratos y fibra, además de fitoquímicos; los cuales se relacionan con la prevención y tratamiento de varias de las patologías que afectan a la población de México (SADER, 2020)

El origen del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ha sido debatido, pues, para algunos, esta leguminosa es procedente de México, mientras que otros aseguran que se originó en la región andina, específicamente, en el Perú.

Con el fin de establecer la cuna del frijol, se ha utilizado herramientas diversas: arqueológicas, agronómicas, bioquímicas y moleculares, las cuales permiten determinar origen, domesticación y diversificación del frijol para obtener un análisis más completo y profundo de

las evidencias y muestras recolectadas en diferentes regiones del continente americano. Como producto de estas investigaciones, se ha establecido que el frijol es originario de México, ya que el análisis de muestras provenientes de Puebla —con, aproximadamente, 7,000 años de antigüedad— así lo ha establecido. (CONACYT, 2019)

SIAP nos muestra que el ciclo fenológico del cultivo del frijol tiene un total de 110 días, desde su siembra a su cosecha (trilla), siendo un dato relevante para comparar con el presente experimento (SIAP, 2019)

El experimento se realizó en un predio ubicado en la comunidad de Tinaja de pastores Yuriria Gto. 38940 Yuriria Gto. Latitud 20.19875699 Longitud -101.06787331.



Figura 1. Geolocalización del experimento

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se utilizó; Tractor, arado, rastra, cultivadora, sembradora, rodillo, aspersora, semilla, fertilizante, agroquímicos, trilladora.

Cuadro 3. Costo por hectárea

Actividades	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Barbecho	2000	2000
Rastreo	1000	1000
Surcado	700	700
Siembra	1000	1000
Rodillo	200	200
Escarda	700	700
Semilla	1200	1200
Fertilizante	2000	2000
Agroquímicos 1	500	300
Agroquímicos 2	1000	700
Agroquímicos 3	600	300
Agroquímicos 4	450	300
Riegos	900	900
Mano de obra	8000	8000
Arrancar	3000	3000
Renta	5000	5000
Total.	27250	26300

Se inició el día 20 de enero del año 2021 comenzando con un barbecho, esta actividad se lleva a cabo con la finalidad de voltear el suelo incorporando esquilmos además de facilitar las labores posteriores a realizar durante el ciclo del cultivo.

El día 25 de enero del año 2021, se rastreó el predio usando esta técnica de preparación 2 veces para que el suelo sea lo menos compacto posible. Después que se realizó la actividad de rastreo, se da seguimiento con la formación de camas, la medida seleccionada fue de 1.50 m.

Se inició el riego rodado el día 30 de enero del 2021 por lo que la siembra se realizó a tierra venida, debido a que la humedad del suelo era mínima el tiempo que duro el riego fue de 6 días, terminando el día 5 de febrero del 2021.

La siembra se llevó a cabo el día 17 de febrero del 2021 utilizando 60 kg/ha de semilla de frijol flor de junio variedad león, dando una densidad de siembra de 130,000 semillas/ha utilizado también como fertilizante de fondo una dosis de 200 kg/ha de mezcla física con formulación 26 – 34 – 00. Pasados 2 días después de la siembra se utilizó el rodillo, pasando sobre las camas nos permite compactar un poco más el suelo y eliminar posibles poros abiertos entre la semilla y partículas del suelo además de tener un mejor nivel en las camas lo que favorece a

una germinación más uniforme. Una buena nutrición en los cultivos, permite que las plantas se desarrollen y tengan mayor resistencia ante posibles factores donde las plantas sufran estrés, además de tener un alto potencial en rendimiento de producción.

El día 4 de marzo del 2021 se hizo la primera aplicación foliar utilizando diferente manejo en cada tratamiento. En el tratamiento 1 se utilizó: 1 L/ha de ácido fosfórico 46, 1 kg de urea 46, 350 ml/ha bionare, 24 gr/ha de gibiotin, 350 ml/ha Hormo-life, 500 ml/ha cipermetrina, 200 ml/ha de Dix. Al tratamiento 2 se le aplicó: 1 Kg de 20-30-10, 250 ml/ha de permetrina y 200 ml/ha de ader.

El día 17 de marzo del 2021 se realizó la escarda pues esta labor es importante en todos los cultivos, pues gracias a esta actividad el suelo se remueve lo que permite incorporar más oxígeno mismo que las plantas aprovechan, además de esto, la escarda permite terminar con gran parte de las malezas existentes en el predio. Un segundo riego se llevó a cabo el día 20 de marzo del 2021, mismo que se terminó el día 26 de marzo del 2021.

La segunda aplicación foliar se hizo el día 25 de marzo del 2021, utilizando en el tratamiento 1: 1 L/ha de ácido fosfórico, 1 kg de urea, 350 ml/ha bionare, 5 gr/ha de activol 40 SG, 350 ml/ha germimax, 250 ml/ha lambda cyaotrina, 1 kg/ha de terramicina y 200 ml/ha ader. Mientras que en el tratamiento 2 se usó: 1 kg/ha de PHYTO PHOST K 10-21-36, 300 ml/ha de bionare, 250 ml/ha de germimax, 1 kg/ha de terramicina y 200 ml/ha ader.

Una 3ra aplicación foliar se hizo el día 12 de abril del 2021, esta vez en el tratamiento 1 se usó: 1 L/ha de ácido fosfórico, 1 kg de urea, 350 ml/ha maxigrow, 24 gr/ha de gibiotin, 500 ml/ha cipermetrina, 500/ha germiK, 250 gr/ha carbendazim y 200 ml/ha ader. Y en el tratamiento 2 solo: 250 ml/ha de Florone.

En el mes de abril, el día 20 del 2021 se realizó un desquelite manual, por motivo que la maleza nuevamente germinó y estaba en competencia con el cultivo de frijol.

Una cuarta y última aplicación foliar se llevó a cabo el día 25 de abril del 2021, aplicando en el tratamiento 1: 350 ml/ha tebuconazole, 1 kg/ha 20 – 30 - 10, 200 ml/ha ader. La mezcla del tratamiento 2 se hizo con: 1 kg/ha de 20-30-10, 500 ml/ha de aminomex, 500 ml/ha de cipermetrina y 200 ml/ha ader.

El día 26 de abril se implementó un tercer riego pues para este tiempo, el cultivo está en etapa de reproducción, por tanto, debe estar en condiciones óptimas para tener una buena polinización y amarre de frutos.

Debido a que se utilizó diferente manejo en fertilización foliar, el tratamiento 1 llegó a la senescencia en menos tiempo que el tratamiento 2 lo que ocasiono que el frijol se arrancara en diferentes fechas, el arranque del tratamiento 1 se hizo el día 5 de mayo del 2021, pasando 8 días, se almaceno en una bodega para esperar que la otra parte estuviera en las mismas condiciones de trilla. La otra parte se arrancó el día 18 de mayo del 2021, después de esta labor, se dejó secar durante 8 días y posteriormente se cosechó.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron (Figura 1): Tratamiento 1: 84 días a cosecha, 4,500 kg/ha; Tratamiento 2: 97 días a cosecha, 3,250 kg/ha; Ambos productos fueron comprados a precio de \$19.00 kg.



Figura 1. Comparación costo/beneficio de resultados de tratamientos.

Costo/Beneficio.

En el tratamiento 1 se obtuvo un total **\$85,500/ha** al cual se le resto **\$27,250/ha** de inversión, obteniendo **\$58,250/ha** con una ganancia de **\$693.45 por día**.

En el tratamiento 2 se obtuvo un total **\$61,750/ha** al cual se le resto **\$26,300/ha** de inversión, obteniendo **\$35,450/ha** con una ganancia de **\$365.46 por día**.

Agradecimiento

Le queremos dar las gracias al Instituto Tecnológico de México campus Roque por abrirnos las puertas de su plantel educativo, de igual manera a todos los docentes que forman parte de él, pero en especial al Dr. Hugo Cesar Cisneros López por la confianza que nos ha brindado y el apoyo que nos ha dado en el transcurso de nuestra formación educativa le damos las gracias por todo su apoyo.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos además de comprobar que el objetivo del experimento fue logrado, muestran que en el **tratamiento 1**, el ciclo se recortó **26 días (23.63%)** mencionando que solo duro **84 días** desde la siembra hasta la trilla, mientras que el **tratamiento 2** llegó hasta los **97 días**, recortando solo **13 días (11.81%)** al tiempo promedio marcado por el SIAP. Cabe mencionar también que el **tratamiento 1** tuvo **mayor índice de producción** en comparativa con el manejo tradicional.

En otras palabras, se puede decir que el primer tratamiento, es una opción viable para llevar a cabo el manejo del cultivo, además de lo ya mencionado también el costo es menor en comparación con su tratamiento tradicional, tomando en cuenta que su costo benéfico es incrementado obteniendo mayor ganancia, gracias a que su ciclo fenológico fue más corto.

LITERATURA CITADA

- CONABIO. (21 de Mayo de 2009). *Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados*. Obtenido de Frijol Negro:
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21059_sg7.pdf
- CONACYT. (2019). *Ciencia y Desarrollo*. Obtenido de El frijol algo mas que proteina:
<https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=199>
- Pérez, T. 2. (15 de Enero de 2021). *GPS Fields Area Measure*. Obtenido de
<https://fams.app/shared/1637734964218/B3MbZpF2qtc3DZJJI3yn6>
- SADER. (29 de Febrero de 2020). *Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Frijol, Histotria y Sabor: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/frijol-historia-y-sabor?idiom=es>
- SIAP. (septiembre de 2019). *Aptitud agroclimática del frijol en México*. Obtenido de file:///C:/Users/hp/Downloads/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf

MICROCONTROLADOR ARDUINO DETERMINADOR DEL RIEGO EN CULTIVOS EN INVERNADERO

Ashley A. Maldonado Rodríguez¹, Porfirio R. Ruvalcaba Castillo¹, Daniel Rodríguez Mercado²; Jorge A. Rodríguez Sandoval², Ricardo Yáñez López², Luis P. Guevara Acevedo²

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Roque, ²Docentes del Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km.8, C.P. 38110, Roque, Celaya Guanajuato, México. *Autor de correspondencia: daniel.rm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

La producción bajo condiciones de invernadero ha crecido considerablemente debido a las diferentes tecnologías implementadas dentro de estos. Dichos sistemas permiten tener el control de la temperatura, la humedad entre otros factores ambientales que favorecen el desarrollo de las plantas, incrementando la calidad y los rendimientos de lo que se produce en ellos. Uno de los aspectos importantes para el éxito de este sistema de producción es el suministro de agua y nutrientes en el momento que los cultivos lo requieren por lo que implementar herramientas que permitan automatizar esta tarea, el uso de sensores que monitoreen permanentemente el nivel de humedad en el suelo como lo son los tensiómetros y un el microcontrolador que ordene el encendido del riego como lo es Arduino, en el presente trabajo se registraron las lecturas de tensiómetros electrónicos y comerciales con lo que permitió identificar el momento en que se deben ejecutar los riegos, en ensayo consistió en monitorear la humedad del suelo a 15 y 30 cm de profundidad con tensiómetros de bajo costo y a 30 cm con tensiómetros comerciales, los registros obtenidos permiten definir el momento del riego a cultivos establecidos en el suelo del invernadero de investigación del departamento de ciencias agropecuarias del Tecnológico Nacional de México en Roque.

Palabras Claves: *Arduino, Riego, Automatización, Tensiómetros.*

ABSTRACT

Production under greenhouse conditions has grown considerably due to the different technologies implemented within them. These systems allow to control temperature, humidity, among other environmental factors that favor the development of plants, increasing the quality and yields of what is produced in them. One of the important aspects for the success of this production system is the supply of water and nutrients at the time that the crops require it, so implement tools that allow automating this task, the use of sensors that permanently monitor the humidity level. on the ground, such as tensiometers and a microcontroller that orders the start of irrigation, such as Arduino, in the present work the readings of electronic and commercial tensiometers were recorded, which allowed identifying the moment when irrigation should be executed. , The test consisted of monitoring soil moisture at 15 and 30 cm depth with low-cost tensiometers and at 30 cm with commercial tensiometers, the records obtained allow defining the time of irrigation to crops established in the soil of the department's research greenhouse. of agricultural sciences of the National Technology of Mexico in Roque.

Keywords: *Arduino, Automation, Irrigation, Tensiometers.*

INTRODUCCIÓN

La tarea humana en colaboración con las organizaciones de investigación agropecuaria es dar a conocer las herramientas necesarias para cualquier sistema productivo, a través de la asistencia técnica y capacitación de agricultores y técnicos, así como brindar un mejor servicio mostrando interés de los medios a través del conocimiento técnico de la cultura para un mejor producir (Barreras, 2018). Una de las herramientas más utilizadas en esta área es el tensiómetro agrícola, que es un sensor que se utiliza para medir el esfuerzo que deben realizar las raíces de las plantas al momento de extraer la humedad del suelo, favoreciendo el ahorro del agua.

Las cosechas demandan altas temperaturas y una condición de humedad en el suelo óptima con el fin de alcanzar los mejores rendimientos, dado que en condiciones climáticas desfavorables se pueden llegar a presentar distintos problemas, como un número reducido de flores, retraso en el desarrollo de los frutos y diversos trastornos nutricionales (Futurcrop, 2020). Por este motivo la producción debe ser medida y controlada por medio de procesos rigurosos mediante herramientas tales como tensiómetros.

Actualmente en la agricultura moderna, es indispensable utilizar tensiómetros para medir la retención de agua en el suelo, gracias a esto, es posible calcular la siguiente ronda de riego en los cultivos. En el Tecnológico Nacional de México en Roque, este tipo de instrumentos se utilizan día a día, debido a que es una institución especializada en la agricultura, por tales motivos, los alumnos de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en conjunto con el Departamento de Ciencias Agropecuarias optaron por desarrollar una alternativa favorable y económica a dicha área de mejora, mediante la construcción de tensiones electrónicos, se pretende medir el consumo hídrico del cultivo de una manera eficiente y concisa para verificar si la forma del laboreo es adecuada o se debe hacer un cambio en la misma. Este trabajo describe el proceso de recolección, registro y análisis de información sobre el consumo de agua de un cultivo en condiciones de invernadero, de manera automatizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto fue realizado en el invernadero de investigación del departamento de Ciencias Agropecuarias del Tecnológico Nacional de México en Roque ubicado en Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas en Celaya Guanajuato, México 20° 31 'latitud norte, 100° 45' longitud oeste y 1765 msnm. Para determinar las curvas de pérdida de agua en los suelos se colocaron dos tensiómetros electrónicos de bajo costo a 15 y 30 cm respectivamente y un tensiómetro comercial a 30 cm, lo anterior en tres repeticiones.

Los materiales utilizados para la construcción del módulo de registro y análisis de datos para la toma de decisiones de riego fueron los siguientes: módulo sensor de humedad (FC-28), controlador (placa Arduino mega 2560), módulo lector de tarjeta SD, módulo de reloj DS 3231, placa de prueba (protoboard) y cables M-M, H-M, cables UTP, tubos de PVC de 1", tapas hembras de rosca de PVC de 1", pegamento plastiacer y espuma de poliuretano.

El sensor utilizado fue el Módulo FC-28 conocido como higrómetro, este tipo de sensor permite medir la cantidad de humedad que hay en el suelo, mediante la resistencia que se ejerce entre ambas sondas, entre mayor humedad exista en el suelo el valor registrado de conductividad es alto y entre menor humedad el valor de la conductividad es baja. Se fabricaron nueve tensiómetros, a cada una de las tapas hembras de rosca (PVC) se les hizo una ranura en el centro del mismo diámetro de largo que abarco el sensor de humedad, posteriormente se colocó pegamento entre el sensor y la tapa para un mejor soporte y resistencia. Se conectó a la otra parte de la placa que manda la señal al Arduino mediante el cableado. Cada tensiómetro se hizo con tramos de tubo PVC de 1" de 50 cm de largo, en la punta se colocó con pegamento un adaptador macho de PVC, lo que ayudo a embonar en conjunto con la tapa roscada.

El diseño del controlador consistió en una placa de Arduino mega 2560, con tres módulos para la adquisición de datos, tensiómetro electrónico, módulo de almacenamiento de datos en una memoria microSD y un módulo de reloj, todos conectados a una protoboard y de los cuales se describen su conexión a continuación: Se realizó la conexión de alimentación en GND (toma de tierra en un circuito) y VCC (suministra tensión ya sea de 3.3 o 5 volts), cada tensiómetro se conectó a los pines y VCC, para la lectura analógica en la parte de los pines ANALOG IN desde A0 hasta A8.

Para el registro de las tenciones del suelo fue necesario generar muestras del suelo a monitorear para ello se realizó una mezcla compuesta con la técnica de zic zac de la superficie del invernadero, se registraron las siguientes variables en las tres repeticiones se registraron los datos de peso del recipiente en tres momentos saturado, capacidad de campo y punto de marchites permanente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del trabajo fue un módulo que permite el registro de los valores de la tensión a la que esta retenida el agua en el suelo, se programó para que el registro del dato fuera cada 15 minutos, esto para evitar posibles riesgos de saturación de datos en el archivo de Excel, la figura 1 y 2 muestra el módulo armado.

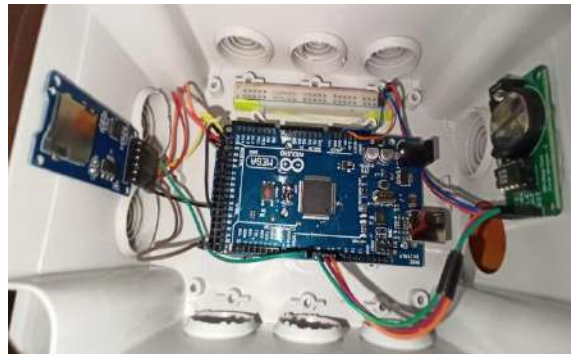


Figura 3. Arduino en caja estanca.



Figura 4. Caja estanca para protección del circuito.

Las tensiones registradas por los tensiómetros comerciales se muestran en el gráfico de la figura 3, donde se observa las curvas de pérdida de agua en el suelo a 30 cm de profundidad.

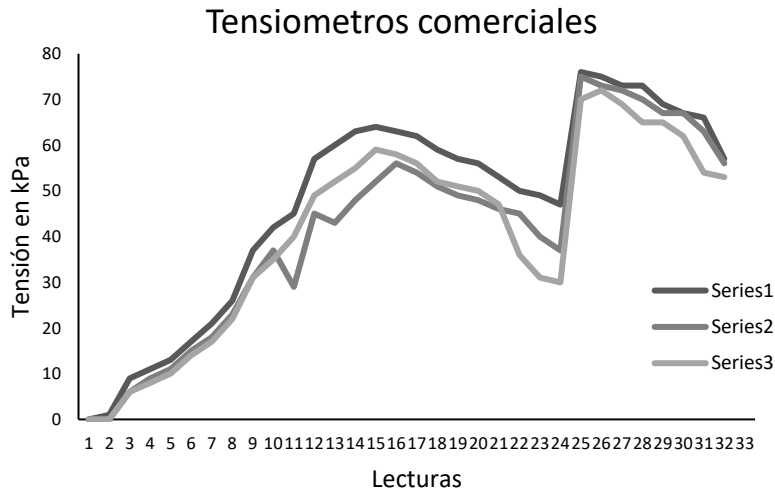


Figura 3. Curvas de perdida de agua registrado por Tensiómetros comerciales.

Las tensiones registradas por los tensiómetros electrónicos de bajo costo a 15 cm de profundidad se muestran en siguiente grafico (figura 4) donde se puede observar cómo se pierde el agua en el suelo en donde aproximadamente al mes se llega a las tensiones máximas que registra el sensor.

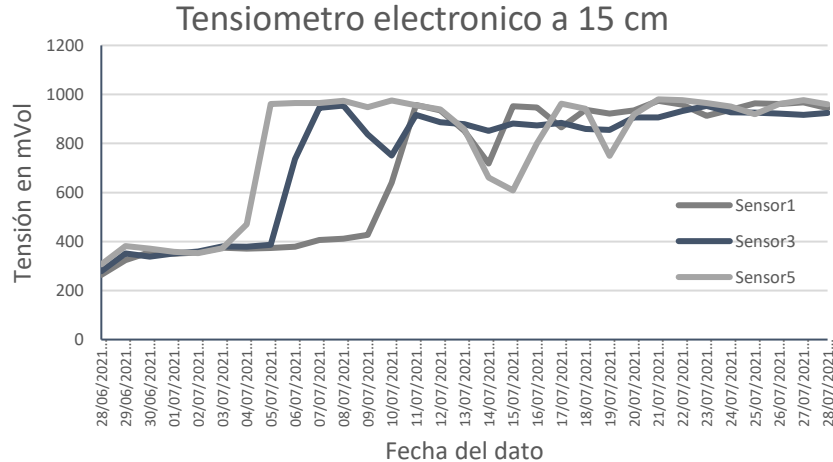


Figura 4. Perdida de agua registrado por Tensiómetros electrónicos a 15 cm.

Las tensiones registradas por los tensiómetros electrónicos de bajo costo a 30 cm de profundidad se muestran en siguiente grafico (figura 5) donde se puede observar cómo se pierde el agua en el suelo en donde aproximadamente a los 45 días se llega a las tensiones máximas que registra el sensor.

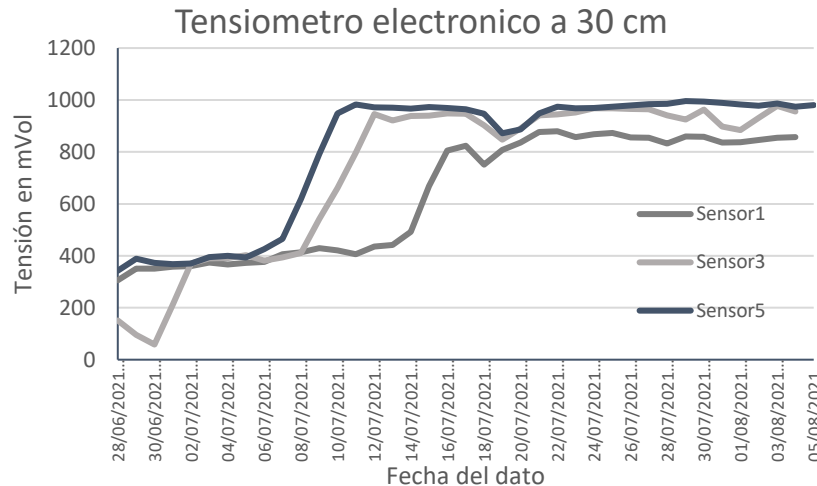


Figura 5. Perdida de agua registrado por Tensiómetros electrónicos a 30 cm.

CONCLUSIÓN

Con los datos registrados por el microcontrolador Arduino de los tensiómetros electrónicos de bajo costo, pueden determinar los momentos de riego a los cultivos establecidos el invernadero del TecNM-Roque, por lo que la hipótesis planteada en la presente investigación.

Agradecimientos

Se extiende un agradecimiento al PRODEP por el financiamiento del proyecto "DETERMINACIÓN DE CURVAS DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DEL RIEGO DE CULTIVOS BAJO INVERNADERO" al cuerpo académico BIOSISTEMAS con número de registro ITROQ-CA-07.

LITERATURA CITADA

Agrologica. (28 de Junio de 2012). *Tensiómetros; funcionamiento, instalación y caso práctico*.

Obtenido de blog.agrologica.es: <http://blog.agrologica.es/tensiometros-funcionamiento-instalacion-y-caso-practico/>

Agrotendencia. (s.f.). *La programación de riego con tensiómetros*. Obtenido de agrotendencia.tv:

<https://agrotendencia.tv/la-programacion-riego-tensiometros/>

- Barreras, I. Z. (2018). *EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN COMO ENTE PRINCIPAL DE COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, SINALOA*. Obtenido de redalyc.org:
<https://www.redalyc.org/journal/141/14156175006/html/>
- Futurcrop. (14 de 04 de 2020). *Síntomas de las necesidades nutricionales de la plantas*. Obtenido de futurcrop.com: <https://futurcrop.com/es/blog/post/sintomas-de-las-necesidades-nutricionales-de-la-plantas>
- Ma D. Fernández, F. O. (s.f.). Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español. En F. O. Ma D. Fernández, *Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español* (pág. 14). Almería: Caja Mar (Caja Rural de Almería y Málaga).

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO EN LA EMPRESA PERSIANAS ELEGANCE

Federico Calderón Munguía^{1*}, Guadalupe Ríos Ortega², Juana Cisneros García², Olga Lilian Ríos Chávez²

¹Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México Campus Apatzingán, carretera Apatzingán-Aguililla Km. 3.5, CP. 60600, Apatzingán de la Constitución, Michoacán, México. ²Estudiante de la carrera de Ingeniería en Administración del Tecnológico Nacional de México Campus Santa María del Oro, carretera a San Bernado Km. 2, Puerto Pinto, CP. 35697, Santa María del Oro, Durango, Durango, México. *Autor de correspondencia:

federicocalderon@itsa.edu.mx

RESUMEN

El plan estratégico permite dirigir a las empresas al cumplimiento de objetivos futuros con el propósito de alcanzar el éxito, la empresa Persianas Elegance presenta una problemática que se centra en la falta de ventas. El presente trabajo tiene como objetivo la exposición de un plan estratégico enfocado a la resolución del problema ya mencionado, la metodología utilizada fue la revisión y análisis de documentos enfocados a el Modelo de Dirección Estratégica de Fred R. David y la creación de un análisis FODA, además de la ejecución de una entrevista estructurada. Los resultados señalan una serie de estrategias que permitirían la resolución del problema que aqueja a la empresa a través de una serie de acciones por parte del equipo de trabajo, y de este modo reducir el factor de riesgo en el que se encuentra actualmente.

Palabras Clave: *Análisis FODA, estrategia, ejecución*

ABSTRACT

The strategic plan allows companies to be directed to the fulfillment of future objectives in order to achieve success, the company Persianas Elegance presents a problem that focuses on the lack of sales. The present work aims to present a strategic plan focused on solving the aforementioned problem, the methodology used was the review and analysis of documents focused on the Strategic Management Model of Fred R. David and the creation of a SWOT

analysis, in addition to the execution of a structured interview. The results indicate a series of strategies that would allow the resolution of the problem that afflicts the company through a series of actions by the work team, and thus reduce the risk factor in which it is currently.

Keywords: *execution, strategy, SWOT analysis*

INTRODUCCIÓN

Según Conan Doyle, A. (2012) Un plan estratégico es el documento que sintetiza a nivel económico- financiero, estratégico y organizativo el posicionamiento actual y futuro de la empresa. La empresa toma la decisión de implementar un plan estratégico puesto que desea planificar, crecer y marcar las pautas de evolución, además de ser capaz de diseñar el porvenir de la empresa, pues es el camino del éxito.

La empresa Persianas Elegance ubicada en Santa María del Oro, El Oro, Durango, se dedica al comercio de persianas para todo tipo de ventanas y puertas hechas a la medida en infinidad de modelos y colores, sin embargo, durante el tiempo que lleva de gestión ha identificado que las ventas de la empresa han sido bajas, ya que existen varios factores que influyen dentro de la organización: La segmentación de mercado no identificada, la zona de influencia y la ausencia de la mercadotecnia.

Se utilizará como referencia el modelo de dirección estrategia de Fred R. David, puesto que, toma medidas correctivas para verificar el desempeño de la empresa, mediante la toma de decisiones efectivas en circunstancias de incertidumbre, a través de las etapas de formulación, ejecución y evaluación de estrategias.

Uno de los aspectos más importantes de la planificación estratégica lo constituye el análisis situacional (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), el cual ayuda a recopilar datos que dan pauta a conocer el perfil de operación de la empresa; permite conocer el factor de optimización que muestra las condiciones favorables a futuro y el factor de riesgo, a través de los cuales se diseñarán estrategias competitivas directas, de crecimiento y de cartera.

En el presente documento se detalla más a fondo el diagnóstico, el direccionamiento estratégico a través de los escenarios, objetivos, estrategias y acciones a seguir, como también un plan táctico y operacional incluyéndola ejecución, reporte y evaluación. Su beneficio se refleja en la resolución del problema, puesto que las estrategias planteadas son una fuente de opciones para el aumento de ventas, beneficiando a los propietarios o responsables de la empresa Persianas Elegance.

MÉTODOS Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en la comunidad de Santa María del Oro, El Oro, Durango, en el mes de septiembre de 2021, en base a la empresa Persianas Elegance ubicada en esta misma localidad, siguiendo la línea de investigación Administración de la pequeña y mediana empresa cuya clave es LGAC-2017-SAPT-IGEM-06.

Debido a que el objetivo de la investigación es la generación de un plan estratégico para la resolución de un problema en la empresa mencionada, se optó por implementar un diseño para el análisis de información no experimental con enfoque cualitativo, puesto que se adapta ampliamente para conocer los datos pertinentes para la generación de estrategias.

Para Toro y Parra (2006) una investigación no experimental es “aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es una investigación donde no hacemos varia intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos y como se dan en su contexto natural para después analizarlos” (p.158).

