

REVISTA TECNOLÓGICA CEA

Difusión vía red de cómputo

<http://www.revistatecnologicaceamx>

ISSN 25940414

Año 11, Núm. 32, Volumen I

Enero - Junio 2026



Instituto Tecnológico de
Roque



1926-2026



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



DIRECTORIO

Ing. Raúl René Robles Lacayo
Director

M.E.U. Wendy Mondragón Moreno
Subdirectora Académico

M.G.A. Alejandro Guerrero Barrón
Subdirector de Planeación y Vinculación

Mtro. Fernando Germán Flores Guillén
Subdirector Administrativo

COMITÉ EDITORIAL

Judith Vázquez Aguilar
María Concepción González Cuevas
Israel Servín Gómez
Luis Felipe Noriega Román
Dolores Guadalupe Álvarez Orozco

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Roberto Hernández Sampieri
Universidad de Celaya
Sergio Méndez Valencia
Universidad de Guanajuato
María de Lourdes Tiburcio Sánchez
Universidad de Guanajuato

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 32, Enero – Junio 2026

Revista Tecnológica CEA, Año 11, número 32, Vol. I, Enero – Junio 2026, es una revista semestral, 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 Lic. Thamara Molina Grimaldo Jefa 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 30 de Junio de 2026.

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



EDITORIAL

Reconocer una historia construida con esfuerzo, dedicación, conocimiento, y compromiso por el desarrollo del campo mexicano, invita a celebrar cien años de la historia de la *Escuela de Roque*, nombre que afablemente la sociedad le ha otorgado a la que consideran su instituto. Cada egresado representa una semilla que ha germinado en diferentes regiones del país, así como del extranjero, caracterizando su liderazgo al aportar soluciones y progreso a los sectores tanto productivos como sociales.

A diez décadas de su fundación, hoy como Tecnológico Nacional de México en Roque, reafirma su misión de servir a la sociedad, su reto es innovarse para enfrentar las nuevas exigencias de la educación, derivadas de los cambios tecnológicos, económicos y nuevos enfoques sustentables, con la praxis del **Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México**, *Humanismo para la Justicia Social*.

La educación es más que la transmisión de contenidos y conocimientos, es el axioma de educar, un acto de amor, de buscar nuevos espacios justos y de compromiso para el desarrollo de cada rincón del País. Por ello, el pensamiento crítico constituye una condición para la formación de sujetos aptos para la construcción del conocimiento, que los lleve a ser propositivos.

El pensamiento crítico fundamenta su enfoque en la praxis: considera binomio reflexión y acción. La praxis exige comprender la realidad para actuar sobre ella y, al mismo tiempo, aprender para desaprender, con el movimiento dialectico de la ciencia frente a desafíos, la educación debe fortalecer la capacidad de diálogo, la solidaridad y el compromiso ético por el bien de todos. **“Cien años sembrando conocimiento, cosechando progreso y formando el futuro de México. Felicidades Instituto Tecnológico de Roque, hay un nuevo comienzo para avanzar hacia el horizonte de la justicia social que propone el proyecto de nación”.**

Adriana Castillo Rosas
Directora en el CIIDET

Contenido

	Diplomado en economía social y solidaria del tecnológico nacional de México: una experiencia virtual para fortalecer la cultura emprendedora solidaria	
	<i>Por: Rogelio Pino Orozco, Yazmín Verónica Álvarez Sánchez y Armando Alberto León López.....</i>	<i>1</i>
	Percepción y preferencias en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de un bachillerato de Celaya, Guanajuato, México.	
	<i>Por: Erik Omar Rivera Cervantes, María Concepción González Cuevas y Emma Liliana Merino González ...</i>	<i>12</i>
	Diseño de un sistema integral hidropónico plug and play con monitoreo y control automático basado en IoT	
	<i>Por: Sergio Arturo García Gutiérrez, Alejandro Guzmán Zazueta, Jesús Adrián Razo Rodríguez y Jennifer Rangel Trejo</i>	<i>25</i>
	Internet de los sentidos: interfaces gustativas, hápticas y olfativas para entornos virtuales inmersivos	
	<i>Por: Carolina Cárdenas Cabrera, Luis Ramón Sánchez Rico y Álvaro Martínez Márquez</i>	<i>35</i>
	Fortalecimiento de una estrategia académica para la atención integral de la diversidad	
	<i>Por: Edaly Arredondo Ortega, José Armando Hernández Trujillo y Nancy Cambrón Muñoz</i>	<i>45</i>
	Efectividad biológica del extracto de neem en el control de ácaro varroa destructor en apiarios del municipio de Salvatierra Gto.	
	<i>Por: Luis Patricio Guevara Acevedo, María Victoria Rodríguez García, Ricardo Yáñez López, Juan Carlos Buenavista Centeno</i>	<i>53</i>
	Fertilizaciones bio-mineral, órgano-mineral y bio-órgano-mineral en el cultivo de lechuga (lactuca sativa), tipo orejona	
	<i>Por: Alfredo Lino Brito, Maribel Apolinar Aguilar y Noel J. Arozarena Daza</i>	<i>58</i>
	Estrategias para reducir errores fifo en un almacén automotriz mediante señalización, capacitación y auditorías cíclicas	
	<i>Por: José Luis Camargo Orduño, Mariana Rojas Delgado y María del Carmen Valerio López</i>	<i>71</i>