Taylor y Bogdan (1986) citado en Rodríguez, Gil & García, (1996) consideran, en un sentido amplio, la investigación cualitativa como "aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable".

La información obtenida para el desarrollo de la investigación fue proporcionada en su mayoría por la empresa analizada a través de una entrevista estructurada, además de la inclusión del análisis de libros y artículos científicos. Según Folgueiras (2016) en la entrevista estructurada se decide de antemano que tipo de información se quiere y en base a ello se establece un guion de entrevista fijo y secuencial. El entrevistador sigue el orden marcado y las preguntas están pensadas para ser contestadas brevemente. El entrevistado debe acotarse a este guion preestablecido a priori.

Cuadro 1. Materiales y Herramientas.

Material	
1	Energía eléctrica
2	Servicio de Internet
3	Insumos de papelería y oficina
5	Gasolina
6	Equipo de computo
7	Automóvil
Herramientas	
1	Entrevista estructurada
2	Análisis FODA
3	Indicador KPI

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Método de gestión estratégico. Se propone la utilización del modelo de Dirección Estratégica de Fred R. David. Cualquier proceso de dirección estratégico que utilice un modelo como guía de proceso tendrá una formulación más clara y práctica, para la creación, aplicación y evaluación de estrategias. Según el autor del modelo la identificación de la visión, misión, objetivos y estrategias existentes de una empresa es el punto de partida lógico de la dirección estratégica porque la situación actual de una empresa podría excluir ciertas estrategias e incluso dictar un curso particular de acción. Toda empresa posee una visión, una misión,

objetivos y estrategias, aun cuando estos elementos no se hayan diseñado, escrito o comunicado de manera consciente. Para saber hacia dónde se dirige una empresa es necesario conocer dónde ha estado. (David, 2003, p.13)

Los procesos de dirección estratégica se estructuran en base a una serie de componentes dinámicos y continuos, que poseen una estrecha relación y las modificaciones en cualquiera de ellos implican cambios en uno o todos los demás, por ende, las estrategias deben ser planeadas y ejecutadas para su aplicación de forma continua.

“Los estrategias no avanzan a través del proceso de manera independiente, pues, por lo general, existe una interacción entre los niveles jerárquicos de una empresa. Muchas empresas llevan a cabo juntas formales semestralmente para analizar y actualizar la visión, misión, oportunidades, amenazas, fortalezas, debilidades, estrategias, objetivos, políticas y rendimiento de la empresa. Estas juntas se realizan fuera de las instalaciones y se conocen como retiros. El motivo para efectuar de manera periódica juntas de dirección estratégica lejos del sitio de trabajo es fomentar la creatividad y la tranquilidad de los participantes. La buena comunicación y la retroalimentación son necesarias a través del proceso de dirección estratégica.” (David, 2003, p.14).

La aplicación del proceso de dirección estratégica será formal en relación a las características de cada empresa, por ejemplo, las empresas más grandes son más formales en comparación a las pequeñas.

Fuentes (2011) desglosa en tres (3) etapas al Modelo de Dirección Estratégica propuesto por Fred R. David, con las siguientes fases:

1. Formulación de la estrategia.

- a) Desarrollo de las declaraciones de la visión y la misión.
- b) Realización de una auditoría externa e interna.
- c) Establecimiento de los objetivos a largo plazo.
- d) Creación, evaluación y selección de las estrategias.

2. Implantación de estrategias.

- a) Determinación de los asuntos relacionados con la gerencia.
 - b) Determinación de los asuntos relacionados con la mercadotecnia, finanzas, contabilidad, investigación y desarrollo además de los sistemas de información de la gerencia.
3. Evaluación de la estrategia.
- a) Medición y evaluación del rendimiento.
 - b) Diagnóstico SITUACIONAL
 - c) Análisis FODA
 - d) Identificación de los criterios de análisis. Criterio: mercado de ventas.
 - e) Determinación de las condiciones reales de actuación en relación a las variables internas y externas del análisis.

Cuadro 2. Matriz de determinación de condicione reales

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Capital Propio	Desconocimiento del mercado	No existe una competencia directa en la región	Pandemia COVID-19
Variedad de modelos	Ausencia de publicidad	Localización en comunidad comercial	Competencia indirecta
Atención personalizada	Ubicación	Tendencias del mercado	Flete de proveedores alto

Asignación de una ponderación para cada una de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, listadas. La escala a utilizar será de 1 a 3, donde el 3 denota el nivel mayor de actuación, el 2 el nivel medio y el 1 el nivel más bajo.

Cuadro 3. Escala de Ponderación

Ponderación	Nivel de actuación
3	Alto
2	Medio
1	Bajo

Cuadro 4. Matriz de ponderación

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Capital Propio (3)	Desconocimiento del mercado (3)	No existe una competencia directa en la región (2)	Pandemia COVID-19 (2)
Variedad de modelos (2)	Ausencia de publicidad (2)	Localización en comunidad comercial (3)	Competencia indirecta (2)
Atención personalizada (3)	Ubicación (1)	Tendencias del mercado (2)	Flete de proveedores alto (3)

Cálculo de los resultados.

Cuadro 5. Matriz de totales y porcentajes

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas	
Capital Propio (3)	Desconocimiento del mercado (3)	No existe una competencia directa en la región (2)	Pandemia COVID-19 (2)	10
Variedad de modelos (2)	Ausencia de publicidad (2)	Localización en comunidad comercial (3)	Competencia indirecta (2)	9
Atención personalizada (3)	Ubicación (1)	Tendencias del mercado (2)	Flete de proveedores alto (3)	9
Total= 8 (29%)	Total= 6 (21%)	Total= 7 (25%)	Total= 7 (25%)	Total= 28 (100%)

Determinación del balance estratégico

Con el balance estratégico se pretende encontrar la analogía entre el factor de optimización y riesgo de la empresa Persianas Elegance. Balance estratégico: Factor de optimización = Factor de riesgo.

Según Ramírez (2017) el factor de optimización indica la posición favorable de la organización respecto a sus activos competitivos y las circunstancias que potencialmente pueden significar un beneficio importante para adquirir ventajas competitivas en el futuro; el factor de riesgo por el contrario muestra un pasivo competitivo y aquellas condiciones que limitan el desarrollo futuro para una organización. (p. 5)

F + O = Factor de optimización

D + A = Factor de riesgo

Cuadro 6. Balance estratégico

F+O	D+A	% F+O	%D+A	Total
	.46	54%	46%	Aprox 100%

Figura y análisis de los resultados

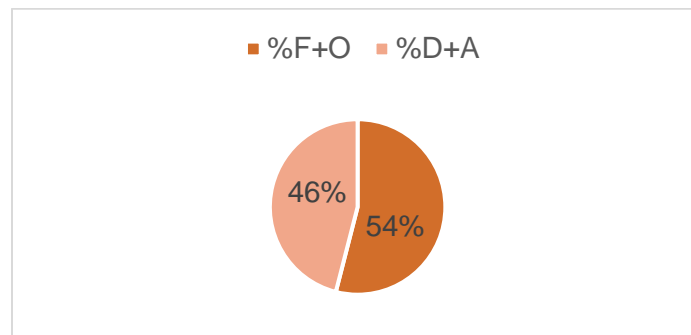


Figura 1. Análisis de mercado

El balance estratégico es positivo, sin embargo, la diferencia es mínima del 8%, puesto que el factor de oportunidad alcanza el 54%, contra el factor de riesgo que representa el 46%, lo que simboliza un factor de riesgo elevado, por lo tanto, se debe poner suma atención al factor de mercado de ventas, para mejorar dicha situación con las medidas necesarias.

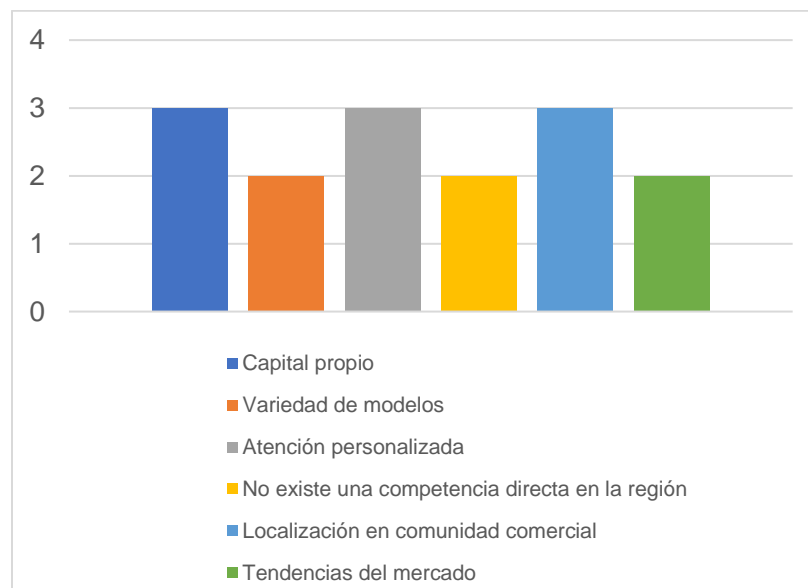


Figura 2. Fortalezas y Oportunidades

Cuadro 7. Fuente: Elaboración propia 2021

Fortalezas		Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Capital Atención personalizada	Propio /	Desconocimiento mercado	del Localización en comunidad comercial	Flete de proveedores alto
3		3	3	3

La calificación más alta es correspondiente a las fortalezas de capital propio y atención personalizada, generando un plus ante el mercado que se desea alcanzar, de igual manera la oportunidad que ofrece el hecho de que la empresa se encuentre ubicada en una comunidad comercial para una región extensa, lo que incrementa posibilidades de influencia en un mercado más amplio.

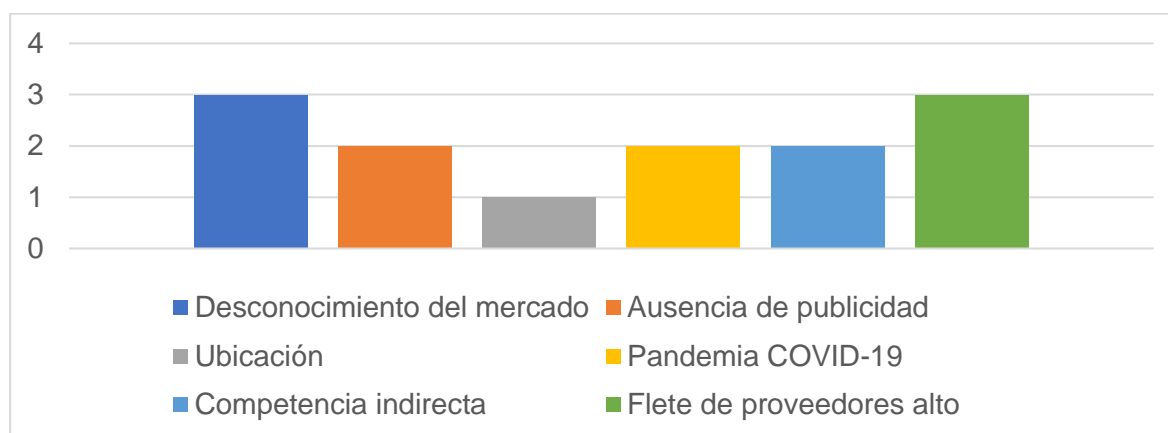


Figura 1. Debilidades y Amenazas

Cuadro 8. Fuente: Elaboración propia 2021

Fortalezas		Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Capital Atención personalizada	Propio /	Desconocimiento mercado	Localización en comunidad comercial	Flete de proveedores alto
3		3	3	3

Dentro de las debilidades y amenazas, se encontró una puntuación más alta para para la debilidad que simboliza el desconocimiento del mercado y la amenaza de los costos de envío por parte de los proveedores, posteriormente se encuentra la ausencia de publicidad, la pandemia mundial COVID-19 y la competencia indirecta en la zona, con ultima calificación se encontró la ubicación del local dentro de la localidad.

Conclusiones del análisis FODA

El aspecto del mercado de ventas de la empresa Persianas Elegance posee un balance estratégico un tanto más favorable hacia el factor de oportunidad con una representación de 54%, en contraste del factor de riesgo que muestra un porcentaje menor en un 8%, lo que supone que las amenazas y debilidades son muy altas en conjunto, y por ende se requiere mayor énfasis en que las estrategias propuestas contribuyan a su cambio en un periodo de tiempo corto. La empresa cuenta con factores potenciales, limitaciones, riesgos y desafíos, que deberán ser considerados en la creación de propuestas de medida para la resolución de la problemática. Uno de los aspectos positivos a resaltar es el hecho de que el capital con el que se trabaja es propio, permitiendo a la propietaria libertad en la toma de decisiones, por otra parte la variedad de modelos proporciona a los clientes mayor capacidad de elección en modelos y clases de persianas, de igual manera la atención personalizada genera una mayor satisfacción a los clientes; por otra parte los aspectos del entorno externo que benefician a la organización le otorgan una oportunidad de crecimiento dentro del mercado, derivado de la ubicación comercial en su zona geográfica, y la inexistencia de competencia directa en la región, además de que la empresa cuenta con un catálogo a la vanguardia que logra cubrir las tendencias de moda.

Entre los aspectos negativos se puede rescatar que la pandemia afectó la economía de manera global, conjuntamente existe un riesgo latente de cierre por motivo de contingencia, adicionalmente a esta amenaza, para la compañía el transite de la mercancía hasta el municipio El Oro es muy elevado, lo que provoca que los costos aumenten para el consumidor final. De los factores internos que debilitan más a la empresa se rescata la ignorancia del mercado al que se pertenece, esto se debe a que la apertura de la Persianas Elegance fue realizada sin una previa investigación de mercado que le proporcionara la información necesaria para obtener a correcta segmentación de su mercado, lo cual generó las otras debilidades, es decir no puede generar mercadotecnia correcta, puesto que no está al tanto de las características que definen a sus posibles consumidores, y consecuentemente no se planteó una ubicación dentro de la comunidad, acorde a sus necesidades.

Direccionamiento estratégico

Formulación de Escenarios

Misión: Inspirar tranquilidad en los hogares y lugares de trabajo, creando ambientes agradables con diseños de calidad y funcionales, a precios accesibles.

Visión: Dejar huella en cada uno de los hogares y lugares de trabajo contribuyendo a mejorar la vida de muchas personas.

Cuadro 9. Matriz Axiológica

Principios	Sociedad	El Estado	Los clientes	Los proveedores	Los colaboradores
Respeto	X	X	X	X	X
Humildad	X		X	X	X
Honestidad	X	X	X	X	X
Compromiso	X	X	X	X	X
Responsabilidad	X	X	X	X	X
Solidaridad	X		X	X	X
Servicio	X		X	X	X
Calidad	X		X	X	X

Planteamiento de Objetivos

- Llegar a cualquier hogar y lugar de trabajo en la comunidad y comunidades vecinas.
- Conocer las características de la comunidad para adaptarse al entorno.
- Aumentar las ventas al menos un 80% en un año.
- Imponer una tendencia de consumo novedosa con ayuda de la publicidad.
- Ofrecer una alternativa más práctica a productos de usos afines.

Establecimiento de Estrategias y Acciones a Seguir

Definición del negocio: La empresa Persianas Elegance satisface las necesidades de control de privacidad, iluminación y temperatura de los hogares y lugares de trabajo de las personas de la región de Santa María del Oro, Durango y comunidades vecinas.

Estrategias competitivas genéricas: Ser una empresa líder con ayuda de una estrategia de diferenciación, destacando la calidad, el diseño y funcionalidad única de los productos; Ofrecer facilidades de pago, Otorgar garantía de durabilidad del producto y Realizar una investigación de mercado que le permita a la empresa definir el segmento de mercado al que pertenece.

Estrategia de Crecimiento: Colocar promociones que añadan valor adicional al producto percibido por los consumidores además de conocimiento más amplio de las características de estos para una mejor atención personalizada; Crear una aplicación móvil personalizada, que permita al consumidor realizar compras personalizadas y automáticas en línea; Adquirir un punto de venta; Realizar campañas de marketing promocional dentro de la región y Inclusión de envíos a domicilios.

Estrategia de Cartera: División de persianas en base a su variedad de modelos: Enrollable, Verticales de PVC, Sheer Elegance, Shangri-La, Romanas, Horizontal de madera, Horizontal de aluminio, Día y Noche, Verticales de tela, de tipo Celular y de Panel; Introducción al comercio en línea y Oferta de productos sustitutos a las persianas: cortinas.

Plan táctico y operacional

Ejecución/ Acción

Para llevar a cabo las estrategias planteadas para resolver el problema que acontece en la empresa Persianas Elegance, se recomienda realizar las siguientes acciones:

La directora de ventas será encargada de ofrecer planes de pago a los clientes, es decir, permitir pagos semanales, quincenales e incluso mensuales.

La propietaria de la empresa deberá otorgar a los compradores una póliza de garantía, que acredite la calidad del producto por un periodo mínimo de 2 años, bajo condiciones normales.

La administradora y contadora en conjunto con la directora de ventas deben de realizar una investigación del mercado por medio de encuestas y entrevistas presenciales, que les permitan conocer los datos que caracterizan al mercado de ventas de su producto (nivel socioeconómico, gustos, preferencias, necesidades, opiniones, edad, etc.), puesto que ellas poseen los conocimientos necesarios para llevarla a cabo, reduciendo costos de contratación de una empresa investigadora.

La directora de ventas deberá gestionar promociones o descuentos a los consumidores del producto ofertado, adaptando algunas promociones a la compra, es decir dependiendo de la cantidad monetaria consumida, se llevará a cabo una reducción al precio de la persiana, siempre procurando no generar pérdidas a la empresa, además de incluir promociones por temporadas.

La propietaria deberá realizar un Outsourcing de un ingeniero en sistemas o en su defecto mercadotecnia digital, quien deberá diseñar una aplicación compatible con Apple y Androide, que sea descargable y para uso en el navegador en cualquier aparato electrónico, dicha aplicación permitirá a los clientes visualizar catálogos de modelos y colores de persianas, además de integrar en el pedido las medidas personalizadas de sus ventanas y/o puertas, presentar mapas de envíos, contacto de la empresa, etc.).

La administradora será la encargada de adquirir un punto de venta, para el manejo de inventarios, ventas, pagos a proveedores, pagos a acreedores, etc., además de ser la encargada de capacitarse en su uso y posteriormente transmitir sus conocimientos a la propietaria y la directora de ventas.

La realización de campañas de marketing promocional dentro de la región estará a cargo de la propietaria y la directora de ventas, quienes deberán elaborar folletos y carteles, para su distribución física y electrónica, es decir, promover el marketing boca a boca, y el marketing directo donde se entregan los folletos mano a mano, de igual forma, subir dichos folletos a las redes sociales de la organización.

La función de la encargada de ventas será generar muestrarios y catálogos físicos y electrónicos de persianas donde se clasifiquen de acuerdo a sus carteritas distintivas: Enrollable, Verticales de PVC, Sheer Elegance, Shangri-La, Romanas, Horizontal de madera, Horizontal de aluminio, Día y Noche, Verticales de tela, de tipo Celular y de Panel.

La propietaria tendrá la responsabilidad de introducir a la empresa un nuevo producto, cortinas de calidad a través de empresas cuya función es la venta por catálogo (Vianney y Esquimal), de este modo se aprovecha la ventana que ofrece la competencia indirecta, dándole la opción a los clientes de sustituir las persianas por una opción más accesible en cuestión de precios y traslados.

Las estrategia de introducción al comercio en línea y la inclusión de envíos a domicilios, se deberán ejecutar de forma conjunta, es decir las tres integrantes del equipo de trabajo deberán promocionar la venta de persianas a través de las distintas redes sociales y la aplicación previamente planificada, permitiendo a mayor cantidad de personas el acceso a sus productos, de igual manera se deberá hacer un convenio favorable con la empresa DHL, quien será la encargada de distribuir los pedidos en una determinada zona geográfica de venta; sin embargo el transporte en la zona donde actualmente se tiene presencia será realizado de manera personal por la propietaria en su vehículo propio debido a las condiciones de accesibilidad a las comunidades rurales de la región.

RESUMEN

En la empresa Persianas Elegance en la comunidad de Santa María del Oro, El Oro, Durango, se identificó una problemática que engloba la falta de ventas, derivada de varios factores como el desconocimiento del segmento de mercado al que se pertenece, la falta de marketing, su modo de operación, entre otros, por lo tanto, se optó por realizar un plan estratégico cuya finalidad es eliminar o en su defecto reducir dicho problema.

Como base teórica de referencia se utilizó el modelo de dirección estratégica propuesto por Fred R. David, permitiendo la práctica y clara formulación de estrategias según sus etapas; posteriormente se ejecutó un diagnóstico situacional, aplicando un análisis FODA según los lineamientos establecidos por José Luis Ramírez Rojas.

Durante el análisis FODA, se identificó la situación de la empresa en su entorno interno y externo, destacando como fortalezas el capital propio que otorga libertad en la toma de decisiones, de igual manera la atención personalizada a los clientes y en un nivel medio la variedad de modelos y estilos de persianas a ofrecer; la debilidad más fuerte de la empresa es el desconocimiento de su mercado, seguida de la ausencia de publicidad y por último la ubicación dentro de la comunidad; sus oportunidad más grande es la localización puesto que Santa María del Oro es una área comercial donde acuden personas del resto del municipio, de igual manera habitantes de municipios aledaños como San Bernardo, Guanaceví, Indé, Ocampo e Hidalgo, por otra parte en la región no existe una competencia directa y esto permite a la empresa contar con las tendencias del mercado; y como amenazas la empresa se enfrenta a una pandemia mundial a causa del COVID-19 misma que se encontraba en existencia desde su apertura, en un mismo grado la competencia indirecta que ofrece alternativas a las persianas amenaza a las ventas de la organización, y como factor más importante de este rubro resalta el flete de proveedores para transportar las persianas pues sus costos son muy elevados.

Gracias a este diagnóstico situacional se generó un balance estratégico donde el factor de organización representa el 54% y en contraste el factor de riesgo representa el 46%, detectado de este modo una mayor inquietud por generar estrategias a favor de la reducción de este último.

La creación de un direccionamiento estratégico permitió la formulación de un escenario estratégico donde se plasmó la misión y visión de la empresa, las cuales no existían de forma escrita, no obstante, el modelo estratégico utilizado destaca que son el punto de partida de todo plan estratégico, aunado a ello se realizó una matriz Axiológica. Posteriormente se plantearon los objetivos empresariales entre los cuales destaca el aumento de las ventas en un 80% en un periodo tentativo de un año, la imposición de una tendencia de consumo novedosa haciendo uso de la publicidad, conocer las características de la comunidad para adaptarse al entorno, entre otros.

Tomando como base los objetivos generados se establecieron una serie de estrategias y acciones a seguir con el fin de cumplirlos; se definió el negocio cuyo propósito es satisfacer la necesidad del cliente por controlar su privacidad, iluminación y temperatura en áreas de trabajo u hogar; como estrategias competitivas genéricas se estableció la oportunidad de otorgar facilidades de pago, garantía de calidad y la realización de una investigación de mercado que permitirá segmentar el mercado apropiadamente; ofrecer promoción, generar una aplicación móvil personalizada, la adquisición de un punto de venta, la realización de campañas de mercadotecnia y envíos a domicilio, forman parte de las estrategias de crecimiento establecidas; y las estrategias de cartería se basan en la captación de mayor cantidad de clientes a través del comercio en línea, la introducción de cortinas a su cartera de productos, para la cual se recomendó una división de persianas en base a su variedad de modelos.

La ejecución de las estrategias mencionadas fue preciso identificar una serie de acciones a realizar, las cuales requieren de la participación de la propietaria de la empresa, la directora de ventas y de la contadora y administradora, quienes serán las responsables de supervisar y/o llevar a cabo la ejecución; además será necesaria la contratación a través de Outsourcing de un ingeniero en sistemas, que según Duque, González & García, (2014), se refiere a la acción de recurrir a una agencia exterior para que esta realice actividades que antes desarrollaba la organización inicial; también la contratación de una empresa dedicada al transporte de envíos (DHL) para cumplir con la estrategia de generación de una aplicación móvil y el envío a domicilio respectivamente; por otra parte la inclusión de un producto nuevo involucrará la participación conjunta con empresas como Vianney y Esquimal. En suma, de lo anterior se asignaron los recursos humanos y materiales necesarios para cumplir con las estrategias proyectadas.

EVALUACIÓN

Persianas Elegance se ha enfrentado a un grave problema desde hace aproximadamente un año, en donde las ventas de la empresa son bajas, debido a que existen varios factores que influyen dentro de la organización, uno de ellos es la segmentación de mercado, la zona de influencia y la ausencia de la mercadotecnia.

En conclusión, si dicha empresa lleva a cabo cada una de las estrategias competitivas genéricas, de crecimiento y de cartera llegara a aumentar sus ventas en un periodo de tiempo corto, sin embargo, es necesario que se lleven a cabo una serie de acciones que en conjunto con las tácticas se le dará solución al problema principal. Por lo que también se hará uso de un método de evaluación de manera trimestral, en base a los KPI's.

Los KPI son los indicadores claves de desempeño o actuación. Se trata de indicadores que son determinantes para analizar de forma rápida la marcha del negocio y que nos permiten tomar decisiones. Son un elemento vertebrador de la estrategia por su capacidad de comunicar resultados a todas las personas que forman parte del proyecto, para tener feedback instantáneo sobre el cumplimiento de la misión y así lograr entender que trabajar con indicadores es la base para conseguir las cifras en los indicadores “de resultado” como puede ser el de ventas (Álvarez, 2013).

Se entiende que los KPI indican qué se debe hacer para incrementar de un modo extremadamente significativo el desempeño de la empresa. Se deben tener metas y definir el responsable de obtenerlas, esta metodología garantizará su cumplimiento. (Quimbia, 2017).

Se implementará el KPI's de retail, que según Quimbia (2017) la palabra “Retail”, es un término inglés que hace referencia a la venta minorista, comercializar productos al por menor o ventas al detalle; este KPI ayuda aumentar las ventas y reducir los gastos, es decir, estudiar las ventas y el impacto que determinan los productos y/o acciones de marketing que tienen hacia el público objetivo. Aportando datos concretos y tangibles sobre las ventas de dichos productos sobre la aceptación por parte del público objetivo, así como cualquier otro tipo de acciones que se lleven a cabo con el fin de que las ventas se incrementen. Este tipo de KPI es el elemento clave debido a que nos informa si existe la necesidad de cambiar o no la estrategia de venta, asimismo reforzar las acciones del negocio.

CONCLUSION

Persianas Elegance a presentado una problemática desde su apertura, en donde las ventas de la empresa son bajas, su factor de optimización representa un 54% mostrando condiciones favorables a futuro, mientras que el factor de riesgo equivale a un 46% , debido a que existen varios factores que influyen dentro de la organización, uno de ellos es la segmentación de mercado, la zona de influencia y la ausencia de la mercadotecnia, mismos que constituyen las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, las dos últimas permitieron la generación de estrategias en pro de la solución del problema.

En conclusión, si dicha empresa lleva a cabo cada una de las estrategias competitivas genéricas, de crecimiento y de cartera llegara a aumentar sus ventas en un periodo de tiempo corto, sin embargo, es necesario que se realice su ejecución a través de acciones que involucren la participación de los miembros de la empresa.

RECOMENDACIONES

Para llevar a cabo las estrategias planteadas para resolver el problema que acontece en la empresa Persianas Elegance, se recomienda realizar las siguientes acciones:

- La directora de ventas será encargada de ofrecer planes de pago a los clientes, es decir, permitir pagos semanales, quincenales e incluso mensuales.
- La propietaria de la empresa deberá otorgar a los compradores una póliza de garantía, que acredite la calidad del producto por un periodo mínimo de 2 años, bajo condiciones normales de uso.
- La administradora y contadora en conjunto con la directora de ventas deben de realizar una investigación del mercado por medio de encuestas y entrevistas presenciales, que les permitan conocer los datos que caracterizan al mercado de ventas de su producto (nivel socioeconómico, gustos, preferencias, necesidades, opiniones, edad, etc.), puesto que ellas poseen los conocimientos necesarios para llevarla a cabo, reduciendo costos de contratación de una empresa investigadora.
- La directora de ventas deberá gestionar promociones o descuentos a los consumidores

del producto ofertado, adaptando algunas promociones a la compra, es decir dependiendo de la cantidad monetaria consumida, se llevará a cabo una reducción al precio de la persiana, siempre procurando no generar pérdidas a la empresa, además de incluir promociones por temporadas.

- La propietaria deberá realizar un Outsourcing de un ingeniero en sistemas o en su defecto mercadotecnia digital, quien deberá diseñar una aplicación compatible con Apple y Android, que sea descargable y para uso en el navegador en cualquier aparato electrónico, dicha aplicación permitirá a los clientes visualizar catálogos de modelos y colores de persianas, además de integrar en el pedido las medidas personalizadas de sus ventanas y/o puertas, presentar mapas de envíos, contacto de la empresa, etc.).
- La administradora será la encargada de adquirir un punto de venta, para el manejo de inventarios, ventas, pagos a proveedores, pagos a acreedores, etc., además de ser la encargada de capacitarse en su uso y posteriormente transmitir sus conocimientos a la propietaria y la directora de ventas.
- La realización de campañas de marketing promocional dentro de la región estará a cargo de la propietaria y la directora de ventas, quienes deberán elaborar folletos y carteles, para su distribución física y electrónica, es decir, promover el marketing boca a boca, y el marketing directo donde se entregan los folletos mano a mano, de igual forma, subir dichos folletos a las redes sociales de la organización.
- La función de la encargada de ventas será generar muestrarios y catálogos físicos y electrónicos de persianas donde se clasifiquen de acuerdo a sus carteritas distintivas: Enrollable, Verticales de PVC, Sheer Elegance, Shangri-La, Romanas, Horizontal de madera, Horizontal de aluminio, Día y Noche, Verticales de tela, de tipo Celular y de Panel.
- La propietaria tendrá la responsabilidad de introducir a la empresa un nuevo producto, cortinas de calidad a través de empresas cuya función es la venta por catálogo (Vianney y Esquimal), de este modo se aprovecha la ventana que ofrece la competencia indirecta, dándole la opción a los clientes de sustituir las persianas por una opción más accesible en cuestión de precios y traslados.
- Las estrategia de introducción al comercio en línea y la inclusión de envíos a domicilios, se deberán ejecutar de forma conjunta, es decir las tres integrantes del equipo de trabajo deberán promocionar la venta de persianas a través de las distintas redes sociales y la

aplicación previamente planificada, permitiendo a mayor cantidad de personas el acceso a sus productos, de igual manera se deberá hacer un convenio favorable con la empresa DHL, quien será la encargada de distribuir los pedidos en una determinada zona geográfica de venta; sin embargo el transporte en la zona donde actualmente se tiene presencia será realizado de manera personal por la propietaria en su vehículo propio debido a las condiciones de accesibilidad a las comunidades rurales de la región.

LITERATURA CITADA

- Álvarez Orozco, M. (2013). Cuadro de Mando Retail: Los indicadores clave de los comercios altamente efectivos. Profit Editorial.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=X6H7dZkpAu0C&oi=fnd&pg=PT10&dq=kpis+indicador+clave+retail&ots=M6ZEK3SIRT&sig=kIOzmNullINVYbLldr3h1Nh_cERw#v=onepage&q=kpis%20indicador%20clave%20retail&f=false
- Conan Doyle, A. (2012). Introducción al plan estratégico. Madrid, Spain: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itssmo/62663?page=8>.
- David, F. R. (2003). Conceptos de administración estratégica. México: Pearson Educación.
<https://maliaoceano.files.wordpress.com/2017/03/libro-fred-david-9a-edicion-con-estrategica-fred-david.pdf>
- Duque, J., González, C. & García, M. (2014). Outsourcing y Business Process Outsourcing desde la Teoría Económica de la Agencia. Scielo.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032014000100002
- Folgueiras Bertomeu, P. (2016). La entrevista. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona.
<http://hdl.handle.net/2445/99003>
- Fuentes, T. (2011). Análisis de Tres modelos de Planificación Estratégica Bajo Cinco Principios del Pensamiento Complejo. Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vicerrectorado Barquisimeto. Venezuela. Vol. 1. No. 2. Pp.118-134.
<https://studylib.es/doc/8841506/an%C3%A1lisis-de-tres-modelos-de->

planificaci%C3%B3n-estrat%C3%A9gica

- Quimbia Loyo, R. (2017). Modelo de inteligencia de negocios (bi), para el manejo de indicadores clave de desempeño (kpi) en ventas para la toma de decisiones en los retails de farmacias de la empresa farmaenlace cía. Ltda. Universidad técnica del norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7693/1/PG%20577%20TESIS.pdf>.
- Ramírez Rojas, J. L. (2017). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas.
- Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1996). Tradición y enfoques en la investigación cualitativa. Metodología de la Investigación Cualitativa. <http://biblioteca.esucomex.cl/RCA/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cualitativa.pdf>
- Toro Jaramillo, I. & Parra Ramírez, R. (2006). Método y conocimiento: metodología de la investigación: investigación cualitativa/investigación cuantitativa. Universidad Eafit. <https://books.google.com.mx/books?id=4Y-kHGjEjy0C&pg=PA158&dq=dise%C3%B1o+no+experimental&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi05aqBrYLxAhXNop4KHe9UC5YQ6AEwAXoECAoQAg#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20no%20experimental&f=false>

MODELO AGROECOLÓGICO PARA FOMENTAR LA CULTURA DE LA SUSTENTABILIDAD EN EL TECMM, UNIDAD ACADÉMICA PUERTO VALLARTA

Albino Garay de la O*, Irma Adriana Cantú Munguía, Alejandra Medina Lozano.

Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Puerto Vallarta. *Autor de correspondencia: albino.garay@vallarta.tecmm.edu.mx

RESUMEN

Este es un proyecto a largo plazo que pretende ser un espacio académico colectivo para el aprendizaje, la investigación y publicaciones dedicadas a comprender y fortalecer procesos de activación social ligados a la gestión del territorio, al aprovechamiento de los recursos naturales, a la utilización de la energía renovable y automatización. Se busca sea un proyecto que trascienda las generaciones de los alumnos, que cobre vida propia y se le dé continuidad. Es hacer de la escuela un espacio de acción colectiva en busca de la sustentabilidad. Sumado a la importancia actual de la implementación de mecanismos automatizados para tierras de cultivo, surge así la necesidad de estrategias precisas y tecnológicas, que faciliten la obtención de recursos de primera necesidad en el sector productivo industrial-alimenticio. Además, propone la inmersión total de la ingeniería para la interacción del hombre con la naturaleza por medio de técnicas ingenieriles autómatas. Así, como la utilización de las energías alternas. Buscando incansablemente, y aceptando como nuestro mayor reto, el aprovechamiento al máximo de los recursos, sin descuidar el correcto funcionamiento y la durabilidad

Palabras claves: educación ingenieros, agroecología, tecnología sustentable, energía alternativa.

ABSTRAC

This is a long-term project that aims to be a collective academic space for learning, research and publications dedicated to understanding and strengthening processes of social activation linked to the management of the territory, the use of natural resources, the use of renewable energy and automation. It is intended to be a project that transcends the generations of the students, that takes on a life of its own and is given continuity. It is to make the school a space for collective action in search of sustainability. Added to the current importance of the implementation of automated mechanisms for farmland, the need for precise and technological strategies arises, which facilitate obtaining essential resources in the industrial-food production sector. In addition, it proposes the total immersion of engineering for the interaction of man with nature by means of automated engineering techniques. Thus, as the use of alternative energies. Searching tirelessly, and accepting as our greatest challenge, the maximum use of resources, without neglecting the proper functioning and durability.

Key words: *Engineering education, agroecology, sustainable technology, alternative energy.*

INTRODUCCIÓN

Al ser Puerto Vallarta una ciudad con una gran actividad turística, el centro de atención por parte de los gobiernos se vuelve la franja turística, dejando de lado las colonias que se encuentran a los márgenes de la ciudad. Este proyecto tiene dos enfoques principales; el primero es la enseñanza de la ingeniería, que es la vocación del instituto y el segundo el desarrollo de un proyecto social que permita apoyar a los habitantes de las colonias alejadas de la zona productiva de la ciudad. Asimismo, fomentar una cultura de la sustentabilidad, promover en las familias una educación con énfasis en el respeto y cuidado del medio ambiente.

Esta investigación es mixta, ya que es de tipo analítica y transversal, con un enfoque cuantitativo, las variables se cuantificaron para ser analizadas. Asimismo, el estudio se utiliza en los principios de la investigación descriptiva, porque se examinarán y describirán aspectos

de la realidad, en este caso la metodología empleada es de una investigación acción participativa, con observación participante, ya que el docente investigador interactuó directamente con el grupo de estudiantes.

Con una población mundial de más 7.000 millones de personas y recursos naturales limitados, se requiere que aprendamos a vivir juntos de manera sostenible. Para la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se deben tomar medidas de manera responsable, basándose en el entendimiento de que lo que hacemos hoy puede tener implicaciones en la vida de las personas y del planeta en el futuro.

Puerto Vallarta es una ciudad de vocación turística, es una localidad que se ha visto explotada por sus recursos naturales, en la costa y montañas, así como en los espacios urbanos; ya que ha sufrido cambios debido a una modernidad difícil de frenar producto de la globalidad, donde se aprecia una fuerte demanda de nuevos desarrollos habitacionales residenciales, resultado de la presión inmobiliaria dirigida a un mercado turístico de alto nivel socio-económico (Ramírez y Calzada, 2015).

Asimismo, considera Ramírez y Calzada (2015), el suelo urbano en Puerto Vallarta es uno de los factores más conflictivos con relación a la posibilidad de acceder al espacio urbano por parte de los sectores de menores recursos, esto ha llevado al crecimiento desordenado y al desarrollo desigual. En el diagnóstico presentado por el H. Ayuntamiento en el 2019 y realizado por el Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG) se establece que el 26.4 por ciento de la población se encuentra en situación de pobreza, es decir 80 mil 199 personas comparten esta situación en el municipio. Existe entonces una necesidad de mejorar, no solo la situación económica de las familias, sino también su entorno, su alimentación y calidad de vida.

De ahí la importancia de promover entre la población y estudiantes, programas que les permitan tener acceso a una cultura de sustentabilidad, que se vuelva un estilo de vida, que empodere a las personas para que cambien su manera de pensar y trabajar hacia un futuro

sostenible. Es trágico ver como la pandemia, en una ciudad que vive básicamente del turismo, a miles de personas que no tienen acceso a los alimentos.

Surge también la necesidad de tener proyectos donde se fusione el agro con la tecnología, un proyecto de impacto tanto ambiental como social, desarrollando tecnología para favorecer al agro y a la comunidad.

Aprovechamiento de los terrenos del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Campus Puerto Vallarta (TecMM, campus PV,) para la siembra orgánica, mediante la integración de prácticas tecnológicas de gestión sostenible con la biodiversidad, promoviendo una experiencia de aprendizaje productivo y de participación comunitaria.

Hace tres años inicia la primera etapa del proyecto en el TecMM, campus PV, a dicho proyecto se le conoce como “el huerto”, la idea original es aprovechar los terrenos del instituto que aún no han sido utilizados, estos terrenos tienen una superficie aproximada de 18 hectáreas, de las cuales se utilizan cinco para el proyecto. Se pretendía construir ahí, entre otras cosas, un invernadero hidropónico climatizado con un sistema solar de refrigeración por absorción, todo básicamente por que los alumnos que llevan el proyecto son de la carrera de ingeniería electromecánica, así que lo que se busca es automatizar y utilizar energías limpias. Por cuestiones económicas el proyecto, como se concibió en un inicio, no se ha realizado. Lo que si **se** ha hecho es trabajar la tierra y sembrar maíz, cacahuete, papaya, plátano, nopal, con bastante éxito. Cabe mencionar que el Instituto se encuentra en los márgenes de la ciudad, pegado al cerro, en una zona que se considera potrero.

Con apoyo de la subdirección de ecología del H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, se construyó y automatizo un invernadero hidropónico, este invernadero se encuentra en el área de la subdirección de ecología.

Se planteó que los alumnos se integraran en un proyecto que a la larga pueda traerles beneficios, pero sobre todo que vean de lo que son capaces cuando se organizan para lograr un objetivo. Schroeder (2006), establece que las prácticas de acción colectiva en torno a los recursos de uso común pueden constituir alternativas viables para el manejo y conservación de los ecosistemas en equilibrio con el desarrollo rural local.

Por su parte Melucci (1996) considera que la acción colectiva es aquello que da una especificidad y una autonomía a la acción social y que además le otorga un carácter colectivo como algo distinto a una suma de comportamientos individuales agregados, se puede considerar que la acción colectiva es un conjunto de prácticas sociales que involucran simultáneamente a un número de grupos o individuos que muestran unas características similares en un tiempo y un espacio y que implican un campo social de relaciones y la capacidad de la gente a la que involucra dando sentido a lo que están haciendo. En este proyecto no solo se trata de cultivar la tierra, se trata de hacerla productiva con tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Etapas 1. Como parte de la primera etapa se inició con la construcción de un invernadero hidropónico, el cual se ubicó dentro de las instalaciones de la subdirección de ecología de Puerto Vallarta, este invernadero cuenta con dos áreas donde se realiza el cultivo de plantas y verduras. Está dividido por una zona de a base de tierra, y por un invernadero hidropónico. El invernadero hidropónico se automatizo para el control de las variables como temperatura del aire, temperatura del agua, humedad, flujo de aire, nivel de luz, nivel de agua, pH, conductividad eléctrica.

Construcción del invernadero. La subdirección de ecología de Puerto Vallarta tiene un área recreativa donde pueden tener plantas, invernaderos y áreas de convivencia. El área se divide en diferentes secciones y cada sección tiene su función. El área para el invernadero es de aproximadamente 60 m², de los cuales solamente 11.25 m² se utilizan para la hidroponía.



Figura 1. Lugar para invernadero hidropónico.



Figura 2. Lugar para invernadero hidropónico.

....

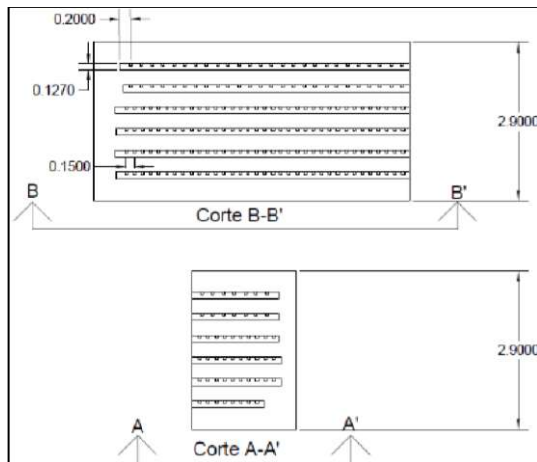


Figura 3. Bosquejo de la construcción del invernadero hidropónico.



Figura 4. Invernadero hidropónico construido.



Figura 5. Invernadero hidropónico construido

Colocación de sensores. Los sensores que se colocan son: DHT11 LM35, DS18B20, nivel de agua y luminosidad (fotorresistor).

Todos los sensores se conectan a la placa Arduino, y algunas salidas del Arduino están conectados a los relevadores. Estos relevadores mantienen una activación/desactivación de 5 V que son las salidas digitales del Arduino. Pero la entrada dependerá de los actuadores, de acuerdo al nivel de voltaje.

Todos los sensores son soldados a tres cables, los cuales son: voltaje, tierra y señal. Los cables son de diferentes longitudes, pero todos del mismo calibre, el cual es de #20 AWG.

Una vez conectados los sensores conforme al diagrama, se conectan los actuadores los cuales son: el ventilador, la bomba, y la lámpara. El ventilador (Imagen 50) se conecta a 127 V debido a que es de corriente alterna; sin embargo, la bomba (Imagen 51) y la lámpara (Imagen 52) utilizan un voltaje de 12 V de corriente continua.

Las conexiones de estos actuadores están directo a los relevadores como sistemas de conexión y desconexión para la activación. Estas conexiones se realizan mediante un cable dúplex de #12 AWG donde uno es voltaje y el otro es tierra.

La fuente de alimentación de 12 V sirve como un suministro de alto amperaje para utilizar actuadores de 12 V con alto nivel de corriente debido a que la batería no suministra la corriente necesaria.

Se utiliza un panel solar como sistema de energía renovable, el cual realimenta la batería mediante un controlador de voltaje porque el panel genera un voltaje de 24 volts de corriente directa. Por lo tanto, el convertidor es un dispositivo para el sistema y la batería. El sistema funciona gracias a un programa realizado en la plataforma de programación Arduino, que funciona de acuerdo a las variables que se están manejando dentro del invernadero y a los recursos que se tienen. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

```
NIVEL DEL AGUA
1
TEMPERATURA DEL AMBIENTE
T: 28°C
HUMEDAD DEL AMBIENTE
HR: 37%
TEMPERATURA DEL AGUA NIVEL 1
T: 26.69°C
TEMPERATURA DEL AGUA NIVEL 2
T: 26.50°C
TEMPERATURA
T: 9.77°C
LUZ
NIVEL DE LUZ: ALTO
```

```
ESTADO DE LA BOMBA
PARA ENCENDER BOMBA OPRIMA 1 Y ENTER; DESPUES ESPERE
PARA APAGAR BOMBA, OPRIMA 0 Y ENTER; DESPUES ESPERE
OPRIMA 0 PARA CONTINUAR
BOMBA APAGADA
NIVEL DEL AGUA
0
TEMPERATURA DEL AMBIENTE
T: 27°C
HUMEDAD DEL AMBIENTE
HR: 38%
TEMPERATURA DEL AGUA NIVEL 1
T: 26.31°C
TEMPERATURA DEL AGUA NIVEL 2
T: 26.19°C
TEMPERATURA
T: 9.77°C
LUZ
NIVEL DE LUZ: BAJO
```

```
PROGRAMA DEL SISTEMA DEL INFORME MEDICOPAC
//UTILIZANDO SENSOR DHT11, SENSOR LM35, SENSOR FOTOSENSOR Y SENSOR DHT22
//ENTRADA Y SALIDA DE DATOS

//SE INICIA LA LIBRERIA PARA PODER UTILIZAR LOS SENSORES
#include <DHT.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

//ASISTENTE DE NUMEROS A LOS FINES
const int Salida = 12;
const int sensor1 = A0;
//Módulo LM35
int pinTemp = A2;
const int sensor1temp = A2;
//Módulo DHT 22
const int pinSensorDHT = 14;
int temperatura_humedad;
int int_val = 0;
int int_val2_sensor = 2;
int int_val3_lm35 = 400;
int int_val4;

//LÍMITE DE VALOR DEL SENSOR PARA LA ACTIVACIÓN DEL RELAYPOR
//DETECCIÓN DE NUMERO EL CANTIDAD
int DHT (const sensor1, DHT11);
const int sensor1temp (const sensor1temp);
int intTempSensor = DHT22 (const pinSensorDHT);
```

Diagrama de conexión de sensores para Arduino Uno. Se muestran los pines de conexión para:

- SENSOR LM35:** VCC a 5V, GND a GND, AOUT a A0.
- SENSOR DS18B20 2:** VCC a 5V, GND a GND, DQ a A1.
- SENSOR DS18B20 1:** VCC a 5V, GND a GND, DQ a A2.
- SENSOR DHT11:** VCC a 5V, DATA a A3, GND a GND.
- SENSOR DE LUZ:** VCC a 5V, GND a GND, AOUT a A4.
- SENSOR NIVEL DE AGUA:** VCC a 5V, VO a A5, GND a GND.

Revista Tecnológica CEA N° 15, Diciembre 2021 - ISSN 2594 0414 -
Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-071113482900-203, ISSN 2594 0414
www.revistateconologicacea.mx

La comunicación del panel de Arduino muestra los resultados de forma ordenada y la representación de las variables son aceptables para el monitoreo. Las condiciones de los sensores se pueden programar de acuerdo a las condiciones de las plantas. En este caso, las condiciones fueron declaradas para mantener lechugas en un lugar adaptable. Enfoque social. Como se mencionó anteriormente el proyecto tiene dos enfoques, el técnico y el social. En el caso del invernadero hidropónico que se instaló en la subdirección de ecología, se diseñó un programa de visitas para estudiantes de los diferentes niveles, a quien se les explico el funcionamiento del vivero y como se construyó.



Figura 11. Visita de estudiantes



Figura 12. Visita de estudiantes

Etapa 2. La etapa dos del proyecto está en desarrollo actualmente, esta etapa se está llevando a cabo en las cinco hectáreas del TecMM, campus PV. Lo primero que se realizó fue la limpieza del terreno, el cual se encontraba lleno de basura y maleza.



Figura 13. Limpieza del terreno



Figura 14. Limpieza del terreno



Figura 15. Preparación del suelo



Figura 16. Preparación del terreno



Figura 17. Algunos resultados



Figura 18. Producción

CONCLUSIONES

Es importante hacer mención la participación desinteresada de los alumnos, este proyecto inicio con alumnos de ingeniería electromecánica, con la intención de crear sistemas automatizados, hidráulicos, hidropónicos, tecnología aplicada al campo, uso de energía renovable, etc. Pero poco a poco ha ido atrayendo alumnos de otras carreras como arquitectura y gastronomía. Toda la actividad estudiantil se ha documentado en una bitácora y en una memoria fotográfica, los cuales se han utilizado como instrumentos de registro de la observación del trabajo que se realiza.

Es un proyecto a largo plazo, que requiere recursos económicos para avanzar, la idea es contar con un espacio para que los alumnos aprendan y su vez compartan esos conocimientos con la sociedad, sobre todo con las colonias aledañas al TecMM, campus PV, donde existe una gran marginación social. Es hacer de la escuela un espacio de acción colectiva en busca de la sustentabilidad

LITERATURA CITADA

Cano-Díaz, Viridiana C., Cortina-Villar, Sergio, & Soto-Pinto, Lorena. La construcción de la acción colectiva en una comunidad del Área Natural Protegida: La Frailescana, Chiapas, México. Argumentos (México, D.F.), 28(77), 2015. 79-96. Recuperado en 08 de

septiembre de 2018, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952015000100005&lng=es&tlng=es.

Dickson. Química: Enfoque ecológico. México D.F.: LIMUSA WILEY.

Directindustry. (- de Agosto de 2012). Directindustry.es. Obtenido de DIRECT products: Electroválvulas hidráulicas, válvulas hidráulicas: <http://www.directindustry.es/cat/valvulas-electrovalvulas/electrovalvulas-hidraulicas-valvulas-hidraulicas-W-44.html> . 1985

Instituto de Información Estadística y Geográfica (2019) Tomado de:

<https://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/PuertoVallarta.pdf>

Mataix, C. (1982). Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas. San Rafael: OXFORD UNIVERSITY PRESS.

Molina, P. Profesormolina.com.ar. Obtenido de http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Huertas Familiares. Tomado de: <http://www.fao.org/3/y5112s/y5112s01.htm#TopOfPage>

Ramírez Barragán, Lorena Alejandra, & Calzada Cortina, María Teresa (2015). Pobreza urbana, deterioro de la ciudad actual: el caso de Puerto Vallarta. Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, IX (11), 29-41. [Fecha de Consulta 8 de Enero de 2020]. ISSN: 2007-1639. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3536/353642518003>

Segovia, D. y Ortega Ríos, G. (2012). La agroecología, camino hacia el desarrollo sustentable. Editorial (ICCO BASE-IS. Tomado de:

<http://www.baseis.org.py/adjuntos/la%20agroecologia.pdf>

Schroeder González, Natalia Mariel (2006). El ejido como institución de acción colectiva en el manejo de los ecosistemas de la región de Chamela-Cuixmala, Jalisco. 2014.

NIVEL DE DOMINIO EN HABILIDADES BLANDAS DE LOS ESTUDIANTES DE SEMESTRES INTERMEDIOS DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO EN ROQUE

Guadalupe Monserrat Rodríguez Serrato¹; Diana Gabriela Cisneros López^{2*}; Fabiola Barrera Vargas², Hugo Cesar Cisneros López²; Wendy Mondragón Moreno^{2*}

¹Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial. Tecnológico Nacional de México-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

²Docente-investigador. Tecnológico Nacional de México-Roque. Departamento de Ciencias Económico-Administrativas. *Autor de correspondencia: diana.cl@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El éxito en las organizaciones, hoy en día, está vinculado con el cambio estructural de la empleabilidad, esto debido a que la aceleración del mundo laboral a nivel global ha tomado un rumbo desenfrenadamente exigente, que los empresarios se han dado cuenta que no solo asegurando profesionistas con hard skills que desarrollen sus conocimientos y técnicas, dentro de sus filas, podrán hacer frente a estos retos. El verdadero desafío al que se presentan es contar con profesionistas capaces de hacer frente a este escenario acelerado, dotado de habilidades blandas y que este talento la organización lo potencialice como su ventaja competitiva. El papel que desempeñan las instituciones educativas, es fundamental para disminuir esta gran brecha de desempleo en el país, desarrollando estrategias que incluyan en la formación integral de los estudiantes las soft skills, mismas que a su vez se convertirán en ventaja competitiva en el momento de enfrentarse al mundo laboral. Es imprescindible que el Tecnológico Nacional de México campus Roque, como institución educativa en la formación de profesionistas de excelencia que contribuyan al desarrollo social del país, preste especial interés en el entrenamiento de las habilidades blandas como parte fundamental de la formación integral y de fomentar acciones que les permitan acceder de manera exitosa al campo laboral. Esta investigación surge con la finalidad de precisar si, desde su propia expectativa, los estudiantes adscritos a 5to y 6to semestre de la Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE) se sienten preparados y con manejo de las soft skills, ya que se encuentra a la mitad de su

formación y pueden identificar sus fortalezas y debilidades en este rubro que se convertirá como su mejor estrategia de impacto. Por lo anterior, se aplicó un instrumento de medición conformado por 52 ítems, los resultados muestran que en cuanto a tres habilidades: manejo de conflictos, toma de decisiones y autodidactismo el porcentaje más alto de respuestas se concentra en el 50% de manejo de estas HB, por lo que se podría considerar que al encontrarse los estudiantes a mitad de la carrera han adquirido la habilidad considerada al avance de sus estudios, en cuanto a orientación a resultados y liderazgo, la mayor parte de los encuestados se sienten más preparados, ya que la mayor cantidad de respuestas se encuentra en un nivel del dominio del 60% y 70%, respectivamente, por el contrario, en el dominio de todas las habilidades existe un mínimo común, entre un 16% y un 25% de los encuestados tienen un manejo de estas habilidades por debajo del 50% lo cual es un foco de atención, si se quiere que este sector de los estudiantes terminen la carrera con estas habilidades, es momento de tomar acción.

Palabras clave: *Talento, exigencias del mercado laboral, entrenamiento, ventaja competitiva, estrategia de impacto.*

ABSTRACT

Success in organizations, today, is linked to the structural change in employability, this because the acceleration of the world of work at a global level has taken a wildly demanding course, which employers have realized that not only ensuring Professionals with hard skills who develop their knowledge and techniques, within their ranks, 548íni be able to 548íni these challenges. The real challenge they 548íni is having professionals capable of facing this fast-paced scenario, endowed with soft skills and that the organization potentiate this talent as its competitive advantage. The role played by Educational Institutions is essential to reduce this large unemployment gap in the country, developing strategies that include soft skills in the comprehensive training of students, which in turn 548íni become a competitive advantage at the time of 548íni the world of work. It is essential that the Tecnológico Nacional de México campus Roque, as an educational institution in the training of professionals of excellence who contribute to the social development of the country, pay special interest in training soft skills as

a fundamental minimum comprehensive training and promoting actions that allow them to successfully minimum the labor field. This research arises with the purpose of specifying whether, from their own expectation, students enrolled in the 5th and 6th semesters of Engineering in Business Management (IGE) feel prepared and with management of soft skills, since it is in the middle of their training and can identify their strengths and weaknesses in this minimum that minimum become their best strategy to impact. Therefore, a measurement instrument made up of 52 items was applied, the results show that in terms of three skills: minimum management, minimum-making and self-learning, the highest percentage of responses is concentrated in 50% of managing these HB, so it could be considered that when the students are in the middle of the career they have acquired the skill considered as they advance their studies, in terms of results orientation and leadership, minimum the respondents feel more prepared, since that the highest number of responses is found at a mastery minimum 60% and 70%, respectively, on the contrary, in the domain of all skills there is a common minimum, between 16% and 25% of respondents have A management of these skills below 50%, which is a focus of attention, if this sector of students is to finish their degree with these skills, it is time to take action.

Keywords: *Talent, labor market demands, training, competitive advantage, impact strategy.*

INTRODUCCIÓN

La productividad es el objetivo principal de toda organización, esto, aunado a las exigencias del mundo cambiante, las organizaciones buscarán las estrategias necesarias para mantenerse y además ser competitivos en el mercado. Estas estrategias implican siempre la innovación en todos los ámbitos, por tal motivo, se implementan diferentes alternativas que permitan el logro de dicha productividad.

Las directrices laborales están vislumbrando un mercado de alta exigencia, por lo que hoy las organizaciones ya están poniendo acción en las mejoras de sus procesos de reclutamiento y selección de personal, que cuente con las habilidades blandas y duras necesarias para enfrentar dichas exigencias tanto en el aspecto de innovación tecnológica y el desarrollo de talentos. Entendiendo habilidades blandas (HB) o soft skills como características de personalidad, difíciles de desarrollar, y de amplio alcance) y duras conocimientos técnicos, prácticos, mecánicos, específicos para una tarea o actividad. Alles, 2007.