	Fitness progress como modelo de negocio educativo para fortalecer hábitos saludables en Santa Rosalía, Baja California Sur	
	<i>Por: Juan Carlos Hernández Valenzuela, Antonio Meza Arellano, Jorge Carlos Calleros Gastelum y Jesús Daniel Iza Lucero</i>	
		80
	La visión artificial en la agricultura: avances en el monitoreo y automatización del sector agroalimentario	
	<i>Por: Luis Ramón Sánchez Rico, Carolina Cárdenas Cabrera, Blanca Cecilia López Ramírez y Álvaro Martínez Márquez</i>	
		91
	Implementación de un sistema de agendamiento de citas médicas para la cruz roja mexicana delegación San Pedro de las Colonias.	
	<i>Por: Edna Carmen Aguilar Favela, Rubén Hernández Rodríguez y Pedro Antonio Leos Torres</i>	
		99
	Estandarización de procesos y su papel estratégico como herramienta en la acreditación de una empresa consultora	
	<i>Por: Fabiola Barrera Vargas</i>	
		109
	Evaluación de un modelo de responsabilidad socio laboral en empresa automotriz, en Celaya Guanajuato	
	<i>Por: Israel Servín Gómez, Dolores Guadalupe Álvarez Orozco, Francisca Sareh Buso Ríos y Nancy Beatriz Equihua Toral</i>	
		119
	Modelo integral de ciberseguridad basado en open source para la implementación de un soc-noc en el Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto	
	<i>Por: Eduardo Castillo Moo, Placido Balam Can, Balam Pool Gabriel Eduardo y Hans Llanfair Uc Cru</i>	
		129
	Densidad de tricomas de hojas de fresa y oviposición de araña roja por efecto de aplicaciones foliares de silicio	
	<i>Por: Luis Patricio Guevara Acevedo, Juan Carlos Buenavista Centeno, Fernando Germán Flores Guillen y Carlos Moisés Paredes Rodríguez</i>	
		137
	Identificación, análisis y prevención de factores de riesgo psicosocial según la NOM035-STPS-2018 en la subdirección de planeación, programación y presupuestación	
	<i>Por: Guadalupe María Barreras Álvarez, Leyva Valenzuela Griselda, Eleazar Ríos Valdez, Elisabet Alcantar Quintero y Ximena Castro Barreras</i>	
		144

 Dioxido de silicio en la resistencia de fresa a araña roja <i>Por: María Victoria Rodríguez García, Sarahyt S. González Figueroa y Carlos Moisés Paredes Rodríguez</i>	156
 ¿Deserción o autoexclusión? Un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior <i>Por: Fernando Germán Flores Guillén.....</i>	163
 Entornos seguros de la mujer en el sector logístico <i>Por: Ana Gabriela Rodríguez Juárez, Fabiola Barrera Vargas y María Concepción González Cuevas</i>	171
 Diseño de sistema web para la gestión digital de residuos peligrosos <i>Por: Sergio Arturo García Gutiérrez, José Luis Camargo Orduño, Mariana Rojas Delgado, Diego Mandujano Vázquez y Ángel Francisco Valencia Mandujano.....</i>	181
 Ética profesional docente: una perspectiva <i>Por: Georgina Servín Gómez.....</i>	191
 Estudio operativo en tiendas de conveniencia en la Región Laja Bajío <i>Por: Alfredo Martín Tapia Díaz, Jeniffer Dayani Godínez Capulín, Dalia Abigail León Olivares y Jessica Adonai Medina Ramírez.....</i>	204
 La aplicación del Balanced Scorecard para eficientar los procesos administrativos en las empresas turísticas <i>Por: Manuel Antonio Tovilla Espadas, Liliana Venegas Michel y María del Carmen Clara Arcos Ortega....</i>	213

DIPLOMADO EN ECONOMÍA SOCIAL Y SOLIDARIA DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO: UNA EXPERIENCIA VIRTUAL PARA FORTALECER LA CULTURA EMPRENDEDORA SOLIDARIA

Rogelio Pino Orozco

rogelio.po@ciidet.tecnm.mx

Yazmín Verónica Álvarez Sánchez

yazmin.as@ciidet.tecnm.mx

Armando Alberto León López

armando.leonlpz@gmail.com

Tecnológico Nacional de México/Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica

RESUMEN

Este artículo analiza el diseño, implementación y evaluación del Diplomado en Economía Social y Solidaria (DESS), programa educativo completamente virtual desarrollado por el Tecnológico Nacional de México (TecNM) en concordancia con las políticas públicas de fomento al comercio justo y la economía social y solidaria (ESS) nacional.

Metodológicamente, la investigación se sustenta en la epistemología de segundo orden y la sistematización de experiencias, empleando revisión documental, encuestas de satisfacción y reportes estadísticos de la plataforma educativa. Los resultados principales exponen una matrícula activa de 2,500 participantes y una eficiencia terminal del 55%, lo que significó un total de 1,375 egresados distribuidos entre docentes (66%), estudiantes (16%) y público general (18%).

La evaluación del programa proporcionó una valoración promedio general de 4.5/5 en sus componentes estructurales, pedagógicos y tecnológicos. Se concluye que el DESS constituye una alternativa de formación ecosocial pertinente, evidenciando la capacidad de articulación institucional, a la vez que se identifican áreas de mejora en la evaluación de proyectos.

Palabra(s) Clave: *Educación a distancia, formación docente y ciudadana, innovación social y educativa.*

ABSTRACT

This article analyzes the design, implementation, and evaluation of the Diploma in Social and Solidarity Economy (DESS), a fully online educational program developed by the National Technological Institute of Mexico (TecNM) in line with public policies promoting fair trade and the national social and solidarity economy (ESS).

Methodologically, the research is based on second-order epistemology and the systematization of experiences, using document review, satisfaction surveys, and statistical reports from the educational platform. The main results show an active enrollment of 2,500 participants and a completion rate of 55%, which meant a total of 1,375 graduates distributed among teachers (66%), students (16%), and the general public (18%).

The program evaluation provided an overall average rating of 4.5/5 for its structural, pedagogical, and technological components. It is concluded that the DESS is a relevant eco-social training option, showing the ability for institutional coordination, while also identifying areas for improvement in project evaluation.

Keywords: *Distance education, teacher and citizen training, social and educational innovation.*

INTRODUCCIÓN

El contexto sociopolítico contemporáneo en México ha priorizado el fomento del comercio justo y la economía social y solidaria (ESS) como una estrategia de política nacional orientada al desarrollo sostenible y la equidad social. En este marco normativo e institucional, regulado por la Ley de Economía Social y Solidaria (LESS) y dinamizado por el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) a través

de la estrategia de los Nodos de Impulso a la Economía Social y Solidaria (NODESS), las instituciones de educación superior asumen un papel preponderante para la transformación de los territorios.

Bajo este escenario, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) diseñó el Diplomado en Economía Social y Solidaria (DESS) con el propósito de impulsar una propuesta pedagógica que promueva prácticas organizativas y proyectos productivos enfocados en la generación de fuentes de trabajo digno, la participación social activa y la distribución equitativa del ingreso. Esta iniciativa guarda una estricta convergencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, particularmente en el ámbito de la educación con enfoque de derechos humanos, equidad de género y sostenibilidad ecosocial.

MÉTODOS

La fundamentación teórica del método se articula a partir de cuatro pilares contemporáneos:

1. Pensamiento Complejo: Basado en los postulados de Edgar Morin (1999, 2002), orientando los saberes de manera transdisciplinaria para el análisis contextual de las realidades.
2. Pedagogías Críticas: En consonancia con Paulo Freire (2021), concibiendo el proceso formativo como una experiencia dialógica que activa la praxis transformadora y la superación de los modelos económicos hegemónicos.
3. Aprendizaje Sistémico: Retomando a Alexander Laszlo (2018) y su visión de una educación orientada hacia la sostenibilidad y el florecimiento social (thrivable education).
4. Ecología de Saberes: Con base en Boaventura de Sousa Santos (2009, 2021), promoviendo la validación y articulación de conocimientos tradicionales, locales y académicos en favor del bienestar común.

La metodología de este estudio se encuadra en la epistemología de segundo orden. Se fundamenta en la premisa del constructivismo social, donde el conocimiento se edifica a partir de la participación directa de los sujetos implicados en el fenómeno.

De este modo, se asume el método de sistematización de experiencias propuesto por Oscar Jara (1994). El primer autor de este trabajo, en su rol de coordinador nacional operativo del diplomado, documentó activamente los procesos de planificación, ejecución y evaluación. El corpus de datos analizados comprende las minutas de diseño curricular, informes técnicos internos, estadísticas

automatizadas de la plataforma Moodle y los registros de la encuesta de satisfacción administrada al término de la primera generación, validados con el soporte analítico de las coautorías.

El objetivo central de este artículo es presentar la sistematización de la experiencia del DESS como una oferta formativa masiva e íntegramente virtual del TecNM. Para ello, se examinan pormenorizadamente las fases de diagnóstico institucional, diseño curricular, el proceso de coordinación interinstitucional, el modelo pedagógico implementado y los resultados de eficiencia y satisfacción obtenidos en su primera generación. A través de este análisis, el programa se postula como un modelo de referencia para la educación superior tecnológica en el desarrollo de alternativas formativas basadas en la autogestión del aprendizaje, el pensamiento crítico y la transferencia del conocimiento científico-social a las realidades locales comunitarias.

Con el fin de guiar y evaluar el impacto de la propuesta educativa, se formulan las siguientes preguntas de investigación:

P1: ¿De qué manera la articulación de las dimensiones curricular, operativa, tecnológica y logística permitió estructurar un ambiente virtual de aprendizaje masivo y autogestivo adecuado para la enseñanza de la ESS en el TecNM?

P2: ¿Cuáles fueron los resultados de rendimiento académico, eficiencia terminal e inclusión de la primera generación del DESS, y qué nivel de satisfacción manifestaron las y los usuarios respecto a los componentes del programa?

DESARROLLO

El TecNM representa la institución de educación superior más grande de América Latina, estructurada por 254 institutos tecnológicos y centros distribuidos geográficamente en todo el territorio mexicano, dando atención a una matrícula superior a 570,000 estudiantes de nivel licenciatura y posgrado (TecNM, 2025). La incorporación de la ESS como directriz estratégica responde a la necesidad de resignificar la función social de la institución, transitando de un enfoque centrado en la mera transmisión del conocimiento técnico hacia la producción de saberes éticos con incidencia territorial.

En el año 2021, la Dirección General del TecNM coordinó esfuerzos con la Secretaría de Bienestar para constituir Nodos de Impulso a la Economía Social y Solidaria (NODESS). Ante el impacto favorable de dichas células, en octubre de 2022 se promulgó la campaña nacional “Un NODESS en cada TecNM” (TecNM, 2022). Como mecanismo para dotar de capacidades conceptuales y metodológicas homogéneas a la comunidad institucional, en enero de 2023 se integró un equipo de expertos curriculares y autoridades académicas que formularon la propuesta nacional del Diplomado en Economía Social y Solidaria (DESS).

Para garantizar el despliegue del diplomado de manera ordenada y escalable, el diseño estructural contempló cinco ejes rectores esenciales:

- **Diseño Curricular:** Orientado hacia la complejidad y enfocado en transmutar el saber técnico en un compromiso ético-reflexivo situado.
- **Infraestructura:** Provisión tecnológica apta para soportar un entorno virtual de aprendizaje de carácter masivo, asincrónico y autogestivo.
- **Normativo:** Alineación con las normativas federales de ESS e integración armónica con las políticas académico-administrativas que rigen al TecNM.
- **Operativo:** Coordinación de capital humano idóneo para la gestión académica, la atención tecnológica y la supervisión tutorial.
- **Logístico:** Ordenamiento procedimental estructurado para dirigir sistemáticamente cada una de las fases del programa, desde la inscripción hasta la titulación.