Según la Human Age Institute (2021) un 43% de las compañías tienen hoy problemas para encontrar a personas con las competencias necesarias y el dato no ha hecho más que subir en los últimos años. Aunado a este impactante escenario el estudio realizado en el 2013 por Man powergroup denominado Escasez de Talento, muestra como causa principal para encontrar prospectos: la empleabilidad que está directamente relacionado con las habilidades blandas. Empower Group (2013)

Aproximadamente uno de cada cuatro directivos (24%) a escala mundial destacan que la falta de experiencia general es el motivo básico de la escasez de talento con la que se encuentran, mientras que casi uno de cada cinco directivos (19%) afirma que los candidatos carecen de las competencias de empleabilidad (las llamadas habilidades sociales o soft skills) requeridas. Los directivos han identificado una serie de déficits en materia de habilidades sociales, entre los que se incluyen el entusiasmo/ motivación (5%), las habilidades de trato interpersonal (4%), la profesionalidad, es decir, el cuidado por el aspecto, la puntualidad, etc. (4%), y la flexibilidad y adaptabilidad (4%). Más de uno de cada diez directivos afirma que los candidatos buscan una retribución superior a la ofrecida, si bien el porcentaje de directivos que cita este factor ha disminuido, pasando del 13% en 2012 al 11% en 2013. Es claro que el talento aunado con la innovación y la competitividad sean los factores centrales para atender y desarrollar con la finalidad de hacer frente a las economías emergentes que surgen de manera acelerada. Así mismo, se visualiza un severo panorama en lo que respecta al tema de las habilidades como lo destaca CONOCER (Consejo Nacional de Normatización y Certificación de Competencias Laborales, 2015, pag.11)

En el futuro se vivirá en una cultura del mérito y del desempeño del saber y del saber hacer (competencias duras) basado en competencias blandas (saber ser, saber convivir). Se modificará la forma de ver las competencias. El saber hacer prevalecerá como eje para montar los otros saberes (saber, saber ser y saber convivir). La globalización demandará competencias para la vida y el trabajo. Sobre todo, las que se refieren a ganarse la vida que tomará ventaja con respecto a las competencias que ennoblecen el espíritu y forman ciudadanos mejores.

Para hacer frente a este reto laboral que presentan los estudiantes, es menester resaltar la relevancia de fortalecer la vinculación: gobierno, instituciones educativas y empresas, donde el gobierno es el factor medular donde se desarrollan las estrategias que han de implementar las instituciones de educación y que ésta a su vez estará moldeando transversalmente esas habilidades en la formación integral de los futuros profesionistas, y logren convertirse en ese recurso de gran talento para aportar soluciones estratégicas, impactando en la productividad organizacional, esperando se incrementen los índices de empleabilidad. Las Instituciones de Educación Superior juegan el papel de aliadas estratégicas para el desarrollo social y económico de la nación y se reconoce que educar en habilidades blandas es un proceso vital para disminuir el desempleo. Europapress (2014).

Las instituciones educativas en este papel estratégico de formación integral deberán trabajar para disminuir la brecha de desempleo en los profesionistas egresados, e ir cambiando este resultado que presentó el Banco Mundial en su estudio con base en exámenes estandarizados donde México muestra un rezago en la calidad de la educación que se imparte respecto de la media nacional. Banco de México (2018). Por tal motivo, se deberá buscar una combinación en la necesidad de formar profesionistas con habilidades duras y habilidades blandas que les permita ser una fuerza laboral más calificada y atractiva para el mundo laboral.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación descriptiva, ya que según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2010), este tipo de investigación, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. En esta investigación se realizó un instrumento de medición tipo encuesta, conformada de un total de 52 preguntas, enfocada a medir el nivel aprendizaje y manejo de los estudiantes en cuanto a 15 habilidades blandas, como son: trabajo en equipo, comunicación asertiva, escucha activa, liderazgo, toma de decisiones, comunicación digital, iniciativa, autodidactismo, flexibilidad, cooperación, manejo de conflictos, planificación y gestión del tiempo, empatía, confianza en sí mismo y orientación a resultados, sin embargo, para fines más específicos el enfoque de la investigación se basará en la representación de 5 habilidades blandas, manejo de conflictos, toma de decisiones, autodidactismo, orientación a resultados y liderazgo, las respuestas a considerar se basan en el porcentaje de dominio de la habilidad, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%. La población de estudio corresponde a los 198 estudiantes adscritos al 5to y 6to semestre de la Ingeniería en Gestión Empresarial del TecNM-Roque, en el semestre agosto- diciembre 2021, de los cuales se tomó una muestra de 50 estudiantes con esta característica, por lo que las respuestas están supeditadas a las expectativas de dicha muestra de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la actualidad, el mercado laboral, exige cada día mayor manejo tanto de las habilidades duras como de las habilidades blandas, en esta investigación se resaltaron las que se consideran imprescindibles para los estudiantes de la Ingeniería en Gestión Empresarial, a continuación, se describen los resultados:

Tanto en la vida laboral como en la personal, día a día se presentan dificultades que se tienen que solucionar, y para un gestor es en demasía importante el hecho de que pueda manejar las situaciones conflictivas que se le presenten, los estudiantes encuestados seleccionaron el porcentaje de manejo con el cual se identifican al día de hoy (véase figura 1), resultando que el más seleccionado es el 50%, en segundo lugar el 70% y en tercer lugar un 15% se considera

que maneja esta habilidad al 100%, y aunque se muestran resultados favorables, hay un 15% de los encuestados que reconocen manejar esta habilidad entre un 10% y un 20%, es importante resaltar que al encontrarse en semestres intermedios (5to y 6to) de la carrera, se está a tiempo para que dentro de las actividades de aprendizaje y desarrollo de habilidades de lo que les resta se puedan aplicar ejercicios que les permitan desarrollar el manejo de conflictos.

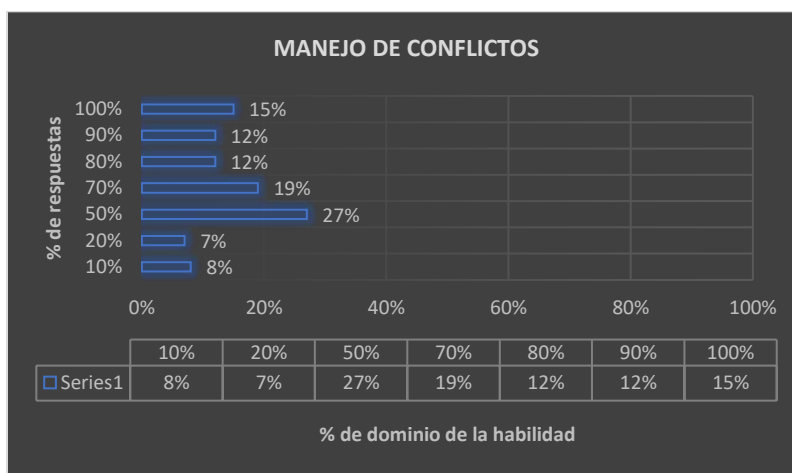


Figura 1. Habilidad de manejo de conflictos. Fuente elaboración propia.

Aunado al manejo de conflictos, la toma de decisiones muestra una relación directa, ya que al evaluar una situación completa, se consideran y analizan las diferentes alternativas, los diferentes escenarios y demás variables de impacto que permitan tomar una decisión correcta, en ocasiones es decir que una decisión es correcta conlleva determinar desde que punto de vista se toma, sin embargo si es necesario desarrollar la capacidad de análisis y síntesis y demás factores que permitan considerar, en lo posibles, todas las variables de impacto, el 47% de los estudiantes encuestados tienen un manejo de esta habilidad en un rango del 70% al 100%, por el contrario, el 53% se considera estar en el rango entre el 10% y el 50%. Lo anterior se muestra en la figura 2:

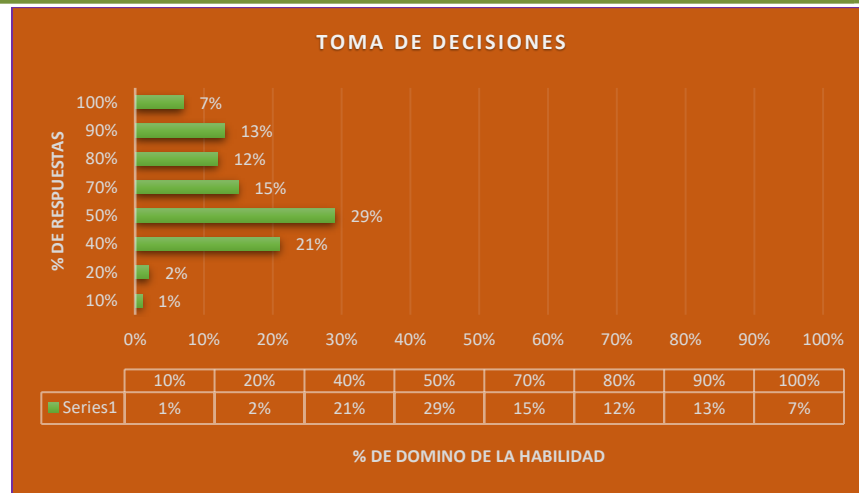


Figura 2. Habilidad evaluada: toma de decisiones. Fuente elaboración propia.

Es importante que las instituciones educativas de cualquier nivel, propicien el autoaprendizaje o autodidactismo en sus estudiantes, motiven actividades relacionadas con la iniciativa y la creatividad, ya que en las empresas se requieren estas capacidades, así mismo en la línea del emprendedurismo, en la figura 3 se visualiza que, el 36% de los encuestados creen tener esta habilidad desarrollada en un rango entre el 70% y el 100%, en el lado contrario, el 64% considera que a la mitad o un poco más de la mitad de la carrera se encuentra en un rango de dominio de entre el 20% y el 60%, esta medición les debiera servir para reflexionar y medir cuál es su situación real, el tiempo que tienen para desarrollarse y en donde quisieran estar en cuanto al dominio de habilidades al terminarla, para que de esa comparación ellos mismos tomen acción.

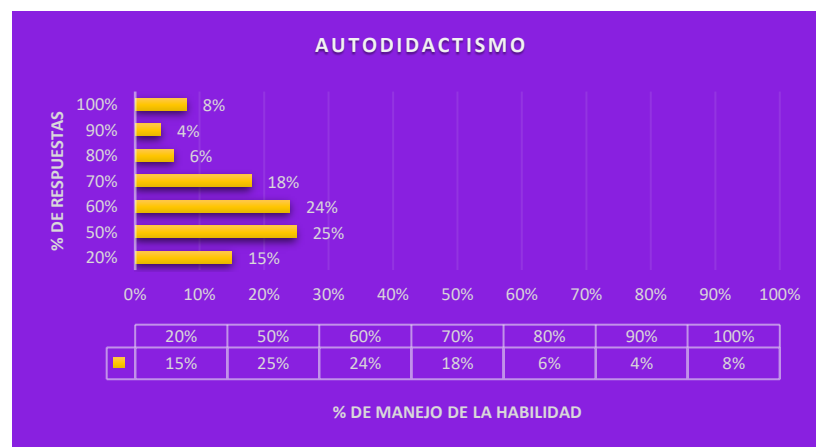


Figura 3. Habilidad autodidactismo. Fuente elaboración propia.

En la figura 4 se puede observar los resultados en cuanto al entendimiento y comprensión de lo que conlleva trabajar con orientación a resultados, es bien sabido que en relación con factores como iniciativa y administración de tareas, se pide el enfoque muy directo de lograr el objetivo, por ello hay toda una teoría en cuanto a la administración por objetivos, y el fundamento es claro, los estudiantes deben enfocarse a las acciones, sin perder de vista el objetivo hasta alcanzarlo, el 18% de los encuestados consideran dominar esta habilidad en un 70%, un 35% se manifiesta en un rango entre el 80% y el 100% y en el otro lado de la gráfica se encuentra el resto, el 47% que se ubica en un nivel entre el 10% y el 60%, por lo que llama la atención que en estos semestre algunos estudiantes se valoren con un dominio de la habilidad de un 10%.

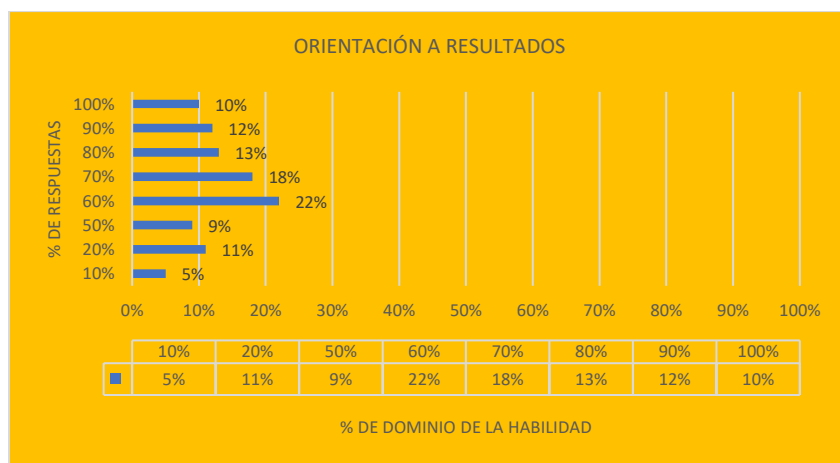


Figura 4. Evaluación de la habilidad: orientación a resultados. Fuente elaboración propia.

El liderazgo es una habilidad que se solicita en estudiantes, gerentes y profesionistas en general, y aunque ya se ha hablado mucho de este tema, la realidad es que falta reforzarla y mucho, la figura 5 muestra que, el 67% de los estudiantes encuestados tienen un manejo de esta habilidad entre el 70% y el 100%, mientras que el 33% se sitúan entre el 10 y el 60%, por lo que, aunque esta habilidad es la mejor evaluada, si es necesario reforzarla, ya que resalta un alarmante 16% de los encuestados que están en un manejo por debajo del 50% y en esta etapa de su vida académica su manejo debía ser por encima del 50%.

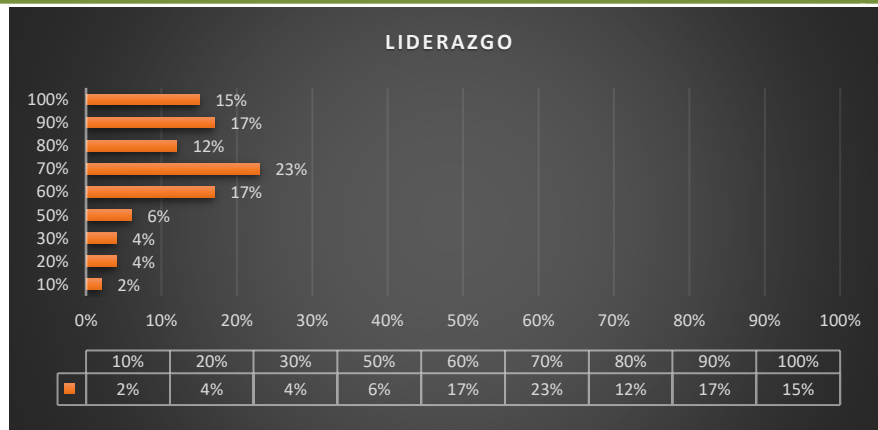


Figura 5. Habilidad de liderazgo. Fuente elaboración propia.

CONCLUSION

Toda institución educativa buscar cada día ser mejor y que sus estudiantes egresen lo más preparados posibles, ya que las exigencias del mercado laboral en cuando al manejo de habilidades duras y blandas van en aumento, por ello, el énfasis en considerar materias y actividades que permitan un mayor refuerzo para su desarrollo. El talento es algo natural con el cual las personas crecen, pero también algo que se puede desarrollar y trabajar a lo largo de la formación profesional, los estudiantes de la Ingeniería en Gestión Empresarial tienen talento, sin embargo, no está demás, proveerles de herramientas, materias, cursos, congresos que les refuercen las habilidades blandas tales como liderazgo, manejo de conflictos, autodidactismo, orientación a resultados y la toma de decisiones, lo cual impactará en su formación integral.

El que los estudiantes en este momento, de semestres tales como 5to y 6to de IGE, vayan desarrollando sus habilidades blandas, dado que en 8vo semestre las lleven a la madurez, les va a permitir tener una ventaja competitiva, ser más productivos, obtener una mejor posición laboral, ser personas integrales y virtuosas y porque no decirlo, también ser mejores personas y mejores ciudadanos.

Es importante también reconocer que este tipo de habilidades, por lo general las evalúan las demás personas, por ello, es prioritario hacer consciencia en los estudiantes a desarrollarlas lo más posible, ya que aunque alguien pueda decir que tiene un buen manejo de ellas, el

impacto que se le dé a los demás será lo que va a medir el nivel de domino, y este puede variar entre lo que la propia persona considera y el promedio de lo que los demás evalúan, por ello, hacer énfasis en que nunca esta demás la continua práctica y el aprendizaje constante.

LITERATURA CITADA

- Alles, M. (2007). Dirección Estratégica de Recursos Humanos: Gestión por competencias. Buenos Aires: Granica
- Banco de México (2018). Crecimiento Económico y Productividad.
<https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-trimestrales/recuadros/%7B81E83E11-CFE1-C761-B850-8949FC923C55%7D.pdf> Consulta. Noviembre 09,2021.
- CONOCER. Construyendo el futuro del Sistema Nacional de Competencias en México. Noviembre 09, 2015. <https://conocer.gob.mx/contenido/transparencia/PDF/CONSTRUYENDOELFUTURO.pdf> . Pag. 11. Consulta: noviembre 09,2021.
- Estudio Manpowergroup sobre Escasez de Talento 2013. Estudio%20ManpowerGroup%20Escasez%20Talento%202013_635271286709067500.pdf f. pag. 8
- EuropaPress. (2014). Erro subraya la importancia de las habilidades blandas para mejorar las opciones de encontrar un empleo. Obtenido de lainformación.com Web site: http://noticias.lainformacion.com/mano-de-obra/mercado-laboral/erro-subraya-laimportancia-de-las-habilidades-blandas-para-mejorar-las-opciones-de-encontrar-unempleo_DUaCYo3PC9zpw7KPgpEx71/
- Hernández, S. R., Fernández-Collado C. y Baptista., L. P. (2006), Metodología de la Investigación, Mc Graw Hill, 4ta Edición.
- Human Age Institut. De hard a heart skills: cómo la digitalización humaniza las competencias. <https://humanageinstitute.org/contenidos/de-hard-a-hearts-skills-como-la-digitalizacion-humaniza-las-competencias/>. Consulta noviembre 08, 2021.

NIVELES DE EVAPOTRANSPIRACION SOBRE EL POTENCIAL HIDRICO, TEMPERATURA Y RENDIMIENTO EN MAIZ FORRAJERO EN RIEGO POR GOTEO

Martin Mesta Ibarra¹, Arturo Reyes González¹, Antonio Gerardo Yescas Coronado¹.

RESUMEN

En la actualidad el mundo comienza a verse afectado por problemas de desabasto hídrico, se estima que para el año 2050 este problema tendrá un incremento considerable debido al crecimiento de la población mundial lo que ocasionará problemas en el abasto para el consumo de agua y producción de alimentos. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de diferentes niveles de evapotranspiración sobre el potencial hídrico (Ψ_h), temperatura superficial (T_s) y rendimiento en maíz forrajero (*Zea maíz L.*) bajo riego por goteo. El estudio se llevo a cabo en el verano de 2020 en las instalaciones del Campo Experimental La Laguna en Matamoros, Coahuila, México. Se evaluaron tres niveles de evapotranspiración (ET) (60,80 y 100%) los cuales indican el total de lamina de riego a aplicar con riego localizado y un tratamiento testigo (riego superficial en melgas). Se utilizaron tres híbridos de maíz de ciclo intermedio (MH431, MH383 y MSB302). Se utilizo un diseño experimental por parcelas divididas en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Palabras clave: Desabasto hídrico, Evapotranspiración, Maíz híbrido, Temperatura superficial, rendimiento.

ABSTRACT

At present the world is beginning to be affected by problems of water shortage, it is estimated that by the year 2050 this problem will have a considerable increase due to the growth of the world population, which will cause problems in the supply for water consumption and food production. The objective of the present work was to determinate the effect of different levels of evapotranspiration on the hydric potential (Ψ_h), surface temperature (T_s) and yield in forage corn (*Zea maíz L.*) low drip irrigation. The study was carried out in the summer of 2020 at the La Laguna experimental field in Matamoros, Coahuila, Mexico. Three levels of

evapotranspiration were evaluated (ET) (60, 80 and 100%) which indicate the total irrigation sheet to be applied with localized irrigation and a control treatment (Surface irrigation). Three intermediate season corn were used (MH431, MH383 and MSB302). An experimental design was used by plots divided into a randomized complete block design with four replications.

Keywords: *Water shortage, Evapotranspiration, Hybrid corn, Surface temperature, Yield.*

INTRODUCCIÓN

Se estima que para el año 2050 la población mundial alcance los 9.7 billones de habitantes a una tasa de crecimiento lento (ONU 2019). Esto representa un panorama grave en cuanto al abasto de agua y a la producción de alimentos, pues al contrario de lo que sucede con la población el recurso hídrico disminuye con el paso del tiempo. Además, si a lo anterior se le suma que la agricultura, el mayor consumidor de agua en el mundo utiliza el 80% de esa agua destinada para fines de riego no deja mucho margen para el abastecimiento de agua para consumo humano (CONAGUA, 2016).

En la Comarca Lagunera se ubica la principal cuenca lechera del país; se estima una explotación de ganado bovino de 480 mil cabezas, con una demanda diaria de 7,200 toneladas de materia seca (forraje) (Siglo de Torreón, 2019). El principal factor limitante para la producción de cultivos es el recurso agua por tal motivo el uso de sistemas de riego eficientes es prioritario si se quiere seguir produciendo forrajes que requieran menos agua (Godoy, 2000). El uso de la evapotranspiración del cultivo es una herramienta para estimar la demanda hídrica y facilita calendarización de riego Kool *et al.*, 2014)

Diferentes procesos fisiológicos vegetales pueden ser afectados por la disminución del riego. Por ejemplo, la conductancia estomática se reduce a medida que aumenta el estrés hídrico en hojas a causa del cierre de estomas, en consecuencia, se incrementa la temperatura de la hoja a niveles que causen daños por calor. Al mismo tiempo se reduce la transpiración foliar y aumenta la resistencia estomática. También el potencial hídrico de la hoja disminuye al incrementar el estrés hídrico, por lo que hay menor crecimiento vegetativo y producción de biomasa (Quintal Ortiz, y otros, 2012) por consiguiente entre menor biomasa se genere se obtendrá un menor rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental de La Laguna (CELALA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Su localización geográfica es 102° 00' y 104° 47' O y 24° 22' y 26° 23' N. en el lugar se presentan temperaturas máximas hasta de 45°C y temperaturas mínimas de 0°C, con una temperatura anual promedio de 21.5°C, una precipitación media anual de 227 milímetros y una ET media anual de 2,000 milímetros.

El establecimiento de los tres híbridos de maíz en campo se realizó el 17 de julio del 2020 en forma manual, depositando una semilla por orificio a una profundidad aproximada de 2 a 3 cm y un distanciamiento entre semillas de 12 cm y 76 cm de separación entre surcos para lograr una densidad de población de 109 mil plantas por hectarea. Se utilizaron tres híbridos de maíz blanco forrajero (*Zea mays L.*) con adaptabilidad a altas temperaturas y con alturas alrededor de los 2.0 metros. La dosis de fertilización que se utilizó fue: 200-100-00 (NPK), utilizando como fuente de nitrógeno urea y sulfato de amonio, y como fuente de fósforo el MAP. Durante la siembra se aplicó la mitad del nitrógeno con el sulfato de amonio, esto en el riego por inundación a los 30 DDS y en el riego por goteo se fraccionó la mitad durante todo el ciclo del cultivo.

Para este trabajo se estableció un diseño experimental de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los diferentes niveles de ET (tratamientos de riego) se consideraron como parcela grande, mientras que las tres variedades de maíz (MH431, MH383 y MSB302) se consideraron como parcela chica. Los tratamientos de riego fueron: riego por goteo subsuperficial (RGS), donde se aplicó el 100, 80 y 60% de la lámina determinada por la ET estimada por el atmómetro y un tratamiento testigo que fue el riego por gravedad irrigado con melgas por inundación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comenzando por el (Ψ_h), en el tratamiento al (100%) MH431 obtuvo valores más altos mientras que MH383 fue quien se mantuvo con los valores más bajos. Al (80%) los tres tratamientos se comportaron de manera similar, aunque el que se adaptó mejor fue el tratamiento MH383, al (60%) de lámina aplicada se encontró que de igual manera el tratamiento MH383 fue quien obtuvo los mejores resultados, aunque no fue mucha la diferencia el tratamiento MSB302 obtuvo los valores más bajos, esto debido al estrés generado a la planta por estrés hídrico.

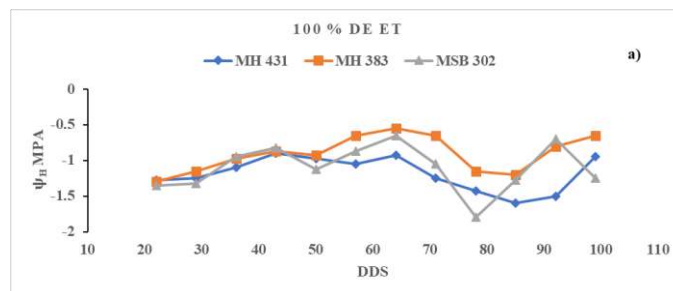


Figura 1. Valores de potencial hídrico de 3 variedades de maíz al 100% de lámina de riego determinada por ET estimada por el atmómetro.

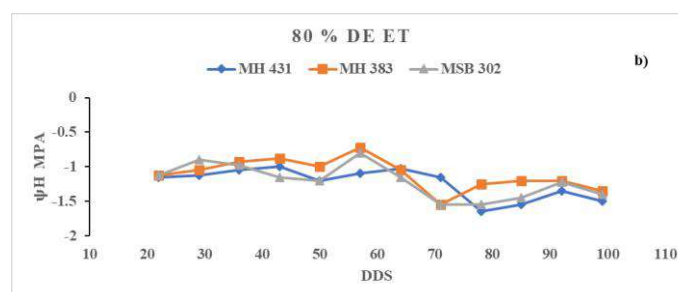


Figura 2. Valores de potencial hídrico de 3 variedades de maíz al 80% de lámina de riego determinada por ET estimada por el atmómetro.

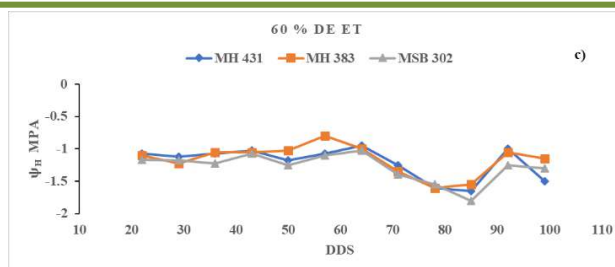


Figura 3. Valores de potencial hídrico de 3 variedades de maíz al 60% de lámina de riego determinada por ET estimada por el atmómetro.

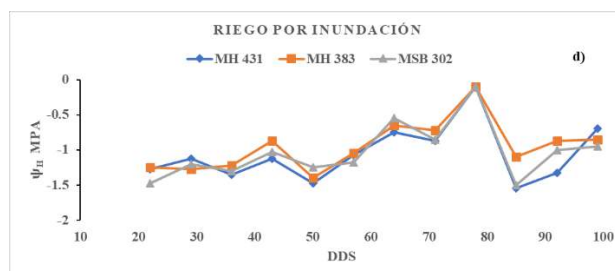


Figura 4. Valores de potencial hídrico de 3 variedades de maíz bajo riego por gravedad

En relación a la temperatura los 4 tratamientos durante el ciclo en las 3 variedades de maíz fue muy similar, pero podemos observar que la variedad MSB302 presenta temperaturas más altas al faltarle agua como en los casos de los tratamientos al 80 y 60%.

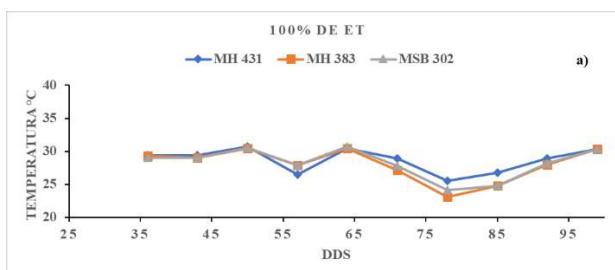


Figura 5. Valores de Temperatura superficial de 3 variedades de maíz al 100% de lámina de riego determinada por la ET estimada por atmómetro.

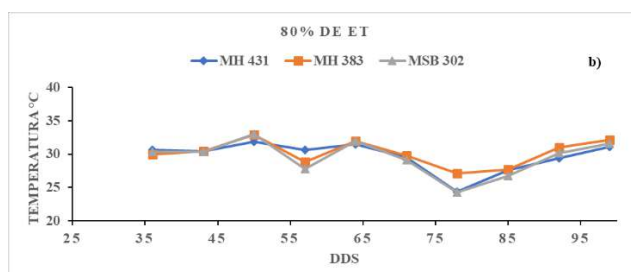


Figura 6. Valores de Temperatura superficial de 3 variedades de maíz al 80% de lámina de riego determinada por la ET estimada por atmómetro.