Para el desarrollo tecno-pedagógico se seleccionó el "Modelo de Diseño de Ambientes de Aprendizaje (ADA)", propuesto por la Dra. Martha Ramírez López, investigadora adscrita al CIIDET. Este marco conceptual provee un trayecto cíclico de seis etapas para la estructuración didáctica en la virtualidad:

1. Análisis de escenarios pedagógico y tecnológico: Evaluación de la experiencia, habilidades, conocimientos previos de las y los usuarios, infraestructura institucional y objetos tecnológicos idóneos.
2. Selección de contenidos y metodologías de aprendizaje: Definición de objetivos formativos, contenidos esenciales, estrategias didácticas activas y mecanismos de evaluación reflexiva.
3. Curación y producción de contenidos: Selección rigurosa y diseño de lecturas, sitios web, webinars, bibliotecas, blogs y la configuración en las plataformas de gestión de aprendizaje.
4. Acompañamiento para el aprendizaje: Fomento del aprendizaje autónomo, provisión de recursos digitales interactivos y verificación continua de las metodologías activas.
5. Evaluación del aprendizaje: Establecimiento de criterios de excelencia, aplicación de evaluaciones situadas, constatación de competencias y retroalimentación interactiva.
6. Acompañamiento para la enseñanza: Procesos de apertura, desarrollo y cierre de actividades pedagógicas, integrados con formación continua para la educación en línea (e-a).

La coordinación operativa del DESS fue liderada por el personal del CIIDET, asumiendo tareas de administración instruccional, diseño gráfico, producción audiovisual, soporte en la plataforma Moodle, atención del centro de comunicación y la revisión de proyectos integradores. Paralelamente, el Instituto Tecnológico de Aguascalientes coadyuvó mediante el hospedaje de la base de datos en sus servidores y el diseño de los portales web oficiales y de registro de aspirantes.

Previo al lanzamiento definitivo, se implementó un pilotaje con 45 evaluadores (42 coordinadores e integrantes de NODESS regionales y 3 especialistas pedagógicas del CIIDET). Este ejercicio permitió validar la arquitectura de navegación, la accesibilidad de los recursos y la secuencia didáctica, derivando en ajustes de contenido puntuales antes de la apertura de la convocatoria nacional.

La convocatoria para la primera generación se formalizó el 10 de agosto de 2023, estableciendo una duración total de 120 horas académicas distribuidas en una modalidad 100% en línea bajo una estrategia didáctica ecopedagógica y dialéctica. La Tabla 1, muestra el mapa modular de la estructura temática.

Tabla 1. Estructura temática.

Módulo	Descripción	Horas
1	Fundamentos de Economía e introducción a la Economía Social y Solidaria	20 horas
2	Contexto de la Economía Social y Solidaria	20 horas
3	Marco legal, ecosistemas, innovación y emprendimiento en la Economía Social y Solidaria	40 horas
4	El anteproyecto de Economía Social y Solidaria y casos de estudio	40 horas

Nota: Elaboración propia, obtenida de la Convocatoria Oficial del DESS del TecNM

RESULTADOS

Al cierre del ciclo formativo de la primera generación, se obtuvieron los siguientes indicadores analíticos en la plataforma educativa:

- Estudiantes inscritos en la plataforma: 3,469 usuarios.
- Estudiantes activos (que ingresaron a la plataforma): 2,500 usuarios.
- Estudiantes con actividades de evaluación realizadas: 2,099 usuarios.
- Estudiantes que concluyeron el anteproyecto integrador: 1,455 usuarios.
- Estudiantes aprobados y egresados: 1,375 usuarios.

Tomando como base la población de estudiantes activos (2,500), el egreso de 1,375 participantes representa una eficiencia terminal del 55%.

La distribución demográfica de los 1,375 egresados de la primera generación denota un alcance nacional con participación en las 32 entidades federativas de México. En la tabla 2, se detalla la composición de egreso organizada por tipo de participante, región geográfica y género.

Tabla 2. Caracterización Sociodemográfica y Distribución de Egresados

Estado	Por tipo de participante			Total por Estado	Por género		
	Profesores TECNМ	Estudiantes TECNМ	Externos		Hombres	Mujeres	Prefiero no decirlo
Aguascalientes	5	0	0	5	2	3	0
Baja California	3	0	1	4	4	0	0
Baja California Sur	8	1	4	13	6	7	0
Campeche	43	2	6	51	23	28	0
Chiapas	31	21	14	66	38	28	0
Chihuahua	11	3	4	18	12	6	0
Ciudad de México	28	4	21	53	20	33	0
Coahuila	13	1	2	16	8	8	0
Colima	13	0	0	13	8	5	0
Durango	23	0	6	29	13	16	0
Estado de México	47	2	17	66	35	31	0
Guanajuato	28	2	1	31	15	16	0
Guerrero	21	1	5	27	14	13	0
Hidalgo	28	39	6	73	27	46	0
Jalisco	10	0	3	13	8	5	0
Michoacán	70	13	19	102	48	54	0
Morelos	14	3	2	19	8	11	0
Nayarit	6	1	1	8	3	5	0
Nuevo León	4	0	1	5	2	3	0
Oaxaca	68	46	29	143	55	88	0
Puebla	65	3	11	79	34	45	0
Querétaro	18	36	11	65	24	41	0
Quintana Roo	28	6	26	60	27	33	0
San Luis Potosí	20	1	3	24	8	16	0
Sinaloa	7	3	0	10	1	8	1
Sonora	39	8	9	56	22	34	0
Tabasco	50	1	5	56	22	34	0
Tamaulipas	16	1	7	24	11	13	0
Tlaxcala	3	0	4	7	2	5	0
Veracruz	169	21	24	214	94	119	1
Yucatán	6	0	2	8	4	4	0
Zacatecas	14	0	3	17	10	7	0
Total	909	219	247	1375	608	765	2

Nota: Elaboración propia, datos sistematizados a partir de los reportes internos de la plataforma del DESS del TecNM

DISCUSIÓN

Al desglosar los perfiles, los docentes del TecNM constituyeron la mayoría de la población egresada con un 66% (909 participantes), seguidos por un 18% de participantes externos o público general (247 participantes) y un 16% de estudiantes de la institución (219 participantes). En materia de inclusión de género, los resultados muestran una prevalencia sustancial de mujeres, quienes representaron el 56.2% de los diplomas emitidos (765 egresadas) frente a un 44.2% de hombres (608 egresados) y un 0.1% que prefirió omitir su género (2 egresados). Geográficamente, el estado de Veracruz exhibió el mayor índice de egreso concentrando el 15.6% del total nacional con 214 participantes.

El programa fue evaluado por los participantes. En la Tabla 3, se presentan los promedios obtenidos por dimensión evaluada en la encuesta de satisfacción.

Tabla 3. Resultados de la encuesta de satisfacción

Dimensión evaluada	Promedio obtenido de la evaluación
Diplomado	4.50
Contenido	4.43
Evaluaciones	4.47
Seguimiento	4.45
Plataforma educativa	4.55

Nota: Elaboración propia, índices calculados a partir de los reactivos de la encuesta de satisfacción del programa

Los indicadores cuantitativos sugieren una alta valoración global del programa (4.50/5.00), resaltando la solidez de la infraestructura tecnológica provista por Moodle (4.55/5.00). No obstante, el análisis cualitativo extraído de las preguntas abiertas reveló tensiones críticas que constituyen áreas de oportunidad para futuras iteraciones curriculares:

1. Homogeneización de estilo y de extensión: Se detectaron asimetrías en la redacción y profundidad pedagógica entre los distintos módulos, evidenciando la necesidad de unificar los criterios editoriales de las unidades de aprendizaje y moderar la extensión de ciertos materiales de lectura.
2. Duplicidad de Contenidos: Los usuarios reportaron redundancia conceptual en subtemas específicos correspondientes a los módulos centrales, requiriéndose una curación de contenidos más rigurosa.

3. Andamiaje para el Módulo Cuarto: Al ser el bloque enfocado en el desarrollo metodológico del anteproyecto, se demandó mayor claridad instruccional y recursos didácticos profundos que guíen de mejor manera el diseño del proyecto final integrador.
4. Optimización de la Estrategia Evaluativa: El equipo de profesores de seguimiento validó las observaciones de los usuarios y determinó que la inclusión de metodologías de autoevaluación pura para los proyectos finales integradores no rindió los frutos esperados. Por ende, se plantea robustecer las rúbricas y transitar hacia esquemas de evaluación co-evaluativa o heteroevaluación situada por expertos.

CONCLUSIONES

La sistematización del Diplomado en Economía Social y Solidaria (DESS) demuestra la viabilidad técnica y pedagógica del Tecnológico Nacional de México para conceptualizar, pilotar y ejecutar programas de educación virtual a gran escala con altos estándares de calidad instruccional. En respuesta a las preguntas de investigación formuladas, se concluye lo siguiente:

- Respecto a P1, el engranaje de los ejes curriculares, normativos y lógicos acoplados al modelo tecno-pedagógico ADA de Ramírez-López (2020) permitió habilitar un entorno virtual asincrónico eficiente. La plataforma Moodle demostró resiliencia de tráfico al atender a miles de usuarios simultáneos, validando la suficiencia tecnológica de la institución.
- Respecto a P2, la primera generación consolidó un semillero de 1,375 ciudadanos ecosociales con cobertura en todas las entidades federativas del país, logrando una eficiencia terminal del 55% que se considera competitiva dentro de los estándares de la educación a distancia masiva. Asimismo, el programa cumplió con criterios de inclusión y equidad al registrar una participación mayoritaria de mujeres (56.2%) y mantener las puertas abiertas al público general.