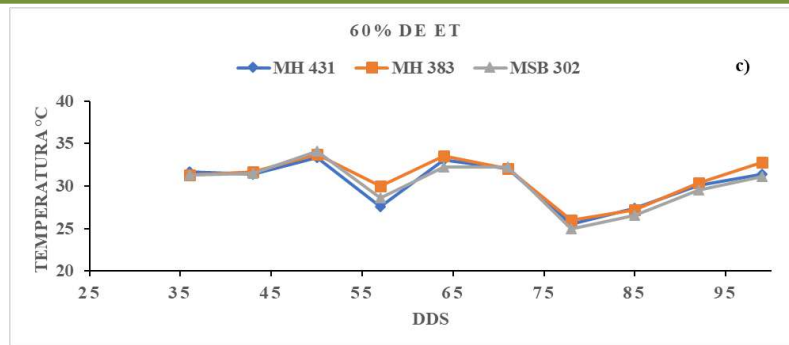


Figura 7. Valores de Temperatura superficial de 3 variedades de maíz al 60% de lámina de riego determinada por la ET estimada por atmómetro.

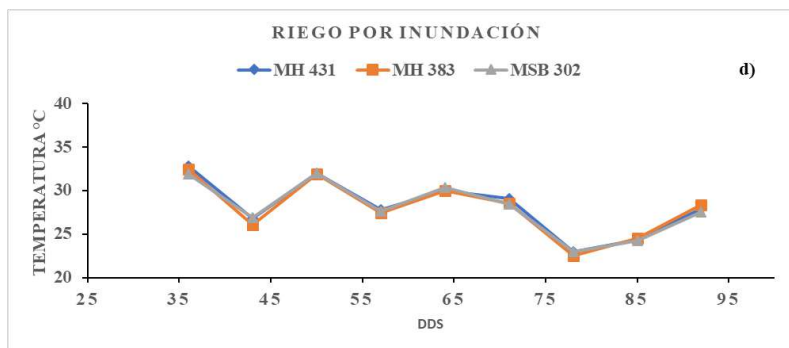


Figura 8. Valores de Temperatura superficial de 3 variedades de maíz bajo riego por gravedad.

El mayor rendimiento en forraje seco se obtuvo en el tratamiento irrigado al 100% por encima de los tratamientos al 80% y por inundación los cuales obtuvieron rendimientos similares dejando por debajo al tratamiento regado al 60% de ET.

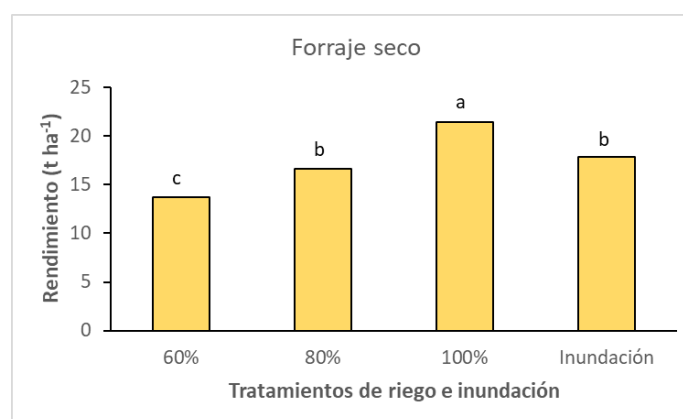


Figura 9. Rendimiento en forraje seco de tres variedades de maíz bajo cuatro tratamientos de riego.

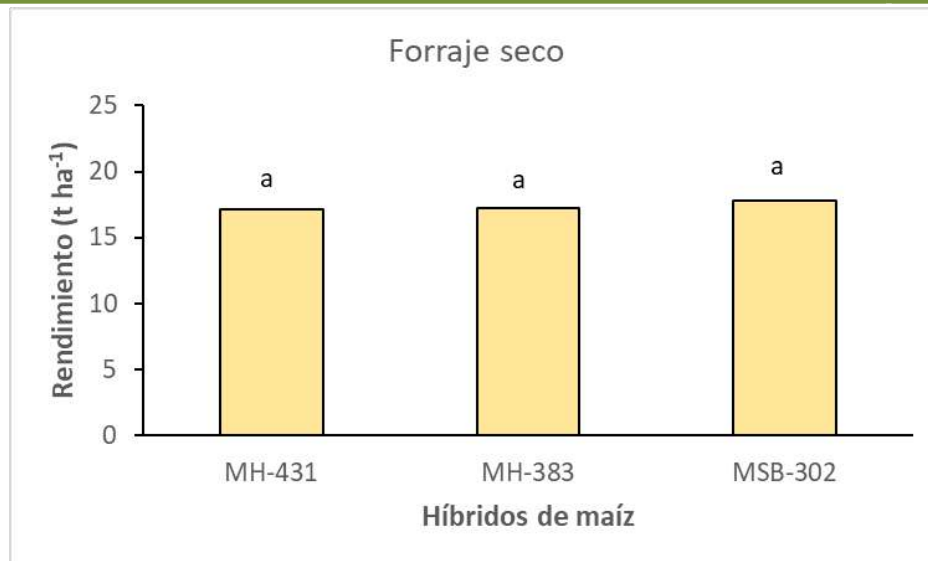


Figura 10. Rendimiento de tres híbridos de maíz blanco.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de riego o diferentes niveles de ET afectaron significativamente los valores de potencial hídrico (ψ_h), temperatura superficial (T_s) y rendimiento en las tres variedades de maíz durante el ciclo del cultivo.

En lo que respecta a forraje seco no hubo diferencia estadística significativa entre variedades de maíz, pero si se presentaron diferencias entre tratamientos de riego ya que el tratamiento al 100% fue el que presentó un mejor rendimiento seguido por tratamiento a 80% e inundación y con un rendimiento menor en el tratamiento de 60% de ET.

Agradecimientos

Se agradece al campo experimental La Laguna (INIFAP) de Matamoros, Coahuila y al Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), por el trabajo en conjunto que permitió el desarrollo de la investigación. Al personal técnico que ayudó en la instalación y desarrollo del experimento.

LITERATURA CITADA

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2016). Clasificación de la intensidad de sequia. Consultado el 13 de noviembre, 2021, desde <http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=comcontent&view=article&id=237:clasificación-de-la-severidad-de-la-equia&catid=general>(08/12/2019).
- El siglo de Torreón. 2019. Resumen Comarca Lagunera 2019. Cia. Editora de la Laguna S.A de C.V. Torreón, Coahuila, México. 80 p.
- Quintal Ortiz, W. C. et al. (2020). Uso de agua, potencial hidrico y rendimiento de chilke habanero (*Capsicum chinese* Jacq). Sociedad Mexicana de Fitogenetica. A. C. Mexico, 155-160.
- ONU. (2019). Department of Economic and Social Affairs. Consultado el 13 de noviembre, 2021, desde <http://www.un.org/development/desa/en/news/world-population-prospect-2019.html>.
- Godoy, A., C. 2000. Problemas asociados con la disponibilidad del agua. In: tecnología de riego en nogal pecanero Libro Científico No. 1. Primera edición. SAGAR. INIFAP.CIFAP-Comarca Lagunera. P. 43-487.
- Kool, D., Agam, et al.. (2014). A review of approaches for evapotranspiration partitioning. Agricultural and forest Meteorology, 184, 56-70.

***Pantoea agglomerans*-INI5503 ALIVIA EL EFECTO DE UNA BAJA DISPONIBILIDAD DE Fe EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

Cristina Mancera Ramírez ^{1,2}, María del Carmen Gasca Rangel², Cesar Aguirre Mancilla⁴, Gerardo Armando Aguado Santacruz^{2,3*}

¹Universidad Politécnica de Guanajuato en Cortázar, Depto. Ing. Biotecnología, Avenida Universidad Sur #1001, Comunidad Juan Alonso, C.P. 38496, Cortázar, Guanajuato, México.

²BIOqualitum, Oriente 7 #158, Ciudad Industrial, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México.

³Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende C.P.38110, Celaya, Guanajuato, México.⁴Tecnológico Nacional de México/I.T. Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas Km. 8, Celaya, Guanajuato 38110, México. *Autor de correspondencia: gaguados@gmail.com

RESUMEN

La deficiencia de hierro afecta al crecimiento de las plantas causando pérdidas significativas en la producción y calidad de los cultivos agrícolas. Los objetivos del presente trabajo consistieron en aislar e identificar molecularmente una cepa bacteriana con capacidad de síntesis de sideróforos y analizar su eficiencia para mejorar el crecimiento de plantas de maíz cultivadas bajo condiciones limitativas de hierro en invernadero. La cepa bacteriana INI5503 destacó por su capacidad para sintetizar sideróforos en medio CAS (Cromo Azurol S). La identificación molecular de este aislamiento mediante la amplificación de un fragmento del gen ribosomal 16S, y su posterior comparación con la base de datos del NCBI, indicó que las secuencias amplificadas de la cepa correspondieron a *Pantoea agglomerans*. La funcionalidad de esta cepa se evaluó empleando plántulas de maíz cultivadas en invernadero, bajo condiciones limitativas de hierro inducidas mediante el uso de 8-hidroxiquinoleína (HQ) como agente quelante. La bacteria se creció en medio ATS (agar-triptona-soya) y se evaluaron cuatro tratamientos. En el primero, la cepa crecida en medio ATS fue agregada a plantas de maíz cultivadas bajo condiciones limitativas de hierro (ATS-B/H₂O+HQ). En otros dos tratamientos, al medio ATS se le agregó HQ como sobre-inductor de la producción de sideróforos en la bacteria y los inóculos bacterianos obtenidos se agregaron a plantas cultivadas bajo condiciones óptimas (ATS-B+HQ/H₂O) y subóptimas de hierro (ATS-

B+HQ/H₂O+HQ). En el tratamiento control, las plantas de maíz no se inocularon con la bacteria y se cultivaron en condiciones limitativas de hierro (ATS/H₂O+HQ). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las variables cuantificadas de peso fresco, peso seco y altura de plantas. El crecimiento de la bacteria bajo condiciones limitativas de hierro (ATS-B+HQ/H₂O) resultó en los mayores valores en las variables analizadas.

Palabras clave: *Pantoea agglomerans*, *Zea mays*, sideróforos, hierro, nutrición.

ABSTRACT

Iron deficiency affects plants causing significant losses in the production and quality of agricultural crops. The objectives of the present work were to isolate and identify molecularly a bacterial strain with the capacity to synthesize siderophores and to analyze its efficiency to improve the growth of corn plants grown under iron-limiting conditions in the greenhouse. The bacterial strain INI5503 stood out for its ability to synthesize siderophores in CAS medium (Cromo Azurol S). Molecular identification of this isolate by amplification of a fragment of the 16S ribosomal gene, and its subsequent comparison with the NCBI database, indicated that the amplified sequences of the bacterial strain corresponded to *Pantoea agglomerans*. The functionality of this strain was evaluated using maize seedlings grown in the greenhouse under iron-limiting conditions induced by using 8 hydroxyquinoline (HQ) as a chelating agent. The bacterium was grown in ATS (agar-tripton-soybean agar) medium and four treatments were evaluated. In the first one, the strain grown on ATS medium was added to corn plants grown under iron-limiting conditions (ATS-B/H₂O+HQ). In two other treatments, HQ was added to the ATS medium to induce siderophore production in the bacteria and the resulting inoculum was added to plants grown under optimal (ATS-B+HQ/H₂O) and suboptimal iron (ATS-B+HQ/H₂O+HQ) conditions. In the control treatment, maize plants were not inoculated with the bacteria and were grown under iron-limiting conditions (ATS/H₂O+HQ). Significant differences ($P < 0.05$) were found in the quantified variables of plant fresh weight, dry weight and height. Growth of the bacterium under iron-limiting conditions (ATS-B+HQ/H₂O) resulted in the highest values in the variables analyzed.

Keywords: *Pantoea agglomerans*, *Zea mays*, *siderophores*, *iron*, *nutrition*

INTRODUCCIÓN

El Fe es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre y es clave en el metabolismo de todos los organismos vivos, ya que participa como cofactor de diversas enzimas que apoyan en funciones biológicas (Aguado-Santacruz *et al.*, 2012). A pesar de su gran abundancia, la biodisponibilidad de este elemento es baja debido a que su rápida oxidación origina hidróxidos escasamente solubles. Las plantas crecidas bajo condiciones limitativas de Fe generalmente manifiestan un padecimiento conocido como clorosis férrica, el cual reduce el crecimiento y productividad de los cultivos. En el suelo, los microorganismos han desarrollado diferentes mecanismos para la absorción de Fe siendo uno de los más importantes la síntesis de sideróforos. Estas moléculas poseen una gran afinidad por los iones férricos y, por lo tanto, son capaces de captar el hierro mediante la conversión de Fe^{+3} a hierro ferroso Fe^{2+} , forma que es más asimilable por las plantas. Con base en estas premisas es importante analizar la posibilidad de mejorar la nutrición de las plantas en suelos con poca disponibilidad de hierro empleando microorganismos solubilizadores de hierro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo en un suelo agrícola de Coahuila. Para su procesamiento se realizaron diluciones seriadas hasta 10^{-4} , a partir de la cual se estriaron 500 μL por extensión en placas de medio LB. Posteriormente las colonias aisladas se crecieron en medio LB líquido y se tomaron 15 μL de cada cepa para humedecer discos de papel filtro los cuales fueron colocados sobre medio selectivo Cromo Azurol Sulfonato (CAS). Las bacterias resultaron positivas a la prueba de CAS (producción de sideróforos) cuando formaron un halo de color naranja alrededor de cada disco. Una vez determinada la cepa con aparente mayor capacidad de producción de sideróforos se procedió a llevar a cabo su identificación molecular. Se realizó una extracción del ADN genómico de la cepa hiperproductora de sideróforos para llevar a cabo una amplificación de fragmentos del gen ribosomal 16S mediante la técnica de PCR, empleando los primers universales mencionados por Singh *et al.* (2017): Forward GM3F: 5'-

AGAGTTTGATCMTGGC-3', Reverse GM4R: 5'-TACCTTGTTACGACTT-3'. Los amplicones obtenidos fueron secuenciados en LANGE BIO del CINVESTAV-Unidad Irapuato. Las secuencias de los amplicones fueron analizadas empleando la base de datos del NCBI con el fin de establecer la identidad de la cepa. Posteriormente, se realizaron pruebas en el invernadero para evaluar la funcionalidad de la cepa en plantas de maíz crecidas bajo condiciones de baja disponibilidad de hierro inducida mediante el uso de 8-hidroxiquinoleína (HQ). Para llevar a cabo la evaluación se emplearon semillas de maíz de la línea B38 del INIFAP las cuales se desinfectaron superficialmente. Las semillas se germinaron a 30°C en condiciones de esterilidad y las plántulas resultantes se observaron durante 60 horas hasta que alcanzaron una longitud en el crecimiento radicular de 1-1.5 cm. Posteriormente las plántulas se transfirieron al invernadero colocándolas en macetas que contenían una mezcla estéril de 1,200 g de suelo arcilloso y arena (1:2). Se evaluaron cuatro tratamientos en el invernadero. En el primero de ellos, la cepa de *Pantoea agglomerans* fue crecida en medio ATS y agregada a plantas de maíz cultivadas bajo condiciones limitativas de hierro (ATS-B/H₂O+HQ). En otros dos tratamientos, al medio ATS se le agregó HQ para inducir la sobreproducción de sideróforos en la bacteria y los inóculos bacterianos resultantes se agregaron a plantas cultivadas bajo condiciones óptimas (ATS-B+HQ/H₂O) y subóptimas de hierro (ATS-B+HQ/H₂O+HQ). En el tratamiento control, las plantas de maíz no se inocularon con la bacteria y se cultivaron en condiciones limitativas de hierro (ATS/H₂O+HQ). Para llevar a cabo la evaluación del crecimiento vegetal se consideraron tres variables: altura, peso fresco y peso seco. La altura de la planta fue medida cada tercer día durante un mes después del trasplante. Para medir el peso fresco, se extrajeron las plantas de las macetas y se removió el suelo con agua a presión. El peso seco se determinó después de deshidratar las plantas durante 48 horas a calor seco en una estufa a 60°C. Los resultados se analizaron bajo un diseño experimental completamente al azar con diez repeticiones por tratamiento y las diferencias se establecieron a través de pruebas de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del día 18 se observaron diferencias marcadas en la altura de las plantas entre los tratamientos, encontrándose que las plantas inoculadas con bacterias inducidas para la

sobreproducción de sideróforos (ATS-B+HQ/H₂O y ATS-B+HQ/H₂O+HQ) mostraron un mejor desarrollo que las plantas inoculadas con bacterias no inducidas y las plantas control (ATS-B/H₂O+HQ y ATS/H₂O+HQ) regadas con HQ.

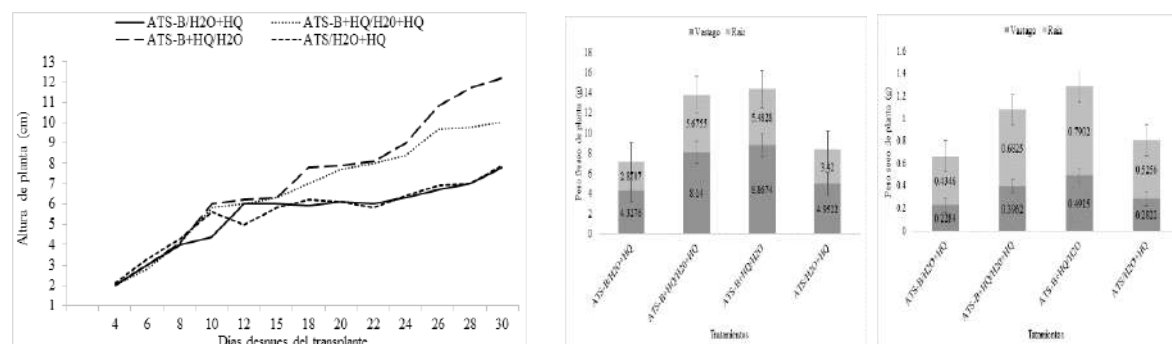


Figura 5. Efecto de la inoculación de *Pantoea agglomerans* sobre la altura (a) y peso fresco y peso seco de plántulas de maíz (b).

Las plantas regadas con las bacterias inducidas y crecidas en condiciones óptimas de hierro, que las plantas crecidas en los otros dos tratamientos. Resultados similares se obtuvieron al comparar el peso fresco y seco de las plantas extraídas al final del experimento (Fig. 1), obteniéndose mayores valores en los pesos registrados en las plantas donde las bacterias fueron inducidas y cultivadas en condiciones ideales de disponibilidad de hierro. El hecho de que el crecimiento de las plantas inoculadas con bacterias inducidas para la producción de sideróforos haya registrado mayores valores en las variables cuantificadas, destaca la importancia de la inducción de la sobreproducción de sideróforos en un medio de crecimiento bacteriano limitativo. Kramer et al. (2020) mencionan algunas otras funciones de los sideróforos, además de la captación de hierro, como el transporte de metales no ferrosos que incluyen al zinc, magnesio, cobre y níquel. Este es el primer estudio que reporta la inoculación de *P. agglomerans* con fines de mejorar el crecimiento de las plantas en condiciones limitantes de hierro.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio poseen muchas implicaciones técnicas, aunque particularmente debemos destacar la importancia de utilizar medios de crecimiento bacteriano

con restricciones de hierro para lograr inocular bacterias pre-condicionadas a la sobreproducción de sideróforos.

LITERATURA CITADA

- Aguado-Santacruz, G. A., Moreno-Gómez, B., Jiménez-Francisco, B., García-Moya, E. y Preciado-Ortiz, R. E. (2012). Impacto de los sideróforos microbianos y fitosidéforos en la asimilación de hierro por las plantas: una síntesis. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35:9-21.
- Kramer, J., Özkaya, Ö. and Kümmerli, R. (2020). Bacterial siderophores in community and host interactions. *Nature Reviews Microbiology*, 18:152-163.
- Singh, C. S., Singh, S., Sharma, P. K. and Sharma, D. C. (2017). Isolation, identification and molecular characterization of phytase producing bacteria, *Pseudomonas Sp.* Aazad. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 11:1845-1850.
- Sección: Biotecnología, Modalidad: Presentación oral

PREFERENCIA EN LA ALIMENTACIÓN Y CRECIMIENTO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* L.) (Lepidoptera: Noctuidae) EN DIFERENTES GENOTIPOS DE MAÍZ.

Bibiana Pérez Moreno¹; Leonel Silva Venancio¹; Daniela Luna Jordan¹; Luis Patricio Guevara Acevedo²;
Francisco Cervantes Ortiz²; José Francisco Rodríguez Rodríguez^{2*}

¹Estudiante de la carrera de Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque.

²Tecnológico Nacional de México-Campus Roque. Departamento de Ciencias Agropecuarias. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110. Celaya, Gto., México.

*Autor de correspondencia: francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

El maíz es un cultivo de gran importancia para México, ya que tiene influencia en la alimentación, la economía y la sociedad del país. El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* L.) es una de las plagas más importantes del maíz, llegando a generar grandes pérdidas económicas entre los productores, su principal tipo de control consiste en el uso de insecticidas de síntesis química, por lo antes mencionado el objetivo de este estudio fue la evaluación en condiciones controladas de la resistencia genética de dos genotipos de maíz. Se tomaron 60 larvas de *S. frugiperda* y se alimentaron con cada uno de los materiales en estudio durante toda su etapa larvaria, diariamente se tomó registro del peso de la larva, peso de la comida suministrada, peso de la comida sobrante, el tiempo de desarrollo larvario y supervivencia larvaria. Los resultados de los rasgos biológicos mostraron que los genotipos Querétaro x 106 Caimán y Roque 2015 no se presentó diferencia significativa, sin embargo, en Querétaro x 106 Caimán se presentó una baja supervivencia, por lo que se puede considerar como un material resistente al ataque del gusano cogollero.

Palabras clave. *Spodoptera frugiperda*, Rasgos biológicos, resistencia genética, maíz.

ABSTRACT

corn is a crop of great importance for Mexico, since it influences the country's food, economy and society. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* L.) is one of the most important pests of corn, generating great economic losses among producers, its main type of control consists of the use of chemical synthetic insecticides, for the aforementioned objective of this study was the evaluation under controlled conditions of the genetic resistance of two maize genotypes. 60 larvae of *S. frugiperda* were taken and fed with each of the materials under study throughout their larval stage, daily records were taken of the weight of the larva, weight of the food supplied, weight of the excess food, the time of larval development and larval survival. The results of the biological traits showed that the Querétaro x 106 Caimán and Roque 2015 genotypes did not present a significant difference, however in Querétaro x 106 Caimán there was a low survival, so it can be considered as a material resistant to the attack of the worm fall bud.

Keywords. *Spodoptera frugiperda*, *Biological traits*, *genetic resistance*, *corn*.

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de maíz tiene una importancia alimentaria, industrial, política, económica, cultural y social, siendo los pequeños productores los encargados de la producción comercial, al aportar alrededor del 60% de la producción nacional, al unirse con los medianos productores, suman el 91 % de la superficie sembrada, lo que significa que juntos aportan alrededor del 75 % de la producción nacional de maíz (SADER, 2020). El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América, además del maíz, este insecto puede afectar otras gramíneas como sorgo, arroz, pastos, algunas leguminosas como frijol, soya y cacahuete y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote, sin embargo, en el cultivo de maíz (Yáñez, 2007) las altas infestaciones y daños severos de esta plaga pueden llegar a reducir el rendimiento en valores superiores del 30% (García, González, & Cortez, 2012). Las larvas al nacer hacen raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas traslúcidas (Arredondo, 2016), más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a las

vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo (Cherres & Amaguaña, 2013). Una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que, al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas (Ortiz, 2010). El uso de insecticidas químicos para su control lleva consigo unos riesgos de intoxicación que deben ser tenidos en cuenta por las personas que los manipulan y aplican. Debido a su lenta degradación los plaguicidas químicos alteran el balance de la naturaleza desequilibrando los sistemas ecológicos (Nicolás, 2011). El mejoramiento genético puede ser una herramienta útil para la obtención de cultivares resistentes a plagas. Para hacer un mejoramiento es necesario conocer en el germoplasma base utilizado, el tipo de acción génica que controla las características que brindan esta resistencia, para así plantear un programa eficiente de mejoramiento genético (Venegas, De León, & Narro, 2007). El objetivo de la presente investigación fue evaluar la preferencia en la alimentación de *Spodoptera frugiperda* en dos variedades de maíz y su efecto en rasgos biológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Semillas del Tecnológico Nacional de México campus Roque en Celaya, Guanajuato. Se estableció una colonia madre de *Spodoptera frugiperda*, para ello se hicieron muestreos en lotes con nulo manejo agronómico, con el motivo de evitar presencia de resistencia en los insectos. Se colectaron larvas de *Spodoptera frugiperda* mismas que fueron conservadas en condiciones de laboratorio a 27 ± 2 °C, 50 % humedad relativa (HR) y un fotoperiodo de 16:8 horas luz: oscuridad. Las larvas fueron colocadas en vasos de plástico del número "0" y fueron alimentados con dieta artificial hasta la formación de pupas, las cuales fueron colocadas en cámaras de cría hasta la emergencia de los adultos y fueron alimentados con una solución azucarada al 15% esto para asegurar la copulación y oviposición. Los huevos obtenidos se colocaron de manera individual en vasos de plástico del número "0" con dieta artificial. Se repitió el procedimiento anteriormente explicado hasta alcanzar la F3 de *S. frugiperda*, con la finalidad de evitar la presencia de enemigos naturales y tener individuos suficientes para posteriormente estudiarlos. Se evaluaron dos materiales de maíz, Roque 2015 y Querétaro x 106 caimán,

proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético de Semillas del Instituto Tecnológico de Roque. La siembra se realizó en bolsas de polietileno de 17 x 17 cm, conteniendo una mezcla de 2:3 sustrato peatmoss y 1:3 lombricomposta, se sembraron dos semillas por bolsa a una profundidad de 5 cm, la fertilización se realizó cuando la planta tenía 15 días de edad, aplicando urea (30 g por planta). El riego se llevó a cabo dependiendo de los requerimientos de la planta, ya que se presentaron altas precipitaciones en la zona. Para determinar la preferencia en la alimentación a diferentes genotipos de maíz y el crecimiento de las larvas de *S. frugiperda* en vaso de plástico del número 0, provisto con papel absorbente saturado con agua, se colocó un recuadro de hoja de los genotipos en estudio y posteriormente se transfirió una larva neonata de *S. frugiperda*, y se le dio seguimiento hasta la formación de pupas. Se midieron las siguientes variables: peso de larvas, peso de comida suministrada y peso de comida sobrante, las cuales fueron registradas diariamente con ayuda de una báscula digital marca DIAMOND (d=0.001g), durante toda su etapa larvaria del gusano cogollero. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 2 genotipos de maíz y cada uno con 60 repeticiones, cada repetición consistió de un vaso de plástico del número "0" que contenía una larva de *Spodoptera frugiperda*. El experimento se realizó en condiciones controladas de 27 ± 2 °C, 50 % humedad relativa (HR) y un fotoperiodo de 16:8 horas luz: oscuridad.

Los rasgos evaluados fueron la biomasa media de la oruga (MLB), biomasa diaria (B), duración del periodo larvario (N), tasa relativa de consumo (TRC), tasa de crecimiento relativo (TCR) y eficiencia de conversión de alimentos (ECAI).

$$MLB = \sum \frac{B}{N}$$

$$TRC = CLW / (Wm * T)$$

$$TCR = Wf / (Wm * T)$$

$$ECAI = (Wf / CLW) * 100$$

Donde, T es el período de tiempo larvario; CLW es el peso de alimento consumido (total); Wf es peso final de la oruga; Wm es el peso medio de la oruga. Con datos obtenidos en los rasgos biológicos de *S. frugiperda* se realizó un análisis de varianza, cuando este indicó diferencia

significativa entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha \geq 0.05$) para la separación de las medias, utilizando el programa computacional R-Studio ver. 3.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestra la comparación de medias para el tiempo de desarrollo larvario y supervivencia de larvas de *Spodoptera frugiperda* en dos genotipos de maíz. El genotipo de maíz Roque 2015 presento el mayor tiempo de desarrollo para las larvas de *S. frugiperda* con una media de 23.399 días, por su parte Querétaro x 106 Caimán muestra el valor más bajo para esta variable con 21.280 días. El genotipo de Roque 2015 presento una mayor supervivencia con una media de 77.5000 %, mientras que el genotipo de Querétaro x 106 Caimán presento una media menor de 58.3333 %. Estos resultados son superiores a los reportados por Cubrelati *et al.*, (2019) quienes en un estudio de la resistencia genética de 12 genotipos de maíz dulce a *S. frugiperda* reportaron un tiempo larvario medio por debajo de 16.778 días. Por su parte los resultados de supervivencia de esta investigación son menores a los obtenidos por Goulart *et al.*, (2019) quienes en un estudio de parámetros de desarrollo de *S. frugierda* en condiciones controladas reportaron una supervivencia media de 98.33 %.

Cuadro 1. Comparación de medias del tiempo larvario y porcentaje de supervivencia de *Spodoptera frugiperda* en dos genotipos de maíz.