El principal desafío de mejora continua es eliminar las divergencias instruccionales entre módulos, clarificar los esquemas evaluativos de los proyectos integradores y fortalecer la vinculación directa de los contenidos teóricos con las realidades socioambientales específicas de cada territorio regional. De esta forma, el DESS no solo se valida como una respuesta oportuna a directrices de la agenda política nacional, sino como una propuesta de innovación curricular ética y transdisciplinaria indispensable para alcanzar las metas de sostenibilidad planteadas en la Agenda 2030.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2019, 12 abril). Ley de la economía social y solidaria, reglamentaria del párrafo octavo del artículo 25 de la constitución política de los estados unidos mexicanos, en lo referente al sector social de la economía.
- Cañedo, R., Mendoza, M., y Carmona, J. (2022). Los Nodos de la Economía Social y Solidaria como política de Estado en México: La experiencia del NODESS-REDESSGRO. *Revista Iberoamericana de Economía Solidaria e Innovación Socioecológica*, 5, 95-118. <https://doi.org/10.33776/riesise.v5.5319>
- Freire, P. (2021). *Pedagogía del oprimido* (Ed. conmemorativa 50 aniversario). Siglo XXI.
- Jara, O. (1994). *Para sistematizar experiencias. Programa Latinoamericano de Apoyo a la Sistematización*. Alforja.
- Laszlo, A. (2018). Education for the future: The emerging paradigm of thrivable education. *World Futures*, 75, 174–183. <https://doi.org/10.1080/02604027.2018.1463760>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Santillana/Unesco. <https://bit.ly/44Q02Af>
- Morin, E. (2002). *La cabeza bien puesta: Repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Nueva Visión.
- Ramírez-López, M. (2020). Modelo Tecnopedagógico. Propuesta para atender la continuidad académica del TecNM.
- Santos, B. (2009). *Una epistemología del Sur: la reinención del conocimiento y la emancipación social*. Siglo XXI Editores.
- Santos, B. (2021). *El fin del imperio cognitivo: La afirmación de las epistemologías del Sur*. Trotta.
- TecNM (07 de octubre 2022). *TecNM creará un Nodess en cada campus del país*. Recuperado el día 20 de mayo de 2025 de: <https://www.tecnm.mx/?vista=noticia&id=2856>
- TecNM (2025). *Breve historia de los Institutos Tecnológicos*. TecNM. Recuperado el día 18 de mayo de 2025 de: <https://www.tecnm.mx/?vista=Historia>

PERCEPCIÓN Y PREFERENCIAS EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE UN BACHILLERATO DE CELAYA, GUANAJUATO, MÉXICO.

Erik Omar Rivera Cervantes

erick.rivera@cbtis198.edu.mx

María Concepción González Cuevas

maria.gc@roque.tecnm.mx

Emma Liliana Merino González

emma.merinog@sabes.edu.mx

Tecnológico Nacional de México en Roque/ Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios / Sistema Avanzado de Bachillerato y Educación Superior

RESUMEN

El presente estudio analiza la percepción y preferencias de los estudiantes de nivel medio superior de un bachillerato ubicado en la ciudad de Celaya, Guanajuato. La investigación es con enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y de tipo descriptivo – correlacional. La muestra conformada por 52 alumnos del primer semestre de bachillerato, la técnica empleada para la recolección de datos fue una encuesta con escala Likert de 21 ítems dividido en cuatro constructos: métodos de aprendizaje, dificultades y percepción, preferencias sobre las clases y valoración de las matemáticas.

Los resultados muestran una correlación positiva entre los métodos de aprendizaje y la valoración, así como, una relación negativa entre las dificultades percibidas por los estudiantes y la valoración de las matemáticas.

Palabra(s) Clave(s): docentes, emociones, tareas, tecnologías, virtuales.

ABSTRACT

This study analyzes the perceptions and preferences of upper secondary school students at a high school located in the city of Celaya, Guanajuato. The research employs a quantitative approach, a non-experimental design, and a descriptive-correlational approach. The sample consisted of 52 first-semester high school students. Data was collected using a 21-item Likert-scale survey divided into four constructs: learning methods, difficulties and perceptions, class preferences, and the value of mathematics. The results show a positive correlation between learning methods and the value of mathematics, as well as a negative relationship between the difficulties perceived by the students and their evaluation of mathematics.

Keywords: teachers, emotions, tasks, technologies, virtual.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas en la educación media superior constituye un eje fundamental para el desarrollo académico y profesional de las y los jóvenes. En México, y de forma particular en contextos como el de Celaya, Guanajuato, las percepciones y preferencias de los estudiantes respecto a esta disciplina influyen directamente en su motivación y en los resultados de aprendizaje (SEP, 2024). Comprender cómo perciben los alumnos las matemáticas, es decir, si las consideran útiles, difíciles, relevantes o desconectadas de su realidad y qué preferencias en su manera de aprender manifiestan es indispensable para diseñar intervenciones didácticas que incrementen su interés y rendimiento (Dirección de Planeación, 2025).

Diversas investigaciones internacionales y nacionales han mostrado que las emociones hacia las matemáticas, referidas como la ansiedad, el aburrimiento, el disfrute o la ira, están estrechamente ligadas tanto a la percepción de la calidad de la enseñanza como a la autoeficacia académica del estudiante; estas emociones, a su vez, condicionan la disposición a participar en clases y a enfrentar tareas complejas (Hascher, Hagenauer y Sacchi, 2024). Es decir, no basta con mejorar recursos o contenidos: es necesario atender la dimensión afectiva y las preferencias de aprendizaje del estudiantado para promover un aprendizaje significativo (Hernández, et al. 2023).

El periodo postpandemia introdujo cambios en las modalidades de enseñanza, acelerando la incorporación de tecnologías, formatos híbridos y herramientas virtuales; estudios recientes en contextos latinoamericanos y mexicanos evidencian que estas transiciones modificaron las percepciones estudiantiles sobre cómo aprenden matemáticas y sobre qué recursos consideran efectivos. Mientras, algunos alumnos valoran la flexibilidad y los recursos digitales, otros perciben una pérdida en la interacción y en el acompañamiento docente que consideran esencial para comprender conceptos abstractos (Santagueda, et al. 2024). Asimismo, investigaciones cualitativas en México han identificado factores socioculturales y pedagógicos que influyen en la actitud hacia las matemáticas: la imagen del docente, la existencia de tabúes sociales sobre la complejidad de la materia, las expectativas familiares y las experiencias previas de éxito o fracaso. Estos elementos moldean las preferencias de los estudiantes, por ejemplo, preferencia por actividades prácticas frente a exposiciones magistrales y condicionan la toma de decisiones académicas; comprenderlos permite implementar estrategias formativas más sensibles al contexto local (Jauregui y Rodríguez, 2024), (Juárez, Juárez y Hernández, 2025).

En el ámbito regional, las autoridades educativas y los sistemas estatales han impulsado programas y evaluaciones que ponen énfasis en la mejora de los aprendizajes en matemáticas, al mismo tiempo que proporcionan datos diagnósticos sobre niveles de logro y brechas territoriales. Estos insumos facilitan situar el estudio en Celaya dentro de un marco más amplio: no se trata solo de indagar percepciones individuales, sino de comprender cómo éstas se articulan con políticas, recursos institucionales y la oferta educativa del bachillerato en Guanajuato. De este modo, el estudio busca aportar evidencia útil tanto para docentes y directivos como para responsables de diseño curricular (Dirección de Planeación, 2025).

Por todo lo anterior, la presente investigación propone analizar las percepciones y preferencias de aprendizaje de matemáticas en estudiantes de un bachillerato en Celaya, Guanajuato, identificando patrones afectivos (emociones y actitudes) y preferencias metodológicas (modalidad de clase, recursos didácticos, trabajo colaborativo y uso de tecnologías). La hipótesis que guía el trabajo es que las percepciones y preferencias están mediadas por la experiencia previa con la materia y por la percepción de la calidad de la enseñanza; en consecuencia, la propuesta contempla recomendaciones pedagógicas basadas en la evidencia recopilada para potenciar la motivación, la equidad y los resultados en el contexto estudiado.

METODOLOGÍA

La investigación fue cuantitativa, que, de acuerdo a Hernández, et al., (2014) es secuencial, probatoria y se utilizaron mediciones numéricas para probar una hipótesis. Se eligió la metodología del estudio de caso para dar respuesta a la hipótesis, que de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 1) El estudio de caso se define como “una investigación profunda y holística de una unidad o fenómeno en su contexto, utilizando métodos cuantitativos, cualitativos o mixtos.

Este enfoque permite generar descripciones detalladas, identificar patrones y explicar causas de fenómenos, siendo útil en diversas disciplinas”.

El alcance de la presente es descriptivo – correlacional, ya que se medirá la relación entre algunas variables y de acuerdo al diseño es no experimental. Primero se procedió a definir de manera operacional y conceptual cada una de las variables del presente estudio, las variables independientes quedaron tal como muestra la tabla 1, mientras que, para las dependientes están reflejadas en la tabla 2.

Como resultado de la operacionalización de las variables, se diseñó un instrumento tipo cuestionario que contenía una escala de Likert de 5 puntos. compuesto de cuatro apartados: el primero, permitió recabar información sobre los métodos de aprendizaje que utilizan los estudiantes. El segundo rubro fue sobre las dificultades y percepción de ellos, aquí se tocan elementos sobre sus pensamientos y creencias de la materia. El tercer elemento fue las preferencias sobre, las clases, el cual, nos permitió conocer que necesidades se deben cubrir por el docente a cargo de la materia. Por último, la valoración, dio elementos para analizar ¿Qué tan importante? es para los alumnos esta materia.

Tabla 1. Variables independientes

Factores	Definición conceptual	Ítem
Género	Conjunto de seres que tienen uno o varios caracteres comunes (RAE, 2020).	Género
Estado civil	De acuerdo RAE (2020), es condición de una persona en relación a su matrimonio, que se hacen constar en el registro civil.	Señala su estado civil
Edad	Espacio de tiempo que ha vivido una persona (RAE, 2020)	Edad

Nota: Elaboración propia de los autores.

Tabla 2. Variables dependientes

Factores	Definición conceptual	Ítem
<i>Métodos de aprendizaje</i>	Forma en la que los estudiantes prefieren la enseñanza de las matemáticas	5 ítems en la variable
<i>Dificultades y percepción</i>	Barreras que los estudiantes enfrentan al aprender matemáticas	6 ítems en la variable
<i>Preferencias sobre las clases</i>	Manera en que el profesor puede dar su clase para mejorar su enseñanza	6 ítems en la variable
<i>Valoración de las matemáticas</i>	Percepción que los jóvenes tienen sobre la utilidad que tiene para su vida las matemáticas	4 ítems en la variable

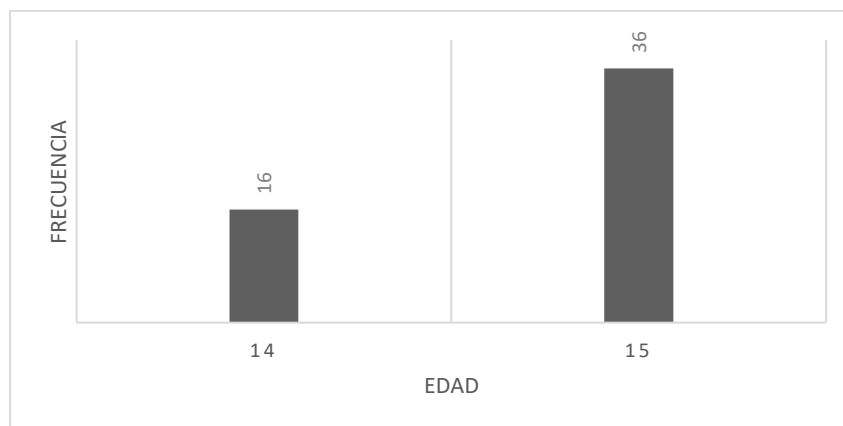
Nota: Elaboración propia de los autores

RESULTADOS

Para el análisis de resultados fue empleado el software de análisis estadístico avanzado, (SPSS), versión 25. Derivado de la aplicación del instrumento resultaron 52 cuestionarios respondidos en su totalidad, de los cuales, 36 son estudiantes de 15 años y 16 cuentan con 14 años, cabe señalar que los alumnos pertenecen al grupo de 1er semestre de bachillerato (Ver figura 1).