Genotipo	Tiempo Larvario (Días)	Supervivencia (%)
Querétaro x 106 Caimán	21.280± 1.672 a	58.3333± 2.5819 b
Roque 2015	23.399± 2.010 a	77.5000 ± 2.7386 a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0.05$)

Para la biomasa diaria de las larvas de *Spodoptera frugiperda* el genotipo que presento un mayor valor fue el de Roque 2015 con 2.8272 g y el valor más bajo fue para Querétaro x 106 Caimán con una media de 2.4998 g. Por otra parte la biomasa media presento un mayor valor para Roque 2015 con una media de 0.1208 g mientras que el genotipo Querétaro x 106 Caimán mostro un menor peso con 0.1182 g. En el peso final de las larvas de *S. frugiperda* el genotipo que mostro la media mayor fue el de Roque 2015 con un valor de 0.1788 g, por otra parte, el genotipo de Querétaro x 106 Caimán obtuvo una media mas baja con 0.1736 g. Para el total de alimento consumido por las larvas el genotipo con una media mas alta fue Roque 2015 con 2.2744 g, mientras que el genotipo de Querétaro x 106 Caimán mostro una media menor con 2.0646 g (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de biomasa, biomasa media, peso final y el total de alimento consumido de *S. frugiperda* en dos genotipos de maíz.

Genotipo	Biomasa (g)	Biomasa Media (g)	Peso Final (g)	Total, de Alimento consumido (g)
Querétaro x 106 Caimán	2.4998± 0.2607 ^a	0.1182 ± 0.0121 ^a	0.1736± 0.0406a	2.0646 ± 0.2505b
Roque 2015	2.8272± 0.2927 ^a	0.1208 ± 0.0038a	0.1788± 0.0325a	2.2744 ± 0.4395a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0,05$)

En los resultados del Cuadro 3 se muestra la comparación de medias de la tasa relativa de consumo (TRC), tasa de crecimiento relativo (TCR) y la eficiencia de conversión se alimentos (ECAI) de *S. frugiperda* en dos genotipos de maíz. Para la tasa relativa de consumo el genotipo que mostro un mayor valor fue el de Querétaro x 106 Caimán con un valor de 0.864 g/g, mientras que Roque 2015 presento una media menor de 0.810 g/g. En la tasa de crecimiento relativo Querétaro x 106 Caimán presento la media mas alta con 0.071 g/g, mientras que, Roque 2015 presento un valor menor con 0.064 g/g. Para la eficiencia de conversión de alimentos el genotipo que presento un porcentaje mayor fue Querétaro x 106 Caimán con 8.7676 % y por su parte Roque 2015 presento el menor valor de 8.5300 %. Los resultados obtenidos en el presente estudio de tasa de consumo relativo y tasa de crecimiento relativo fueron menores a los presentados por Cubrelati *et al.*, (2019) quienes en un estudio de resistencia genética de 12 genotipos de maíz dulce a *S. frugiperda* reportaron una tasa de

consumo relativa media de 0.965 g/g y una tasa de crecimiento relativa media máxima de 1.465 g/g.

Cuadro 3. Comparación de medias de tasa relativa de consumo (TRC), tasa de crecimiento relativo (TCR), y eficiencia de conversión de alimentos (ECAI) de *S. frugiperda* en dos genotipos de maíz.

Genotipo	TRC (g/g)	TCR (g/g)	ECAI (%)
Queretaro x 106 Caimán	0.864 ± 0.1581a	0.071 ± 0.0154 ^a	8.7676 ± 1.4471a
Roque 2015	0.810 ± 0.1077a	0.064 ± 0.0071b	8.5300 ± 0.4051b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey, $\alpha < 0,05$)

CONCLUSIONES

Los genotipos Queretaro x 106 Caimán y Roque 2015 tienden a tener resistencia al gusano cogollero debido a baja supervivencia larval presentada. Por lo tanto, estos genotipos pueden ser usados potencialmente en la reproducción genética del maíz, para incrementar la resistencia al gusano cogollero.

LITERATURA CITADA

- Arredondo, E. C. (2016). GUSANO COGOLLERO EN CULTIVO DE MÁIZ EN MOLCAXACPUEBLA.
- Cherres, R. N., & Amaguaña, C. L. (2013). Control de gusano cogollero (spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (zea mays l.).
- Crubelati-Mulati, N., Guedes Baleroni, A., Contreras- Soto, R., Bernabé Ferreira, C., Rodrigues Castro, C., Alves de Albuquerque, F., & Scapim, C. (2019). Evaluation of resistance to Spodoptera frugiperda in sweet and field corn genotypes.
- García, C., González, M., & Cortez, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Ra Ximhai. 8(3), 57-70. Obtenido de <http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25barticulosPDF/6%20GARCIA-GUTIERREZ.pdf>
- Goulart Montezano, D., Specht, A., Sosa-Gómez, D. R., Roque-Specht, V. F., & de Paula-Moraes, S. V. (2019). Parámetros de desarrollo de Spodoptera frugiperda

- (Lepidoptera: Noctuidae) Etapas inmaduras bajo control y Condiciones estandarizadas. Obtenido de DigitalCommons @ Universidad de Nebraska - Lincoln.
- Nicolás, H. C. (2011). Ventajas y desventajas de los insecticidas químicos y naturales. Universidad veracruzana. Facultad deficiencias químicas.
- Ortiz, F. (2010). Diccionario de especialidades agroquímicas. Quito, Ecuador.: Thomson PLM del Ecuador S.A.
- SADER. (22 de Julio de 2020). (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). Obtenido de Maíz el cultivo de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-el-cultivo-de-mexico>
- Venegas, A. H., De León, C., & Narro, L. L. (2007). Análisis genético de la tolerancia a *Cercospora* spp. en líneas endogámicas de maíz tropical. *Agrociencia*, 41:35-43.
- Yáñez, G. (2007). Manual de producción de maíz para pequeños agricultores. FAO, INAMHI, MAG. . Obtenido de INAMHI, MAG. Quito, Ecuador. 23 p.

RESUMENES CORTOS

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA SOBRE FENOLES, FLAVONOIDES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN FRUTOS DE PERA

Anay Montaña-Herrera¹; César Uriel López Palestina¹; José Manuel Pinedo Espinoza² Alma Delia Hernández Fuentes^{1*}

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km. 1, Rancho Universitario, Tulancingo C.P. 43600, Hidalgo, México. ²Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Zacatecas-Guadalajara km 15.5, Cieneguillas, C.P. 98000, Zacatecas, Zacatecas, México. *Autor de correspondencia: almah@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La fertilización es una forma de adicionar los nutrientes necesarios a plantaciones de árboles frutales, el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), son los macronutrientes más importantes en el peral (*Pyrus communis* L.), para promover su crecimiento, producción y calidad intrínseca de los frutos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos formulaciones de NPK aplicadas al suelo (150-50-80 y 100-60-60) y un control (00-00-00), sobre el contenido de fenoles totales, flavonoides y capacidad antioxidante en frutos de pera. Se trabajó en un huerto comercial de peral, durante dos temporadas de producción 2020 y 2021, ubicado en el municipio de Acaxochitlán Hidalgo. Se realizó un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos. La aplicación al huerto se realizó una vez por temporada y los frutos de ambas temporadas, se cosecharon en madurez fisiológica. Los resultados mostraron diferencias entre las dos formulaciones de NPK aplicadas al suelo, siendo la fórmula 100-60-60 la que incrementó el contenido de fenoles totales, flavonoides y capacidad antioxidante por los métodos ABTS y DPPH, sin embargo, el incremento de fenoles totales no fue significativo con respecto al control. Se concluyó que la formulación edáfica 100-60-60 incrementa el contenido de los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante en frutos de pera.

Palabras clave: Antioxidante, Fenoles, Fertilización, *Pyrus communis*.

EXTRACTOS ETANÓLICOS DE FLOR DE GARDENIA (*Gardenia jasminoides* Ellis) EN CULTIVO DE TEMPORAL

Yesenia Núñez-Galindo¹; Joaquín Murguía-González^{1*}; María de los Ángeles Sánchez-Cortreras²,
María del R. Castañeda-Chávez³; Karina P. Bañuelos-Hernández¹; José A. Herrera-Corredor⁴.

¹Estudiante de Doctorado, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Peñuela. Universidad Veracruzana. ²Investigadores, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Peñuela, Universidad Veracruzana. ³Investigadora, CIATEJ, Unidad Sureste. ⁴Investigadora, Tecnológico Nacional de México-Boca del Río., ⁴Investigador, Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. *Autor de correspondencia: jmurguía@uv.mx

RESUMEN

El objetivo fue analizar las características de extractos etanólicos de flor de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) en estadio caracolada con la finalidad de formular una fragancia para jabones de glicerina como alternativa de aprovechamiento del cultivo. Se utilizó flor caracolada de gardenia fresca y congelada (-4 °C), fue colectada por la mañana en el mes de agosto de 2020 en una plantación a cielo abierto ubicada Fortín, Veracruz. Se empleó un diseño completamente al azar, los factores fueron: relación sólido/líquido (0.1 y 0.2 g·mL⁻¹), técnica de conservación (flor fresca y congelada) y concentración EtOH/H₂O (40/60, 60/40 y 80/20 %V/V), las variables de respuesta fueron: rendimiento y densidad (cuantitativas), color y aroma (cualitativas). Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza general y entre grupos detectó significancia en la relación sólido/líquido (0.1 g·mL⁻¹) y la técnica de conservación (flor congelada) para el rendimiento (84.97 %), mientras que en la densidad (0.8760 g·mL⁻¹) se observó para la concentración EtOH/H₂O (80/20 % V/V) y técnica de conservación (flor fresca). Los extractos presentaron totalidad amarillo claro y el aroma dulce. Los concretos obtenidos de flor caracolada conservaron el aroma dulce característico de la gardenia, lo que permitirá emplearlos en la formulación de una fragancia para la elaboración de jabones de glicerina mediante la técnica Melt & Pour como una alternativa de aprovechamiento sustentable de la flor.

Palabras clave: flor caracolada, concretos, jabones de glicerina, alternativa de aprovechamiento.

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE TRES CULTIVARES DE *LILIUM* HIBRIDO ASIÁTICO EN ASTACINGA, VERACRUZ

Fredy Montalvo Tecpile¹, Yesenia Núñez-Galindo^{1*}; Joaquín Murguía-González¹; Alejandro Valdés Ordoñez², Norma Berzabel Zilli Ponce¹; Carlos Jesús Real Garrido¹.

¹Estudiante de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Peñuela. Universidad Veracruzana. ²Profesor investigador, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Peñuela, Universidad Veracruzana. ²Profesor investigador, Tecnológico Nacional de México-Ixtapaluca. *Autor de correspondencia: yenunez@uv.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la nutrición en el crecimiento y desarrollo de tres cultivares de *Lilium* híbrido asiático (*Lilium* sp.) cultivados en invernadero en Astacinga, Veracruz. Se emplearon tres cultivares de *Lilium* híbrido asiático: Forza Red, Sweet Zanica y Sunderland. La fertilización fue por sistema de riego aplicando fertilizantes solubles: fosfonitrato (FFN) y $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ a los 10 DDP, triple 18 cuando la planta alcanzó 20 cm de altura y al alcanzar 40 cm de altura se aplicó $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y KNO_3 . Las variables respuesta fueron: diámetro de tallo (cm), altura de planta (cm) y número de botones florales, analizándose a los 15, 24, 34, 39 y 48 DDP. Se aplicó un ANOVA, seguida de una comparación de medias empleando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). El análisis de varianza detectó significancia entre los cultivares a los 15, 24, 34, 39 y 48 DDP para la altura, donde la menor altura (63 ± 6.8 cm) fue para el cultivar Forza Red. El diámetro de tallo presentó diferencias significativas entre los cultivares a los 15, 24, 34 y 39 DDP, mientras a los 48 DDP los tres cultivares obtuvieron un diámetro homogéneo (1.0 ± 0.1 cm). Los botones aparecieron a los 39 DDP en los cultivares Sweet Zanica y Sundeland y a los 48 DDP en el cultivar Forza Red, el menor número de botones florales (3.5 ± 0.7) fue para el cultivar Sunderland. La aplicación de fosfonitrato, triple 18, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y KNO_3 favoreció el crecimiento y desarrollo de los cultivares, obteniéndose plantas con buena altura, diámetro de tallo uniforme y cinco botones florales por planta y de primera calidad.

Palabras clave: *Lilium* cv. *Forse Red*, *Lilium* cv. *Sweet Zanica*, *Lilium* cv. *Sunderland*.

EXTRACTOS DE MUERDAGO PARA CONTROL DE HONGOS ASOCIADOS A LAS ENFERMEDADES DEL TOMATE

Alma Leticia Salas Gómez ¹, Eduardo Osorio Hernández^{1*}, César Alejandro Espinoza Ahumada², Raúl Rodríguez Herrera³, Ma. Teresa de Jesús Segura Martínez¹, Efraín Neri Ramírez¹ and Benigno Estrada Drouaillet¹.

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Victoria, Tamaulipas 87120, México ²Instituto Tecnológico Superior de El Mante, Km. 6.7, México 85, 89930 Quintero, Tamps.

³Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Boulevard Venustiano Carranza y Ing. José Cárdenas Valdés, Col. República, Saltillo, Coahuila 25280, México

RESUMEN

Para el control de las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, en especial los de mayor importancia en el cultivo de tomate, se utilizan productos químicos que ocasionan resistencia de los patógenos a los ingredientes activos, el objetivo de este trabajo es utilizar extractos vegetales como una alternativa para el control de dichas enfermedades. En la presente investigación se evaluaron extractos de polifenoles de Muérdago (*Phonadendron* sp.) de tres diferentes hospederos (mezquite, cedro y encino), obtenidos mediante la técnica asistida de ultrasonido-microondas. Se determinó el efecto antifúngico de cada grupo de polifenoles sobre *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*, aislados del cultivo de tomate en el sur de Tamaulipas. Las pruebas se realizaron en condiciones de laboratorio al utilizar la técnica de medio envenenado a diferentes concentraciones (250, 500, 1000, 2000 y 4000 ppm), testigo químico y testigo absoluto. Los resultados muestran diferencias estadísticas significativas, donde la inhibición mas alta se obtuvo con muérdago de mezquite en los hongos *F. oxysporum* (48.88 %), *F. solani* (44.91 %) y *Rhizoctonia solani* (13.06 %), y para *A. solani* la mayor inhibición (35.6 %), la presentó con el extracto de muérdago en cedro, todos a 4000 ppm.

Palabras clave: Hongos fitopatógenos; polifenoles; extractos etanólicos

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE VARIEDADES DE TRIGO

Juan Pablo Rivera Hernández^{1*}; Ernesto Solís Moya²; Lourdes Ledesma Ramírez²; Enrique Andrio Enriquez¹.

¹TNM-Roque. ²INIFAP-CAEB. *Autor de correspondencia:

rivera.hernandez.juanpablo.1c@gmail.com

RESUMEN

Los cereales son los principales granos básicos para el consumo humano. Para el año 2050 seremos 2.2 mil millones más de humanos de los que hay ahora. A menos que se logre incrementar la producción mundial de alimentos el número de personas que padecen hambre seguirá aumentando (FAO, 2009). El objetivo de esta investigación es describir 27 genotipos de trigo en base a los descriptores de la UPOV. Los descriptores que se midieron incluyen diferentes órganos y etapas fenológicas como color del grano, su reacción al fenol, características de plántula como la pigmentación antociánica del coleóptilo y el hábito de crecimiento. En la planta adulta se determinó la coloración antocianica de las aurículas, la frecuencia de plantas con banderola recurvada, la época de espigado, la glauescencia de la vaina, del cuello y de la espiga, la longitud del tallo, el tipo de médula en sección transversal, la forma y longitud de la espiga, la longitud de las aristas, la vellosidad en la superficie convexa del raquis y el color de la espiga. Además, se midió las características de la gluma como ancho y forma del hombro, longitud y forma del pico de la gluma y su vellosidad en la superficie externa. También se midió la forma de la punta de la lema. De los 27 genotipos del experimento se observó que se formaron dos grandes grupos de tipo de trigo que tienen características bien definidas de acuerdo a la glauescencia de la vaina y envés del limbo de la hoja y de la pigmentación antociánica de las aurículas.

Palabras clave: *Caracterización, Descriptores, UPOV.*

AISLAMIENTO DE CEPAS DE *Trichoderma* spp Y SU CAPACIDAD ANTAGÓNICA FRENTE FITOPATÓGENOS DE PLANTAS *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora capsici*

Erika Cañada-Coyote; César L. Aguirre-Mancilla; Juan C. Raya-Pérez; Guadalupe López-Buenabad;
María K. V. Cabrera-Becerra; Juan G. Ramírez-Pimentel

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato.

Autor de correspondencia: juan.rp1@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El género *Trichoderma* es conocido por tener especies cosmopolitas, ubicuas, con una alta segregación de enzimas líticas correlacionadas de manera positiva con la capacidad de antagonizar hongos fitopatógenos de plantas que se encuentran asociados con una amplia gama de enfermedades, así como su capacidad de promover el crecimiento de las plantas. El uso de aislados de *Trichoderma* para el control de enfermedades en campo es una alternativa efectiva para el manejo integrado, disminuyendo el uso del control químico peligroso para la salud del hombre y el medio ambiente, así como para la de biodiversidad de microorganismos presentes en el suelo. En este contexto se aislaron tres cepas de *Trichoderma* de muestras de suelo, se realizó su identificación taxonómica, determinación de velocidad de crecimiento y se evaluó su actividad antagónica frente a los fitopatógenos de planta *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*. La velocidad de crecimiento de las cepas de *Trichoderma* fue 2.13 cm/día. En todos los aislados se encontró la capacidad de inhibir el crecimiento del micelio de los fitopatógenos sin embargo la cepa *Trichoderma* spp aislada de Labor de Valtierra de Salamanca, Guanajuato se encontró un 100 % de inhibición de *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*, mientras que inhibió un 96 % el crecimiento de micelio de *Fusarium oxysporum* a los nueve días de realizada la confrontación dual.

Palabras clave: *Antagonista, hongo fitopatógeno, porcentaje de inhibición.*

Revista Tecnológica CEA N° 15, Diciembre 2021 - ISSN 2594 0414 -
Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-071113482900-203, ISSN 2594 0414

www.revistatecnologicaceamx

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SEMILLA DE CINCO VARIEDADES DE JITOMATE HEIRLOOM

Leticia Guerrero-Moreno^{1*}; Sarahyt S. González-Figueroa²; Oscar A. Grageda-Cabrera²; Serafín Olivares-Pérez¹; José A. Ramírez-Ramírez¹; Miriam C. Hernández-Morales³

¹Tecnológico Nacional de México-Roque. ²Tecnológico Nacional de México-Celaya. ³Investigador del INIFAP, Campo Experimental Bajío. *Autor de correspondencia: I17981058@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El jitomate es una de las hortalizas más demandada en México, actualmente las variedades de jitomate Heirloom son cada vez más populares; sin embargo, son un gran reto para los productores debido a la baja germinación de las semillas. El objetivo fue evaluar la calidad fisiológica de la semilla de cinco variedades comerciales de jitomates Heirloom. El experimento se realizó en condiciones de laboratorio, con un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluaron cinco variedades de jitomates Heirloom (Chocolate, MaiTai, GinFiz, Pink-Smart y CubaLibre); las variables evaluadas fueron Peso helectrolítico (PH), Peso de 1000 semillas (PM), Porcentaje de germinación (PG), Velocidad de Germinación (VG), Longitud de plúmula (LP), Longitud de radícula (LR), Peso fresco de plántula (PF) y Peso seco de plántula (PS). Existieron diferencia altamente significativa en PS y diferencia significativa en PH, PM y VG. Para PH GinFiz y Pink mostraron los valores más altos seguidos de MaiTai, Chocolate y CubaLibre. En PM, el peso mayor fue el de MaiTai con 3.6 g y el más bajo el de Pink con 2.4 g. Para PG, MaiTai mostro los valores más bajos. En VG, la variedad más tardía fue chocolate con 4 plantas/día y las más rápidas Pink y GinFiz con una velocidad mayor a 10 plantas/día. Para PS MaiTai, GinFiz y Chocolate mostraron una mayor acumulación de biomasa seguidas de Cuba y Pink. Las variedades evaluadas mostraron niveles aceptables de germinación y vigor, pero Chocolate mostró una considerable disminución del VG.

Palabras clave: *Palidad, plúmula, radícula.*

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES INOCULADOS EN SORGO.

Miguel A. Macías-Hernández^{2*}; Oscar A. Grageda-Cabrera¹; Ernesto Solís-Moya¹; Sarahyt S. González-Figueroa¹; Serafín Olivares-Pérez²; José A. Ramírez-Ramírez².

¹INIFAP Campo Experimental Bajío, carretera Celaya-San Miguel Allende, Km 6.5. C.P. 38010, Roque, Celaya, Gto.; ²Tecnológico Nacional de México-campus Roque, Carretera, Celaya – Juventino Rosas, Km.8, C.P. 38110, Roque Celaya, Gto. *Autor de correspondencia:

L17980754@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El sorgo es uno de los cereales más importantes cultivados en la zona de El Bajío, por lo que es necesario buscar nuevas técnicas agronómicas para reducir los costos de producción y aumentar la asimilación de nutrimentos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de 33 colectas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) sobre el desarrollo vegetativo del sorgo. El ensayo se realizó con un diseño experimental completamente al azar con 35 tratamientos y tres repeticiones; Los tratamientos fueron dos testigos (100% y 50% fertilizados) y 33 inoculados con HMA (fertilizados al 50%). La fertilización fue 220-40-00 (N-P-K). Las variables evaluadas fueron altura de planta (AP), grosor de tallo (GT) e índice de clorofila (IC). Existieron diferencias significativas en todas las variables evaluadas. En la variable AP el tratamiento Q.Roo-9 obtuvo los valores más altos mostrando un aumento de c.a. 10% en comparación con el testigo 100% fertilizado, otros tratamientos sobresalientes fueron Q.Roo-3, Q.Roo-5, Sonora-29, Sonora-30 y Sonora-31. En la variable GT, 22 de los tratamientos inoculados con HMA y fertilizados al 50% fueron estadísticamente iguales al testigo 100% fertilizado. Para la variable IC, 13 de los tratamientos inoculados con HMA fertilizados al 50% fueron estadísticamente iguales que el testigo 100% fertilizado, el tratamiento con los valores más bajos en todos los parámetros evaluados fue el testigo 50% fertilizado. La inoculación con HMA promueve el desarrollo vegetativo del cultivo de sorgo aun fertilizado con la mitad de la dosis recomendada.

Palabras clave: Fertilización, inoculantes *Sorghum vulgare*.

DESARROLLO VEGETATIVO DE TRIGO INOCULADO CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Miriam C. Hernández- Morales^{1*}; Oscar A. Grageda-Cabrera² Ernesto Solís-Moya²; Sarahyt S. González-Figueroa²; Miguel A. Macías-Hernández³; Leticia Guerrero-Moreno ³.

¹TNM-Celaya. ²INIFAP, Campo Experimental Bajío.³Tec NM-Roque. *Autor de correspondencia: miriammihemo@gmail.com

RESUMEN

En el sistema productivo de trigo, la fertilización es uno de los gastos más representativo y considerando los altos precios de los fertilizantes, es necesario desarrollar tecnologías para reducir su uso; el empleo de inoculantes puede ser una alternativa para lograrlo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad biológica de diferentes Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) sobre el desarrollo del trigo. El experimento se estableció en condiciones de invernadero bajo un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones; se evaluaron 22 tratamientos, dos testigos (100% y 50% de fertilización sin inoculación con HMA) y 20 tratamientos inoculados con HMA (fertilizados al 50%), la fertilización al 100% fue 240-60-00 (N-P-K). Las variables determinadas fueron: altura de planta (ALT) e índice de clorofila (IC). Existieron diferencias significativas en las dos variables evaluadas. Para la altura, todos los tratamientos inoculados y fertilizados al 50% fueron estadísticamente iguales al 100% fertilizados; en la variable IC los tratamientos inoculados fueron estadísticamente mayores a los dos testigos. La inoculación con HMA incrementaron el IC y promovieron el crecimiento, aun cuando se fertilizó al 50% de la dosis utilizada por los productores.

Palabras clave: *Inoculado, Triticum aestivum L.*

PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE LECHUGA INOCULANDO HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Margarita J. Vázquez-Gaytán^{1*}; Sarahyt S. González-Figueroa²; Oscar A. Grageda-Cabrera²;
Jonnathan E. Galván-Piña¹; Leonardo S. Báez-Ramírez¹; Diana del R. Esquivel-Briones³

¹Tec NM-Roque, ²INIFAP, ³Tec NM-Celaya *Autor de correspondencia: 18980279@itroque.edu.mx

RESUMEN

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), es considerado uno de los más importantes del grupo de las hortalizas de hoja. La producción de este cultivo se realiza principalmente por trasplante. La producción de plántulas requiere el desarrollo de estrategias agronómicas que permitan una producción sostenible de plántulas vigorosas, entre las opciones se encuentra el uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). El objetivo fue evaluar el crecimiento vegetativo y radical en plántulas de lechuga inoculadas con HMA. Este trabajo se realizó con un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: dos testigos (100% y 50% fertilizados) y tres inoculados con HMA (IDAJ, Daniel e INIFAP, fertilizados al 50%). Las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia (PE), altura de plántula (AP), longitud de raíz (LR) y peso de plántula (PP). Existieron diferencias altamente significativas en las variables AP y PP, significativas en PE y no significativas en LR. Para la variable PE, el tratamiento que mostró el valor más alto fue el inoculado con la colecta Daniel, igualando al testigo 100% fertilizado; para AP todos los tratamientos inoculados con HMA igualaron estadísticamente al testigo 100% fertilizado; para PP, las colectas IDAJ y Daniel incrementaron el peso 36% con respecto al testigo 100% fertilizado, aun cuando fueron fertilizadas con la mitad de la dosis. La inoculación con HMA promovió la producción de plántulas con mayor peso y altura, lo que se reflejará en mejor sobrevivencia después del transplante.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., fertilización, hongos benéficos

PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DEL SUELO RELACIONADA CON GLOMALINA (PSRG) DE DISTINTOS CONSORCIOS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Diana del R. Esquivel-Briones^{1*}; Sarahyt S. González-Figueroa²; Oscar A. Grageda-Cabrera²; Manuel Jerónimo-Arriaga³; Leonardo Ramírez-López³; Margarita J. Vázquez-Gaytan³

¹TecNM-Celaya; ²INIFAP, Campo Experimental Bajío; ³TecNM-Roque. *Autor de correspondencia: dianesquivel68@gmail.com

RESUMEN

Los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) son parte fundamental de la fracción biológica de los suelos, son responsables de la producción de las Proteínas del Suelo Relacionadas con Glomalina (PSRG), estas son glicoproteínas producidas en grandes cantidades por las hifas de los HMA y están relacionadas con la estabilidad de los agregados del suelo. El objetivo del presente estudio es cuantificar las PSRG en cultivos de sorgo y frijol inoculados con diferentes colectas de HMA. Se instaló un experimento a nivel invernadero con diseño experimental completamente al azar con 5 repeticiones, se evaluaron 22 tratamientos (2 testigos 50 y 100% fertilizados y 20 colectas de HMA cuyos tratamientos se fertilizaron al 50%), realizándolo en dos cultivos: sorgo y frijol. A nivel invernadero se cuantificaron las variables altura, peso de biomasa y rendimiento, además del contenido de PSRG. Los resultados mostraron un incremento en el desarrollo de los cultivos cuando fueron inoculados con HMA y en la producción de PSRG donde arrojaron que en el cultivo de frijol la mejor colecta de HMA fue “Q. Roo-3 00826. *Intraradices*” y en cultivo de sorgo la colecta que sobresalió fue “G. Maseae (C-13 México)” mostrando ser los mas sobresalientes de todas las colectas obteniendo mayor cantidad de PRSG como conclusión es buena alternativa usar HMA para cosechas además que ayuda a no sobreexplotar el suelo ayudándolo a que naturalmente de sus nutrientes necesarios y no acabar con ellos por malas prácticas agrícolas.

Palabras clave: *Fertilidad del suelo, captura de carbono.*

CALIDAD DE SEMILLA DE JITOMATE SALADETTE INOCULADO CON MICORRIZAS

Leonardo Ramírez-López¹; Sarahyt S. González-Figueroa²; Oscar A. Grageda-Cabrera²; Sarahi Figueroa-Pérez¹; José A. Ramírez-Ramírez¹; Diana del R. Esquivel-Briones³; Jorge A. Rodríguez-Sandoval¹.

¹Tec NM-Roque. ²INIFAP, Campo Experimental Bajío. ³Tec NM-Celaya. *Autor de correspondencia: ramlo1477@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad de semillas obtenidas de plantas de jitomate Saladette inoculadas con cinco colectas diferentes de micorriza. El experimento se estableció en condiciones de laboratorio e invernadero con un diseño completamente al azar con tres repeticiones y un arreglo factorial 3x7, los factores fueron tres tamaños de semilla (chico, mediano y grande) y siete tratamientos: testigos 100% y 50% fertilizados y cinco diferentes colectas de HMA (I-156, D-045, C-129, ID-001 y J-097) fertilizados al 50%. Las variables evaluadas en el laboratorio fueron: número total de semillas, peso total de semillas, porcentaje de semillas grandes, medianas y pequeñas, porcentaje de germinación, longitud de plúmula y longitud de radícula. En invernadero se realizaron pruebas de vigor en camas de arena. Los tratamientos inoculados con HMA fueron estadísticamente iguales al testigo 100% fertilizado en las variables longitud de plúmula y radícula. Además, las colectas D-045 y J-097 superaron al testigo 100% fertilizado en las variables porcentaje de germinación y vigor evaluados en camas de arena. Las semillas medianas mostraron un mejor comportamiento en las variables evaluadas. El uso de inoculantes micorrízicos contribuyó a reducir los costos de fertilización sin afectar la calidad física y fisiológica de la semilla.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum*, hongos, arbusculares.

VIABILIDAD DE SEMILLAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) GENERADAS MEDIANTE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.

Alejandro A. Prado García^{1*}; Jorge A. Acosta Gallegos²; Gabriel Iturriaga de la Fuente³; Cesar L.

Aguirre Mancilla³

¹Estudiante del Instituto Tecnológico de Roque. ²Investigador del INIFAP-CEBAJ. ³Profesor investigador del Instituto Tecnológico de Roque. *Autor de correspondencia: alexpg04@hotmail.com

RESUMEN

El frijol es la leguminosa de consumo directo más importante a nivel mundial. En México se produce en gran parte del territorio nacional, adaptándose a diversos agroecosistemas. La respuesta de genotipos a condiciones ambientales diferentes, resulta, un elemento de vital importancia para la productividad ante los efectos del cambio climático. En este contexto, la calidad de las semillas empleadas para la producción de esta leguminosa resulta importante dentro de la industria semillera, de esta forma las semillas de alta calidad fisiológica muestran condiciones sobresalientes durante el almacenamiento o después de la siembra en campo; bajo diversas condiciones ambientales. El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad fisiológica en semillas de frijol generadas mediante diversos sistemas de producción. La investigación se realizó durante el ciclo agrícola P-V 2020 en el Campo Experimental Bajío (INIFAP-CEBAJ) en Celaya, Guanajuato. Se evaluaron dos variedades (Rarámuri y Granada) y dos sistemas de producción (campo e invernadero). El diseño experimental fue bloques completos al azar con arreglo factorial y 3 repeticiones. Durante la madurez fisiológica se determinó rendimiento, peso de 100 semillas, emergencia de radícula y germinación. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA). Se observaron diferencias significativas en la variable rendimiento, peso de 100 semillas y germinación; no hubo diferencia significativa entre variedades. Existen sensibilidad en las variedades de frijol evaluadas ante una variación en la temperatura ambiental, este efecto puede estar estrechamente relacionado la calidad genética de cada material.

Palabras clave: vigor, calidad fisiológica, germinación.

VIGOR DE SEMILLA DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus*) A TRAVES DE LA PRUEBA DE SOAK TEST

Leticia Rodríguez-Zárate¹; Jacqueline Sierra-Celedon¹; Francisco Cervantes-Ortiz^{2*}; J. Guadalupe García-Rodríguez²; Gilberto Rodríguez-Pérez³; Ricardo Yañez-López²

¹Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. ²Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. ³Investigador, Tecnológico Nacional de México-Valle del Yaqui. *Autor de correspondencia:

frcervantes@itroque.edu.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto del tiempo de remojo y la temperatura de germinación en el vigor de la semilla de jícama. Para realizar esta investigación se utilizó semilla de la variedad Vega San Juan (VSJ), sometida a dos periodos de imbibición; 24 y 48 horas y dos temperaturas de germinación; 25 y 30° C; de esta forma se generó un arreglo factorial 2 x 2 que fue aplicado bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Se determinó la germinación estándar (GE) a los 16 días y se consideraron plántulas normales, plántulas anormales y semillas muertas. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$) para los factores de estudio en todas las variables; sin embargo, la interacción de estos factores no modificó el vigor de la semilla. La prueba de medias de acuerdo con Tukey mostró que el porcentaje de plántulas normales fue de 79.5 % en un periodo de imbibición de 24 horas y a las 48 horas descendía a 76.5 %, por otro lado la germinación se vio favorecida a una temperatura de 25 °C (79.75 %) y a 30 °C esta descendió (66.25 %), con respecto a la interacción de los factores con un periodo de imbibición de 24 horas y temperatura de germinación de 25 °C se obtuvo un 87 % plántulas normales y el porcentaje más bajo fue de 60.5 con 48 horas de imbibición y 30 °C respectivamente, lo que indica que el vigor de la semilla se ve afectado al incrementar el periodo de imbibición y la temperatura de germinación.

Palabras clave: *Pachyrhizus erosus*, calidad de semilla, vigor de semilla, remojo.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE VARIEDADES MEJORADAS DE MAICES DE COLOR EN GUANAJUATO

Néstor Lara-García^{1*}; Mariano Mendoza-Elos²; Francisco Cervantes-Ortiz²; Carlos Omar Padilla-Ramírez².

¹Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. ²Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. *Autor de correspondencia: nestor-lara@hotmail.com

RESUMEN

México es considerado como centro de origen y domesticación del maíz, contamos con 59 razas nativas que en su mayoría son maíces de color; Los maíces son producidos por agricultores de subsistencia y la mayor parte de su producción es para autoconsumo con rendimientos bajos, ya que los materiales utilizados son razas nativas. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de diez genotipos de maíz pigmentado. El experimento se llevó a cabo en el TecNM-Roque, en el ciclo P/V 2020. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 2 repeticiones, la unidad experimental consto de 2 surcos de 4 m de largo con 75 cm de ancho entre surcos. Las variables a evaluar fueron longitud de mazorca (LM), peso de mazorca (PM) y rendimiento (R). El ANOVA mostró diferencia significativa entre tratamientos para la variable LM y diferencia altamente significativa en PM y R. El genotipo 6 mostro la LM más baja con 10.85 cm, los otros genotipos se ubicaron entre los 11 y 14 cm (entre ellos hubo diferencia estadística); para la variable PM los mejores genotipos fueron 5, 2 y 9 con 181.67, 178, y 176 g respectivamente, el menor peso fue de 98.67 g perteneciente al genotipo 6; En R el genotipo más sobresaliente fue el 2 con 10.529 t ha⁻¹. En conclusión, los genotipos utilizados tuvieron un comportamiento distinto en las variables evaluadas, sin embargo, el genotipo 2 obtuvo rendimientos mayores en más del 50% en comparación con los rendimientos actuales de los agricultores convencionales.

Palabras clave: *Pigmentado, rendimiento, Zea mays.*

VIGOR DE SEMILLA DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Veronica Buenavista-Centeno¹; Jacqueline Sierra-Celedon²; J. Guadalupe García-Rodríguez²; Hugo Cesar Cisneros-López²; José Francisco Rodríguez-Rodríguez²; Francisco Cervantes-Ortiz^{2*}

¹Estudiante de la carrera de Agronomía. Tecnológico Nacional de México- Roque. ²Docente-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. *Autor de correspondencia:

frcervantes@itroque.edu.mx

RESUMEN

La cebolla (*Allium cepa* L.), es una de las hortalizas que más se consumen alrededor del mundo. La semilla es de buena calidad cuando presenta pureza varietal y física, alto desempeño fisiológico y libre de patógenos, atributos que determinan la germinación, vigor y longevidad. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el vigor de la semilla de cebolla a través de la prueba de envejecimiento acelerado. Se estudiaron los siguientes factores; variedades de cebolla (NOSO y Cal-214), temperaturas (40, 42 y 45 °C) y tiempo de exposición (24, 48, 72 y 94 h). El diseño utilizado fue completamente al azar con 24 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental se constituyó de una caja de Petri de 50 semillas. Se registró el porcentaje de germinación a los 6 y 12 días y el porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas a los 12 días. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$) en los tres factores de estudio para el porcentaje de plántulas normales al primer conteo (6 días) y segundo conteo (12 días); destacando el tiempo de exposición como el factor más importante (valor del cuadrado medio). La prueba de medias reveló que la variedad Cal-214 generó el mayor porcentaje de plántulas normales en los dos conteos. Por otro lado, la temperatura de 42°C presentó en peor comportamiento en la producción de plántulas normales y finalmente, cuando se incrementa el tiempo de exposición de la semilla a envejecimiento, se reduce el vigor de la semilla drásticamente.

Palabras Clave: *Allium cepa*, envejecimiento, vigor, germinación.

CARACTERIZACIÓN DE UNA POBLACION NATIVA DE MAÍZ RAZA CELAYA

Bueno Mendoza M¹, Anguiano Carmona JL¹, Mondragón Moreno W², Cervantes Ortiz F², García

Rodríguez JG², Antuna Grijalva O³, Andrio Enríquez E^{2*} e-mail: andrio@itroque.edu.mx

¹Estudiante Agronomía, TecNM-Roque: ²Docente Invest. TNM Roque, ³Prof-invest. UAAAN-UL

RESUMEN

Los maíces nativos llevan mucho tiempo cultivándose y por ende se ha preservado diversidad genética y conservado sus semillas, los maíces nativos son importantes porque a través de ellos se da la generación de nuevas variedades, asimismo a partir de poblaciones S_0 y de un proceso endogamia se logran formar los híbridos. De una población nativa colectada en Celaya, Guanajuato, en el segundo ciclo de selección por su precocidad, se separaron por tipo de grano y número de hileras ocho subpoblaciones, a las cuales se les realizó un análisis de diversas características; longitud de mazorca, diámetro de mazorca, granos por hilera, longitud de granos y peso de mazorca, se clasificaron por textura del grano semidentado (H) y cristalino (C) y por el número de hileras que contiene cada mazorca 12, 14, 16 y 18, se tomaron tres muestras de cada repetición de cinco mazorcas cada muestra para sacar el promedio y comparar las subpoblaciones. A los datos se les practicó un análisis de varianza y las medias se compararon por la prueba de DMS. En longitud de mazorca el material que exhibió el mayor valor fue el H12 con una longitud de 19.75 cm y el menor fue el H18 con una longitud de 17.86 cm. Se observó que entre menos hileras contenga la mazorca presenta mayor longitud. El diámetro de mazorca mayor fue el H18 con diámetro de 5.67 cm y el menor fue el C12 con un diámetro de 4.69 cm; esta consideración demuestra una relación directa entre estas dos características. En granos por hilera el mayor fue H14 con 42.09 granos y el menor fue el C16 con 36.30 granos por hilera. La longitud de grano fue mayor en H14 con 1.42 cm y el menor fue el C12 con 1.15 cm. El mayor peso de mazorca fue H12 con 250.66 g y el menos pesado fue C12 con 144 gr. El conocimiento de todas estas características que existen en la diversidad intrapoblacional resulta de utilidad en los programas de mejoramiento genético de esta especie.

Palabras clave: Maíz, Raza Celaya, Población nativa.

EVALUACIÓN DE LINEAS ELITE DE CARTAMO (*Carthamus tinctorius* L.) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA, MÉXICO

Néstor A. Aguilera-Molina^{1*}; José A. Marroquin-Morales¹; Elco H Garcia-Bolivar¹; Lope Montoya-Coronado¹

¹Campo Experimental Norman E. Borlaug CENEB. Instituto de Investigaciones forestales agrícolas y pecuarias (INIFAP) Dr. Norman E. Borlaug km 12. Cd. Obregón, Sonora, México. Correo: aguilera.nestor@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cártamo (*Carthamus tinctorius*) es una opción importante para los productores de los valles del Yaqui y Mayo, ya que se adapta a las condiciones climáticas presentes en la zona. En la actualidad el programa de mejoramiento genético de cártamo se dedica a generar materiales con características de calidad de aceite, producción y resistencia a enfermedades. Es por esto que durante el ciclo otoño invierno 2020-21 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug se evaluaron 23 líneas elite cártamo generadas por el programa, además de seis testigos comerciales. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, en parcelas de cuatro surcos a 80 centímetros de separación y una longitud de seis metros por surco (19.2 m²). Donde se cosecharon cuatro metros de los dos surcos centrales (6.4 m²). La cosecha fue manual y se trillo con ayuda de una maquina tipo Pullman. Se registraron variables agronómicas, además del rendimiento e incidencia enfermedades. Para después realizar un análisis estadístico. Los resultados muestran que hay líneas que presentan buenos rendimientos como son: O272-3-2-1-MOC, CCC-1635-1-1-1-1-N-MOC, C-72-1-1-OY-MOC, que superaron en producción a los testigos, lo cual las coloca como posibles candidatas a ser liberadas como variedades comerciales.

Palabras clave: Aceite., Mejoramiento genético, Oleaginosas, Producción.

EVALUACIÓN DE BIOINSUMOS DEL TRÓPICO HÚMEDO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS (*Gallus gallus domesticus*) DE TRASPATIO EN TABASCO

¹González Cortés Nicolás, Jiménez Vera Román, ¹Luna Jiménez Ana Laura, ¹Bautista Gálvez Arely, ¹Ortega Ramírez Marynor y ¹Benites Mandujano Mario

¹División Académica Multidisciplinaria de los Ríos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Car. Tenosique - Casadas de Reforma, km 1. Col. Solidaridad, C.P. 86901, Tenosique, Tabasco.
Email. nicolas.gonzalez@ujat.mx

RESUMEN

Los productos de la avicultura de traspatio son un componente importante en la dieta de comunidades rurales de Tabasco, México. Sin embargo, la alimentación de pollos a partir de concentrados comerciales representa uno de los mayores costos de producción, y en contraste cuando las aves son alimentadas solo con maíz, los rendimientos productivos en carne son muy bajos. El objetivo de este estudio fue evaluar en pollos (*Gallus gallus domesticus*) tres dietas (tratamientos) y un testigo (alimentación solo con maíz amarillo quebrado). Los tratamientos consistieron en las inclusiones de maíz amarillo quebrado MAQ, harina de pez diablo (*H. plecotomus*) HPD, pasta de fruto de palma de aceite (*E. guinensis*) PFPA y polvo de caña de azúcar (*S. officinarum*) PCA en cada tratamiento con 10 pollos macho Cobb de 3 días de edad. El experimento duró 50 días, y se estableció bajo un diseño aleatorizado, se realizó ANOVA y comparación de medias de Duncan ($p \leq 0.05$). Los resultados indicaron diferencias significativas entre tratamientos. Los pollos alimentados con 20% MAQ, 50% HPD, 20% PFPA y 10% PCA tuvieron mayor rendimiento de peso de canal con 1.36 kg, 2.29 de conversión alimenticia y 3.43 beneficio/costo bruto. Se concluye que la inclusión de estos insumos por su alta disponibilidad y de bajo costo, son una alternativa para la alimentación avícola de traspatio en comunidades rurales.

Palabras clave: *Pvicultura de traspatio, caña de azúcar, palma de aceite, Plecotomus.*

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ORÉGANO EN AGUACATLÁN, MUNICIPIO DE EL CARDONAL, HIDALGO

Francisco Becerra-Luna^{1*}; Guillermina Martínez-Trejo¹; Julio C. Rangel-Romero²; Edith Jiménez-Muñoz³

¹Investigadores del INIFAP, Campo Experimental Valle de México. ²APSP independiente,

³Investigadora de la UAEH, Unidad Chimalpa. *Autor de correspondencia:

becerra.francisco@inifap.gob.mx

RESUMEN

El orégano europeo (*Origanum vulgare*) es una planta de gran importancia económica utilizada con fines culinarios, medicinales e industriales. La época ideal para la recolección de hojas es durante el verano. La producción nacional depende de poblaciones naturales y “huertas” establecidas y dedicadas al cultivo de la planta, y al efecto de la oferta y la demanda a nivel internacional. Para caracterizar los aspectos productivos y económicos de la producción de orégano en la localidad de Aguacatlán, Cardonal, Hidalgo; se realizaron entrevistas individuales a productores de orégano cuyos datos se analizaron e interpretaron por variables descriptivas. Los resultados obtenidos indican que las “huertas” tienen una superficie promedio de 2.2 ha; el 100% de los productores realizan el siguiente manejo: recolección de esquejes, producción de planta, preparación del suelo, trasplante/plantación, aplicación de abonos orgánicos, control de malezas y cosecha; el arreglo topológico de las “huertas” es de 0.80 m entre hileras y 0.50 m entre plantas, teniendo una densidad de población de 25,000 plantas/ha, establecidas con tracción animal o con coa. La producción es totalmente de temporal y con dos cortes al año: el primero considerado como corte de formación (febrero-marzo) con el objetivo de estimular el crecimiento de la planta; el segundo corte lo realizan en los meses de septiembre-octubre. Se obtienen en promedio de 0.6 a 0.8 t/ha/año. El 100% de los productores realiza la deshidratación del producto en forma natural. La comercialización se realiza en un 100% a través de intermediarios, los cuales pagan \$200/kg al productor.

Palabras clave: *Origanum sp*, manejo, producción, comercialización.

Revista Tecnológica CEA N° 15, Diciembre 2021 - ISSN 2594 0414 -

Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-071113482900-203, ISSN 2594 0414

www.revistatecnologicaceamx

COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y BIOMASA DE FRIJOL PINTO RARÁMURI (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO CONDICIONES DE SEQUÍA TERMINAL

Alejandro A. Prado García^{1*}; Jorge A. Acosta Gallegos²; Gabriel Iturriaga de la Fuente³; Cesar L. Aguirre Mancilla³

¹Estudiante del Instituto Tecnológico de Roque. ²Investigador del INIFAP-CEBAJ. ³Profesor investigador del TNM-Roque. *Autor de correspondencia: alexpg04@hotmail.com

RESUMEN

El frijol es la leguminosa de consumo humano directo de mayor relevancia socioeconómica a nivel mundial; constituye una de las fuentes más importantes de proteínas de origen vegetal en países en desarrollo. Durante los últimos años la producción agrícola se ha visto limitada debido al aumento de la temperatura media ambiental, ocasionando periodos prolongados de estrés abiótico en las plantas. El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta de los componentes de rendimiento y biomasa en frijol Rarámuri y su relación bajo sequía terminal. La investigación se realizó durante el ciclo agrícola P-V 2021 en el Campo Experimental Bajío (INIFAP-CEBAJ) en Celaya, Guanajuato. Se evaluó la variedad Rarámuri bajo condiciones de sequía terminal y riego. El diseño experimental fue bloques completos al azar con 3 repeticiones. Durante la madurez fisiológica se determinaron altura de planta, vainas por planta, semillas por planta, peso de 100 semillas, rendimiento y biomasa. En el ANOVA se observaron diferencias significativas en las variables altura, altamente significativa en biomasa, peso 100 semillas y rendimiento; las variables vainas por planta y semilla por vaina no hubo diferencia significativa. La modalidad de riego presentó los valores más altos en todas las variables evaluadas; sin embargo, es indispensable analizar el comportamiento de la variedad rarámuri en condiciones de sequía terminal. Esta variedad en condiciones de sequía terminal obtuvo rendimientos mayores a los reportados en producción de frijol en temporal para zona de el bajío.

Palabras clave: Cambio climático, Sequía, Tolerancia.

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ALIMENTICIOS EN LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*)

Diana G. Arreguín Lemus¹; Angélica Farfán Maya²; César Aguilar Pérez³

^{1,2}Estudiantes del TecNM Roque, ³Profesor del TecNM Roque *Autor de correspondencia:

diana.arreguin.lemus@gmail.com

RESUMEN

La lombriz roja californiana nos ayuda a reciclar los residuos orgánicos disminuyendo así las emisiones de metano en los rellenos sanitarios; además que generan un abono que mejora las propiedades de los suelos. El experimento se llevó a cabo durante 60 días en el Vivero del Municipio de Celaya ubicado en el TecNM Roque y tuvo como objetivo la evaluación de tres sustratos alimenticios: 1. residuos vegetales, 2. estiércol (borrego) y 3. Residuos vegetales y estiércol (50% y 50%). Los parámetros evaluados fueron el peso total de las lombrices y la producción de humus. Cada tratamiento se inició con 1.5 kg de lombriz las cuales se colocaron en tres cajas plásticas de 53 litros de capacidad (0.5 kg x caja), obteniéndose un total de 9 cajas por los tres tratamientos. Para establecer las lombrices se utilizó una base de papel periódico en pedazos con una humedad del 80% y a partir del 3er día se suministró alimento semanalmente iniciando con 875 g en cada caja y se incrementó hasta llegar a 1.5 kg a partir de la cuarta semana. Una vez transcurridos los 60 días, las lombrices se separaron del sustrato y se pesaron para determinar el peso final. La población de lombrices que mayor peso presentó fue la alimentada con estiércol, con un incremento en peso del 53%, seguida de residuos vegetales – estiércol con 46% y residuos vegetales con 40%; el rendimiento de humus presentó la misma tendencia con 17, 13 y 9 kg respectivamente. Los tres sustratos son adecuados para la lombriz; sin embargo, el estiércol de borrego propicia un mejor desarrollo para la población y mayor rendimiento de humus.

Palabras clave: Lombriz roja californiana, vermicomposta, residuos orgánicos.

DIVERSIDAD DE ACTINOMICETOS DEL SUELO EN 23 REGIONES DE MÉXICO

Oscar A. Grageda-Cabrera^{1*}; Sarahyt S. González-Figueroa¹, Sanjuana V. Hernández-Vázquez²

¹INIFAP Campo Experimental Bajío, ²TecNM-Roque. *Autor de correspondencia:

grageda.oscar@inifap.gob.mx

RESUMEN

Entre las funciones que realizan los actinomicetos en el suelo está la degradación de residuos animales y vegetales de composición compleja que no pueden ser digeridos por hongos y bacterias; además, su diversidad metabólica afecta la fertilidad y la formación de compuestos recalcitrantes estables que interactúan con las propiedades físicas y químicas del suelo. Por otro lado, las prácticas agrícolas representan un riesgo para la diversidad de la biota edáfica, hecho que debe considerarse si se pretende avanzar hacia un manejo sostenible. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la diversidad de actinomicetos en 23 regiones de México incluidas en las Estrategias de Acompañamiento Técnico del Programa producción para el Bienestar (EAT-PpB-SADER). Se analizaron 1717 muestras, la cuantificación de las unidades formadoras de colonias (UFC) se realizó mediante la técnica de diluciones seriadas y extensión en placas; para la identificación de los géneros se consideraron las características morfológicas macroscópicas (textura, coloración del centro y bordes, presencia de secreciones transparentes de geosmina y crecimiento del micelio aéreo). Se identificaron nueve géneros: *Micromonospora* (24.24%), *Streptomyces* (23.84%), *Terrabacter* (21.05%), *Agromyces* (14.86%), *Nocardia* (9.53%), *Actinomadura* (2.92%), *Streptosporangium* (2.38%), *Actinopolyspora* (1.14%) y *Thermomonospora* (0.04%). La diversidad varió entre las diferentes muestras analizadas. Además, se identificaron actinomicetos productores de pigmentos que podrían actuar como promotores del crecimiento vegetal y otros que producen antibióticos que inhiben el crecimiento de microorganismos. Muchos de los aislamientos que produjeron pigmentos y causaron inhibición microbiana pertenecen a los géneros *Agromyces* y *Streptomyces*.

Palabras clave: Actinobacterias, biodiversidad, microorganismos.

ACTINOMICETOS CON ACCIÓN ANTIFÚNGICA PARA EL CONTROL DE *Rhizoctonia solani*

Alejandra Tenorio-Perales^{1*}; Oscar A. Grageda-Cabrera²; Sarahyt S. González-Figueroa²; Aurelia A. Lugo-Rodríguez¹; Leticia Guerrero-Moreno¹; Leonardo Ramirez-López¹;

¹TecNM-Roque; ²INIFAP Campo Experimental Bajío. *Autor de correspondencia:

17981246@itroque.edu.mx

RESUMEN

Los actinomicetos son de gran importancia en la agricultura debido a la gran cantidad de compuestos antimicrobianos que producen, característica que los hace excelentes candidatos para su empleo como agentes de control biológico de microorganismos fitopatógenos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar cepas de actinomicetos con características de inhibición contra a *Rhizoctonia solani*. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. El material biológico utilizado fue *Rhizoctonia solani* aislado de tubérculos de papa y cinco cepas de actinomicetos (*Streptomyces* 1, *Streptomyces* 2, *Streptomyces* 3, *Streptomyces* 4 y *Terrabacter*) aislados de suelo que previamente habían mostrado halos de inhibición contra microorganismos. La técnica utilizada fue la prueba de antibiosis *in vitro*, utilizando los medios de cultivo Agar de Dextrosa y Papa (PDA) y Agar de Almidón y Caseína (SCA). Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos *Streptomyces* 4, *Streptomyces* 1 y *Terrabacter* inhibieron el crecimiento de *Rhizoctonia solani* en un 33.66, 24.77 y 19.70%, respectivamente. Los tratamientos *Streptomyces* 2 y *Streptomyces* 3 tuvieron un porcentaje de inhibición por debajo de 15%. Las 3 cepas de los actinomicetos evaluados inhiben el crecimiento de *Rhizotonia solani* en la prueba *in vitro*. Sobresaliendo el tratamiento *Streptomyces* 4 el cual se evaluará en pruebas de laboratorio y campo.

Palabras clave: Microorganismos, control biológico, papa, streptomyces.

PROYECTO DE ESCALAMIENTO DE FERTILIDAD INTEGRAL EN GUANAJUATO

Juan Pablo Paredes Laguna^{1*}; José Iván Ortiz-Monasterio Rosas²; Juan Francisco Buenrostro Rodríguez³; Hugo César Cisneros López³.

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México Campus Roque. ²Investigador del CIMMYT.

³Tecnológico Nacional de México Campus Roque *Autor de correspondencia:

17981036@itroque.edu.mx

RESUMEN

Para el 2050, el sector agroalimentario enfrentará un reto: producir alimentos de buena calidad nutricional para una población mundial estimada en más de 9000 millones de personas. El suelo es un pilar importante para hacer frente a ese reto, ya que cerca del 95 % de los alimentos se produce directa o indirectamente en los suelos. Una de las metas de MasAgro Guanajuato es alcanzar el manejo sustentable del suelo, así como mejor uso de fertilizantes en la producción de maíz y cereales de grano pequeño de la entidad. Por ello, entre 2018 a 2020, se ha trabajado en el Proyecto de escalamiento de fertilidad integral. A través del diagnóstico técnico, se detectaron áreas de oportunidad en el manejo de la fertilidad del suelo, así como en uso de fertilizantes en la producción de maíz, sorgo, trigo y cebada. CIMMYT apoyó en la generación de cuadrículas de polígonos de interés, capacitación para muestreo de suelo, organización y análisis de información para la generación de mapas de concentración de nutrientes. Los mapas fueron una herramienta para generar recomendaciones de fertilización (discutidas con distribuidores de fertilizantes). Mediante los resultados del estudio, se identificaron las propiedades físicas y químicas de los suelos, así como deficiencias de nutrientes de cada municipio. Lo anterior ayudó a adecuar las mezclas físicas de cada distribuidor de fertilizante participante. Se generaron materiales de difusión y se establecieron ensayos en campo para validar las alternativas de solución a problemas de fertilidad identificados en cada municipio.

Palabras clave: *suelo, mapas, fertilización, difusión*

VIABILIDAD DE SEMILLAS DE *Phalaris* spp. ALMACENADA POR 17 AÑOS.

Sarahyt S. González-Figueroa^{1*}; Tomás Medina Cazares²; Oscar A. Grageda-Cabrera²; Jorge A. Rodríguez-Sandoval¹

¹Tec NM-Roque. ²INIFAP, Campo Experimental Bajío. *Autor de correspondencia:

gonzalez.sarahyt@inifap.gob.mx

RESUMEN

El Bajío es una zona productora de gramíneas de invierno producidas intensivamente, dentro de su sistema productivo es imperante el manejo de maleza, por lo cual los productores aplican herbicidas sin tomar en consideración el modo de acción, esto ha ocasionado la presencia de maleza resistente como *Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa* reportadas desde 1996. En el 2004 el INIFAP-Campo Experimental Bajío realizó una colecta de estas especies en la zona productora de trigo de Guanajuato. El objetivo del presente trabajo es cuantificar la viabilidad de semillas de *Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa*. Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, con un arreglo factorial donde el Factor A fueron 2 localidades (El Romeral, Pénjamo y Las Pomas Viejas, Abasolo) y el Factor B: 2 especies de *Phalaris* (*Phalaris minor* y *Phalaris paradoxa*) almacenadas por 17 años a temperatura ambiente; la prueba de viabilidad de semilla utilizada fue la técnica de Tetrazolio. En el ANOVA se observaron diferencias altamente significativas entre especies y no significativas entre localidades, para la interacción fueron significativas. Las localidades tuvieron un comportamiento estadístico igual con valores de 9.9% y 9.5% de viabilidad para Las Pomas Viejas y El Romeral respectivamente. *Phalaris paradoxa* mostró una viabilidad de 22.4% en contraste con *Phalaris minor* con 2%. Se concluye que independientemente de la localidad de la que fueron colectadas la especie *Phalaris paradoxa* tiene el 91% más de viabilidad que *Phalaris minor*.

Palabras clave: Resistencia, tetrazolio, malezas.

FERTILIZACIÓN CON BASE EN ANÁLISIS DE SUELO EN MAÍZ CON PRODUCTORES COOPERANTES DE AMEALCO, QRO

Alfredo Tapia-Naranjo¹; Manuel Mora-Gutiérrez¹; Ulises Mora-Mora²

¹Investigadores INIFAP Sitio Experimental Querétaro, ²Técnico Independiente.

tapia.alfredo@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el marco del Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER-SADER), dentro de las actividades de diagnóstico territorial se hicieron análisis de suelo en 15 unidades de producción. Los resultados indican en general suelos moderadamente ácidos (pH 5.3 - 6.0) y bajos en contenido de materia orgánica (<1.4%). En Amealco el cultivo principal es maíz con 17,098 ha. Considerando una precipitación mayor a los 700 mm anuales, los rendimientos en riego punteado (3.7 t ha^{-1}) y temporal (1.5 t ha^{-1}) pueden considerarse bajos. Las semillas mejoradas se siembran en unas 5,000 ha en gran medida con subsidio del Estado, las cuales se fertilizan según dispongan de dinero los productores y, con poca o nula orientación técnica, por lo que éstas no expresan su potencial. Con el objetivo de mostrar a los productores las ventajas de fertilizar con apoyo del análisis de suelo se establecieron con productores cooperantes dos parcelas de maíz con riego punteado entre el 14 y 20 de abril de 2020 para un rendimiento proyectado de 8 t ha^{-1} . Se establecieron franjas 0.5 ha de las variedades H-40, Niebla y semilla criolla del productor. Los muestreos de rendimiento arrojan en promedio 5.8 t ha^{-1} para H-40, 5.5 t ha^{-1} para criollo y 4.7 t ha^{-1} para Niebla. Cabe destacar que el cultivo sufrió un periodo prolongado de sequía desde la etapa de desarrollo vegetativo hasta floración por lo que no se obtuvieron los rendimientos esperados; no obstante, estos fueron superiores al obtenido en la región (3.9 y 1.0 t ha^{-1} para punteado y temporal, con un siniestro del 11.7% y 38.7%, respectivamente).

Palabras clave: Fertilización, análisis de suelo, maíz, productores (Innovación Tecnológica).

CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ EN ANDOSOLES EROSIONADOS

Víctor M. Montoya-Jasso^{1*}, María S. García-Hernández¹, Ana P. Sánchez-Muñoz¹ y Gerardo S. Benedicto-Valdés¹

¹Colegio de Postgraduados. *Autor de correspondencia: montoya.victor@colpos.mx

RESUMEN

Los suelos tienen un papel muy importante en el ciclo del carbono, una tercera parte de las reservas mundiales de carbono se encuentra en el suelo. El COS es un parámetro fundamental para determinar la calidad de los suelos por su relación con la capacidad de retención de humedad, diversidad microbiana, porosidad y disponibilidad nutrimental, entre otras. El objetivo de la presente estudios fue determinar la mineralización de la MOS en forma de C-CO₂ de andosoles erosionados y bajo agricultura intensiva. La determinación del flujo de C-CO₂ se determinó en tres andosoles a dos profundidades distintas (0-15 y 15-30 cm), una temperatura estándar de 27 °C y dos niveles de humedad gravimétrica (20 y 40%) resultando en 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno se utilizó un analizador de gases IRGA para medir el CO₂, el pH y CE por extracto 2:1, N micro Kjeldahl, MO mediante oxidación, MOP por mufla, CO utilizando el factor de conversión 0.58, COX mediante permanganometría y C/N en función del N y CO; se aplicó un DECA y pruebas de medias de Tukey con $p \leq 0.05$ para analizar los datos. Los suelos amarillos fueron los más degradados, lo que expuso una menor emisión de C-CO₂ (28 343 mg C-CO₂ m³) y baja calidad edáfica, los suelos negros presentaron un mayor contenido de CO como atributo para la mayor mineralización del C-CO₂ (34 373 mg C-CO₂ m³). El estado de conservación del suelo fue determinante para identificar sus características químicas y el C-CO₂ emitido en base a su origen orgánico o inorgánico.

Palabras clave: *materia orgánica, mineralización, temperatura, humedad.*

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE ANDOSOLES

Brenda J. Ortiz-Almanza¹; Víctor M. Montoya-Jasso^{2*}; Gerardo S. Benedicto-Valdés²

¹TNM-Roque, ²Colegio de Postgraduados. *Autor de correspondencia: montoya.victor@colpos.mx

RESUMEN

Los andosoles se caracterizan por un elevado contenido de carbono orgánico, dando lugar a horizontes húmicos, atribuibles a la materia orgánica estabilizada por minerales que, en conjunto, mejoran las características físicas y químicas del suelo al formar complejos de humus. La conservación de suelos es parte integral del referente de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental y agrícola, la erosión edáfica conlleva a una disminución de los servicios ecosistémicos y productivos necesarios para la demanda de alimentos para la población mundial. El objetivo del estudio fue caracterizar física y químicamente andosoles erosionados sujetos a producción agrícola. Se utilizaron tres andosoles de Texcoco (SP) y Veracruz (A y N); se determinó la granulometría, almacenamiento de agua, densidad aparente, densidad real, clasificación textural, pH y conductividad eléctrica; materia y carbono orgánico y nitrógeno. Para el análisis de las variables se realizó un DCA y pruebas de medias mediante Tukey con un valor estadístico de significancia $p \leq 0.05$. Dado el tamaño de partículas, el suelo A de Veracruz fue el más propenso a la pérdida por efectos eólicos ($DMP < 0.46$ mm), presenta la menor capacidad para retener humedad ($CC < 25\%$), la Dap del suelo N de Veracruz fue baja (< 0.80 g cm⁻³) por su contenido elevado de MO ($> 5\%$); por consiguiente, obtuvo la mayor relación C/N (2.40). El suelo SP de Texcoco mostró la menor CE (< 0.08 dS m⁻¹). Los andosoles evaluados presentaron propiedades deficientes que los catalogan en un grado medio-alto de erosión, aunque contenían bastante MO por un esfuerzo de los productores de recuperar sus suelos.

Palabras clave: *materia orgánica, erosión edáfica, tamaño de partículas.*

ADSORCIÓN DE COMPUESTOS ANIÓNICOS TÓXICOS PRESENTES EN AGUA MEDIANTE XEROGELES DE SÍLICE IMPREGNADOS CON ÓXIDOS INORGÁNICOS

Guillermo Andrade-Espinosa^{1*}

¹Investigador del Tecnológico Nacional de México-Valle de Morelia. *Autor de Correspondencia:

guillermo.ae@vmorelia.tecnm.mx

RESUMEN

En esta investigación se estudió la remoción de herbicidas y fertilizantes (2,4-diclorofenol y fosfatos) presentes en solución acuosa mediante xerogeles de sílice impregnados con nanopartículas inorgánicas de plomo, cadmio y hierro. Los xerogeles fueron sintetizados mediante el proceso sol-gel en dos pasos, dopados con una sencilla metodología a condiciones normales de presión y temperatura, y caracterizados (antes y después de su modificación) por microscopia electrónica de barrido, espectroscopia de absorción en el infrarrojo y titulaciones acido-base. Además, la distribución de carga de los geles se determinó mediante equilibrio de pH. Finalmente, el efecto del pH sobre la capacidad de adsorción de herbicidas y fertilizantes fue estudiado mediante isothermas de adsorción que se llevaron a cabo en reactores en lote. Los resultados de las micrografías mostraron cambios en la morfología superficial de los xerogeles revelando una homogénea distribución de las nanopartículas inorgánicas en los materiales después de ser dopados. Por otra parte, la distribución de carga evidenció un cambio en el punto de carga cero hacia valores más ácidos de pH (de 6.6 a 2.5) cuando los materiales fueron funcionalizados. Finalmente, los experimentos de adsorción reportaron que la remoción de herbicidas incrementa al aumentar el pH de la solución de 3 a 9, teniendo una máxima capacidad de adsorción de 60 mg/g para el material sin impregnar, y que la remoción de fertilizantes aumenta (hasta 7 mg/g para el material impregnado con hierro) cuando el pH disminuye hasta 3. Estos resultados indican que los xerogeles estudiados tienen una potencial aplicación en la remoción de contaminantes presentes en fase acuosa.

Palabras clave: Adsorción, fertilizantes, herbicidas.

EVALUACIÓN DEL PERFIL NUTRICIONAL DE LA HARINA DE PITHECELLOBIUM DULCE (GUAMÚCHIL) PARA SU APLICACIÓN EN PANIFICACIÓN

Aracely I. Cruz López^{1*}; Juan P. Hernández Uribe²; Javier Piloni Martini²; Sergio Soto Simental²;
Aurora Quintero Lira²; Denis de J. Dimas López¹

¹Estudiante de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. ² Profesores Investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. *Autor de correspondencia: cr138008@uaeh.edu.mx

RESUMEN

El Guamúchil (*Pithecellobium dulce*) es una leguminosa originaria de México, del cual produce una vaina con una pulpa denominada arilo. Se produce en climas templados y regularmente se encuentra en la zona del pacífico de norte a sur y en regiones con climas cálido húmedos. El árbol y el fruto tienen usos agroindustriales como forraje, abono, ornamento, de cultivo de sombra y recurso maderables. A su vez tiene aplicaciones gastronómicas consumido en fresco o tostado en la elaboración de agua fresca y atoles, en cosmetología donde la semilla se utiliza para la fabricación de jabones y en distintas regiones esta vaina también se utiliza en medicina tradicional para enfermedades gastrointestinales. A la fecha se han realizado diversos estudios que han demostrado que este cultivo tiene un alto contenido de compuestos bioactivos. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la harina de guamúchil con la finalidad de aplicar la harina en la elaboración de productos de panificación. Se obtuvo harina de guamúchil de la vaina completa a la cual se le realizó un análisis químico proximal (AOAC, 2016). Los principales hallazgos muestran que la harina integral de Guamúchil tiene un 11.27 g/100g de proteína, 8.82 g/100g de fibra cruda, 2.91 g/100g de lípidos y el contenido de carbohidratos fue de 63.43 g/100g. La adición de esta harina integral con harinas de fuentes convencionales puede tener una aplicación en la panificación enriqueciéndolas nutricional y probablemente adicionando actividad antioxidante al producto.

Palabras clave: *Pithecellobium dulce*, perfil nutrimental, panificación

Revista Tecnológica CEA N° 15, Diciembre 2021 - ISSN 2594 0414 -
Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-071113482900-203, ISSN 2594 0414

www.revistatecnologicaceamx

EFFECTO QUIMIOPREVENTIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DEL FRUTO *Vaccinium leucanthum* (CAHUICHE) EN RATONES CD1

Izanami Hernández González¹; Alma Delia Hernández Fuentes²; José Antonio Sánchez Franco²; Rubén Jiménez Alvarado²

¹Estudiante de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ²Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. *Autor de correspondencia: **he117319@uaeh.edu.mx**

RESUMEN

El cahuiche (*Vaccinium leucanthum*) es un árbol endémico de México. Se han analizado frutos del género *Vaccinium* y han identificado compuestos empleados en el tratamiento y prevención de ciertas enfermedades. El objetivo fue extraer e identificar los compuestos fenólicos del fruto *Vaccinium leucanthum* (cahuiche) y su implementación en un ensayo quimiopreventivo *in vivo* en ratones CD1. Se realizó un extracto etanólico al 60% del cahuiche y fue implementando en una evaluación anticototóxica y antigenotóxica *in vivo*. DPPH y FRAP en suero, así como la viabilidad celular y capacidad antioxidante enzimática. La toxicidad subcrónica con hasta 5,000mg/kg de extracto de cahuiche, no presentó letalidad en los ratones tratados. Se indentificaron por HPLC-DAD 4 ácidos fenólicos y 3 antocianinas siendo ácido gálico y el 3-glucósido de cianidina los más abundantes respectivamente, en el extracto crudo del *V. leucanthum* siendo el ácido gálico el de mayor concentración, Se efectuó un estudio quimiopreventivo con diferentes dosificaciones de extracto de cahuiche, se observó que dosis de 300 y 600mg/kg ejercieron efectos protectores en las determinaciones de DPPH y FRAP en suero, actividad de catalasa y lipoperoxidación de hígado y corazón en comparación con el grupo control inyectados con Doxorubicina.

Palabras clave: *Cahuiche, efecto quimiopreventivo, extracto hidroalcohólico, Vaccinium leucanthum.*

COMPUESTOS ANTIOXIDANTES DE TRES ACCESIONES DE TUNA (*Opuntia* ssp.) CON DIFERENTE PIGMENTACIÓN

Mireya Ramírez Pérez¹, César Uriel López Palestina¹, Nemesio Villa Ruano², José Manuel Pinedo Espinoza³, Elvia Becerra Martínez⁴, Alma Delia Hernández Fuentes^{1*}.

¹Instituto de Ciencias Agropecuaria, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo Hidalgo. ²Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. ³CONACyT-Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ⁴Universidad Autónoma de Zacatecas. *Autor de correspondencia:

almah@uaeh.edu.mx.

RESUMEN

El consumo del fruto de tuna, puede proporcionar beneficios a la salud promoviendo la prevención de algunas enfermedades cardiovasculares y tipos de cáncer. Lo anterior, por la presencia de compuestos bioactivos como los fenoles, betalaínas, vitaminas y flavonoides. Las tunas de acuerdo a su pigmentación pueden ser amarillas, naranjas, rojas, moradas, verdes y blancas, existe una variación del contenido de compuestos bioactivos en relación a la pigmentación de las accesiones de las tunas. Por lo cual, la identificación de estos compuestos es de suma importancia para comprender las propiedades biológicas del fruto de tuna. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue, determinar el contenido de compuestos antioxidantes en tres accesiones de tuna mexicana. Los frutos de tuna fueron cosechados en madurez comercial en el Repositorio Nacional de Opuntia en el Estado de Zacatecas. Se tuvieron tres tratamientos; T1-Tuna amarillo chachiquehuite", T2-Tuna-"Cardón blanco" y T3-"Tuna torreoja". Las variables evaluadas fueron; fenoles totales, flavonoides totales, betalaínas y ácido ascórbico. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey con una $P \geq 0.05$. Los frutos de tuna 'Torreoja' (roja) presentaron el mayor contenido de betalaínas y fenoles totales, mientras que en los frutos de tuna 'Amarillo chachiquehuite' (naranja-amarillo), se observó el mayor contenido de flavonoides y ácido ascórbico.

Palabras clave: *Ácido ascórbico, betalaínas, Fenoles, Flavonoides, Opuntia ssp.*

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA FLOR DE CHIPILÍN (*Crotalaria longirostrata*)

Christian A. Pensamiento-Niño^{1*}; Javier Añorve-Morga², Esther Ramírez-Moreno³; Deyanira Ojeda-Ramírez¹; Alma D. Hernández-Fuentes¹

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. ²Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. ³Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. *pe415667@uaeh.edu.mx

RESUMEN

Alimentos vegetales como las flores comestibles, durante siglos han formado parte de la nutrición humana principalmente por sus usos culinarios y propiedades sensoriales. En la actualidad, los hábitos de consumo y elección de alimentos saludables, ha generado mayor interés en la incorporación de flores comestibles en la alimentación. Las flores de plantas silvestres como la del chipilín (*Crotalaria longirostrata*), se convierten en alternativas en la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias y de compuestos de importancia biológica. Por lo anterior, el objetivo del trabajo de investigación fue determinar la composición química y actividad antioxidante de la flor de chipilín, para generar un valor agregado en la industria alimentaria. La composición química de la flor de chipilín se realizó de acuerdo a la metodología de la AOAC, 2005. En consiguiente, la actividad antioxidante por técnicas espectrofotométricas por el método DPPH• y ABTS•⁺. De acuerdo a los resultados, los componentes mayoritarios de la flor de chipilín en base seca, fueron los carbohidratos, seguido de fibra cruda y proteínas. En cuanto a la actividad antioxidante, la flor presentó mayor actividad antioxidante por el método ABTS•⁺ en comparación con la realizada por DPPH•.

Palabras clave: Flores comestibles, *Crotalaria longirostrata*, Actividad antioxidante

CALIDAD ELOTERA DE MAICES NATIVOS RAZA ELOTES OCCIDENTALES DE LA ZONA BAJIO

P. Vega-Rodríguez¹; Francisco Cervantes-Ortiz ²; J. Guadalupe García-Rodríguez²; Wendy Mondragón-Moreno²; R. Ramírez-Rodríguez¹; Enrique Andrio-Enríquez^{2*}

¹Estudiante TecNM campus Roque, ²Docente investigador TecNM-Roque, *autor correspondencia: andrio@itroque.edu.mx

RESUMEN

En el TecNM campus Roque se realizó un ensayo de investigación con siete genotipos de maíz de la raza elotes occidentales colectados en diferentes municipios de la zona Bajío, con el objetivo de observar su comportamiento agronómico y calidad elotera. Se realizó la siembra en seco y se manejó el cultivo en condiciones de riego a partir de diciembre del 2020, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 4 surcos separados a 0.75m y de 5 m de longitud. En la cosecha se tomaron 3 elotes de cada unidad experimental para medir parámetros de la mazorca y determinar los grados Brix. En los resultados se observaron diferencias significativas en los caracteres hileras por mazorca (HPM) la variedad 2 es la mayor con 12 hileras y con menor valor la variedad 5 y 6 con 8.6 hileras; peso de mil granos (PMG) las variedades 1,6 y 3 son las de mayor peso, con 553 y 546gr, la variedad 4 presentó el menor valor 370 gr; en longitud de grano (LGr) la variedad 7 es la de mayor valor con 12.28 mm y de menor fue la variedad 5 con 9.9 mm; en ancho de grano (AGr) la variedad 5 es la de mayor valor con 15.2 mm y la de menor es la variedad 4, con 10.2 mm; en grados Brix (brix) la variedad 3 es la de mayor valor con 15° y la variedad 5 con menor valor 9.8°; y no se detectaron diferencias estadísticas en longitud de mazorca (LM) teniendo un valor promedio de 21.78 cm; diámetro de mazorca (DM) con un valor medio de 46.42 mm; granos por hilera (GPH) con un valor de media de 30.6 granos; en espesor de grano (EGr) con valor de media de 4.99 mm Conclusión: el genotipo 7 presenta mayores resultados en las características evaluadas y puede considerarse para un mejoramiento genético.

Palabras clave: *Zea mays L., elotes, grados brix, caracteres de elote*

IDENTIFICACIÓN DE ACTINOMICETOS DEL SUELO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

Sanjuana V. Hernández-Vázquez^{2*}; Oscar A. Grageda-Cabrera¹; Sarahyt S. González-Figueroa¹; Antonio Mariscal-Amaro¹; Aurelia A. Lugo-Rodríguez²; Alejandra Tenorio-Perales²;

¹INIFAP-CEBAJ, km 6.5 carr. Celaya-SMA, Celaya, Gto, México; ²Tecnológico Nacional de México-Roque Celaya-Juventino Rosas km 8 Celaya, Gto, México. Autor de correspondencia:

L17980754@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El uso de inoculantes es una alternativa estructurar o fortalecer un sistema agronómico sostenible. Dentro de la gran variedad de microorganismos habitantes del suelo se encuentran los actinomicetos, que desempeñan un papel importante en la producción de metabolitos secundarios, degradación de material orgánico y promoción del crecimiento vegetal. El objetivo del presente trabajo de investigación fue aislar e identificar actinomicetos a partir de muestras de suelo procedentes del estado de Guanajuato. El experimento se llevó a cabo en el INIFAP-CEBAJ, se analizaron 53 muestras de suelo, la técnica utilizada para la cuantificación de poblaciones de actinomicetos fue diluciones seriadas con extensión en placa con tres repeticiones, la identificación se realizó por medio del análisis morfológico de UFC, comparado con la base de datos alemana Bac Dive. Las poblaciones de actinomicetos promedio presentes en las muestras fue de 6.13×10^5 UFC g⁻¹ de suelo, el valor más bajo fue 1×10^5 UFC g⁻¹ de suelo y el mayor 2.08×10^6 UFC g⁻¹ de suelo, es importante resaltar que 48 de las muestras se posicionan en el orden de 10^5 , y únicamente 5 en el de 10^6 . En relación a la presencia de géneros los identificados fueron: *Streptomyces* en 41 muestras, *Terrabacter* en 35, *Micromonospora* en 34, *Agromyces* en 14, *Nocardia* en 10, *Actinomadura* en 5, *Streptosporangium* en 4 y *Actinopilyspora* en 1. Se identificaron ocho géneros, la presencia de estos vario con el sitio de muestreo, algunas muestras presentaron diversidad de géneros y en otras únicamente predominaba un género

Palabras clave: *Diversidad, microorganismos del suelo, UFC.*

INOCULANTES MICORRIZICOS Y EL DESARROLLO VEGETATIVO DE FRESA

Serafín Olivares-Pérez^{2*}; Oscar A. Grageda-Cabrera¹; Leticia Guerrero-Moreno²; Ernesto Solis-Moya²; Sarahyt S. Gonzalez-Figueroa¹; Miguel A. Macías-Hernández²

¹INIFAP, Campo Experimental Bajío. ²TecNM-Roque. *Autor de correspondencia:

L17981361@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) es de gran importancia en Guanajuato; sin embargo, los productores han optado por establecer nuevos cultivos debido a los altos costos de producción, por lo que es necesario establecer estrategias que ayuden a reducirlos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de 24 colectas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) sobre el desarrollo vegetativo de fresa. El experimento fue en condiciones de invernadero, con un diseño experimental completamente al azar y cinco repeticiones. Se evaluaron 26 tratamientos: dos testigos (100% y 50% fertilizados sin inocular con HMA), 24 inoculados con colectas de HMA (fertilizados al 50%); las variables evaluadas fueron Altura (A1) a los 27 días después de trasplante (ddt), Altura (A2) a los 42 ddt, Numero de hojas (NH1) a los 27 ddt, Numero de hojas (NH2) a los 42 ddt, Área Foliar (AF1) a los 27 ddt, Área Foliar (AF2) a los 42 ddt, Clorofila (C1) a los 35 ddt, Clorofila (C2) a los 50 ddt. Existieron diferencias significativas en las variables NH2, AF1, AF2. Para NH2 y AF1 los tratamientos inoculados se comportaron estadísticamente igual y fueron mayores al testigo 100% fertilizado; sin embargo, en NH1 no se encontraron diferencias estadísticas; en AF2 algunos tratamientos inoculados con HMA mostraron valores inferiores al testigo. Para C1 y C2 no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Se observó un efecto favorable en el desarrollo del cultivo de fresa en los tratamientos inoculados sobresaliendo el tratamiento 9 (Colecta Pino).

Palabras clave: Hongos, *fragaria x ananassa*, producción.

LA SUSTENTABILIDAD DEL AGROECOSISTEMA CAÑA DE AZÚCAR DE SIHOCHAC, CHAMPOTÓN, CAMPECHE

Lizbeth Lucía Candelario-Rosales^{1*}; Rosa-Elena Hernández-Hernández¹; Silvia Fraire-Cordero²;

Carolina Flota-Bañuelos²; Alberto Santillán-Fernández²; Verónica Rosales-Martínez^{2*}

¹FISPA. Universidad Veracruzana, Acayucan. Carretera Costera del Golfo km 220, Col. Agrícola C.P.

96100; ²CONACyT-Colegio de Postgraduados Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná. Km 17.5,

Sihochac, Campeche, México C.P. 24450. *Autor de correspondencia: vrosales@colpos.mx

RESUMEN

El estudio tuvo como finalidad la sustentabilidad del agroecosistema de la caña de azúcar en Champotón, Campeche. El agroecosistema (AES) es considerado un modelo conceptual de la realidad agrícola. No obstante, en ocasiones en estos AES se realizan prácticas de manejo poco adecuadas para el cuidado del medio ambiente, como es el caso de la caña de azúcar, cultivo de importancia económica para muchas regiones del país, y específicamente para el municipio de Champotón; dado que requiere gran cantidad de agroquímicos y de la práctica de quema para su producción. Se determinó el Índice de Sustentabilidad General (ISG) del AES caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de Sihochac, Champotón, Campeche. El tamaño de muestra se calculó mediante la fórmula para poblaciones finitas. Se aplicó una encuesta a 70 productores, a través de un cuestionario con preguntas cerradas. Para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad se consideró la dimensión económica, ambiental y sociocultural, mediante la metodología de MESMIS, hasta tener un Índice de Sustentabilidad General (ISG) para cada AES. La dimensión sociocultural fue la que presentó un indicador de sustentabilidad más alto con 2.26, seguido de la dimensión económica con 2.15, la dimensión ambiental con 0.44 y un ISG de 1.62. Se concluye que el AES caña de azúcar no es sustentable en la dimensión ambiental, pero lo es de manera media en la económica y sociocultural. Hacen falta prácticas de manejo más sustentable para este AES y equilibrar al menos estas tres dimensiones de importancia para contribuir a AES cañeros más sustentables.

Palabras clave: *Índices de sustentabilidad, Cultivo agrícola, Saccharum officinarum.*

MANEJO AGRONÓMICO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE UMBELA DE CEBOLLA

Jacqueline Sierra-Celedon^{1*}; Francisco Cervantes-Ortiz²; J. Guadalupe García-Rodríguez²; Enrique Andrio-Enríquez²; Mariano Mendoza-Elos²

¹Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. ²Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. *Autor de correspondencia: sierrajackie18@gmail.com

RESUMEN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las especies más importantes del subgénero *Allium*. Forma parte de la canasta básica de alimento y es fundamental en la gastronomía. En términos de producción, una de cada 10 hortalizas que se producen en México son cebollas. El objetivo de la investigación fue evaluar la distancia entre bulbos en dos variedades de cebolla en las características de umbela en El Bajío de Guanajuato. El experimento se estableció en el municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. durante el periodo diciembre 2020 - abril 2021. Se evaluaron dos factores; variedades 1 (Noso) y 2 (Cal-214) y distancia entre bulbos (10, 15 y 20 cm). Se usó un diseño parcelas divididas con 4 repeticiones; donde la parcela grande se asignó a las variedades y la subparcela a la distancia entre bulbo. La unidad experimental constó de un surco a doble hilera de 5 m de longitud. Se registró la altura, diámetro y número de flores por umbela. Los resultados del análisis de varianza no mostraron efecto significativo entre las variedades para diámetro, altura y número de flores por umbela, lo que indica que ambas variedades tienen un comportamiento similar. Por otro lado, la distancia entre bulbos modificó estadísticamente ($p \leq 0.01$) la altura de la umbela. Además no se presentó efecto significativo en la interacción de los dos factores de estudio para ninguna variable. Es importante señalar que el coeficiente de variación presentó un rango de 3.4 a 16.9 %, porcentajes bajos y aceptables; por lo tanto, válida la investigación. Finalmente, la prueba de medias para la longitud de la umbela, reveló que la distancia entre bulbos de 15 cm generó la mayor altura.

Palabras clave: *Allium cepa*, manejo agronómico, características de umbela.

OBTENCION DE UNA MASA MADRE TIPO I CON HARINA DE SEMILLAS DE HUAUZONTLE

EvaMaría Osorio Licona^{1*}; Javier Piloni Martini²; Sergio Soto Simental²; Aurora Quintero Lira²; Denis Dimas López¹

Estudiante de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo¹; Profesor Investigador de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo². *Autor de Correspondencia: evamaria_3093@hotmail.com

RESUMEN

El huauzontle es una planta que generalmente se consume verde, como un quelite y cuya semilla se usa para la producción de plántulas. Sin embargo, al ser un pseudocereal posee un perfil nutricional mejor que los cereales y su semilla es apropiada para elaborar harina, y con ella productos de panificación. Los panes elaborados a base de masa madre son nutritivos y presentan atributos sensoriales especiales. Debido a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la evolución de grupos bacterianos durante el proceso de propagación de una masa madre tipo I elaborada con harina de semilla de huauzontle con la finalidad de ser utilizada en la fabricación de un pan. Durante la fermentación espontánea de masa madre tipo I, harina de semilla de huauzontle fue mezclada con agua destilada esterilizada y se almacenó en recipientes herméticos a 33°C. Cada 24 horas se agregó harina de semilla de huauzontle y agua en la misma proporción que la mezcla inicial. La propagación se llevó a cabo por 10 días. Se realizaron análisis de conteos totales, enterobacterias, mohos y levaduras, además de bacterias ácido lácticas (BAL). Al día 10, se contaron las colonias de BAL (9×10^7 UFC/ml a 33°C x 72h) y levaduras (7×10^5 UFC/ml a 33°C x 72h) que mostraron un crecimiento exponencial y las enterobacterias (6×10^4 UFC/ml a 33°C x 72h) y mohos (5.6×10^5 UFC/ml a 33°C x 72h) un menor crecimiento. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que el microbiota dentro de la masa madre tipo I se mantiene estable a partir del día 7 y puede ser empleada en la elaboración de un pan.

Palabras Clave: *Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*, masa madre, mejoramiento de pan, fermentación espontánea, bacterias ácido lácticas