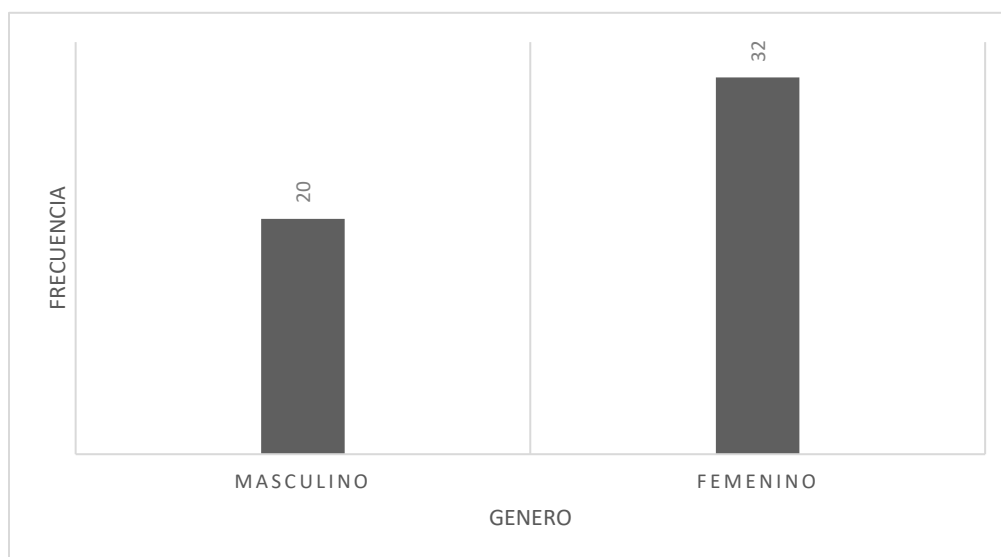
En cuanto al género declarado por los encuestados 32 estudiantes son mujeres y 20 hombres, esto resulta relevante porque el grupo estudiado pertenece a la especialidad de químicos, lo cual, puede ser un factor importante para la comprensión y percepción (Ver figura 2).

Figura 1. Gráfico de edad de los estudiantes



Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

Figura 2. Gráfico del género de los estudiantes



Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

En el caso de los métodos de aprendizaje las preguntas buscaban conocer la manera en la que los estudiantes aprendían la materia y que recursos utilizaban, considerando las respuestas de totalmente de acuerdo y de acuerdo, los resultados indican que la mayoría de los alumnos, con un 88.5% prefieren que su docente les explique paso a paso el tema, respecto al uso de ejercicios prácticos un 78.8% mantienen una inclinación hacia ello, es observable que el 57.7% de los estudiantes utilizan recursos digitales para mejorar su comprensión de los temas (caso de videos tutoriales), una situación interesante es que el 42.4% optan por el estudio individual, mientras que, el 42.3% prefieren las actividades colaborativas a través de estudio en equipo, en cuanto al uso de recursos digitales, (Véase tabla 3).

Tabla 3. Resultados métodos de aprendizaje

Escala de Likert	Estudio individual	Estudio en equipo	Uso de recursos digitales	Uso de ejercicios prácticos	Profesor explica paso a paso
Totalmente en desacuerdo	5.8%	9.6%	1.9%	1.9%	1.9%
En desacuerdo	19.2%	5.8%	19.2%	3.8%	1.9%

Ni de acuerdo ni en desacuerdo	32.7%	42.3%	21.2%	15.4%	7.7%
De acuerdo	21.2%	28.8%	46.2%	51.9%	21.2%
Totalmente de acuerdo	21.2%	13.5%	11.5%	26.9%	67.3%

Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

En cuanto a las dificultades en el estudio de las matemáticas, el 21.2% de los estudiantes reconocen presentar barreras de comprensión, el 46.1% aceptan como impedimento la memorización, 40.4% poseen conflicto para la aplicación de teoría versus práctica, el 27% sienten inseguridad al resolver problemas, 26.9% sienten que el ritmo de clase es un inconveniente y el 48.6% carecen de dificultad por el buen conocimiento de la asignatura (Véase tabla 4).

Tabla 4. Resultados dificultades y percepción

Escala de Likert	Dificultad de comprensión	Dificultad para memorizar	Dificultad para aplicar la teoría en la práctica	Inseguridad para resolver problemas	Ritmo de la clase dificulta comprender el tema	Buen conocimiento de las matemáticas
Totalmente en desacuerdo	9.6%	3.8%	5.8%	23.1%	19.2%	7.7%
En desacuerdo	26.9%	28.8%	28.8%	30.8%	19.2%	7.7%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	42.3%	21.2%	25.0%	19.2%	34.6%	36.5%
De acuerdo	15.4%	28.8%	32.7%	13.5%	19.2%	38.5%
Totalmente de acuerdo	5.8%	17.3%	7.7%	13.5%	7.7%	9.6%

Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

En el tercer rubro, preferencias sobre las clases, la indagación consistió en el compartimiento de cómo les gustaría tomar sus sesiones de matemáticas, las sugerencias expresadas, es que el 73.1 coincidieron con ejemplos prácticos, el 63.5% promover el uso de material visual, mientras que, el 69.2% le gustaría el uso de actividades que involucren juegos y dinámicas. Llama la atención que menos de la mitad de los jóvenes prefiera el uso de simulaciones digitales, aun cuando pertenecen a una generación que depende de aparatos electrónicos como la computadora, tablet y el celular (Véase tabla 5). Por último, para el rubro valoración, lleva la intención que los jóvenes indicarán una

ponderación de la materia, el 84.6% de los estudiantes están convencidos sobre la utilidad, 92.3 % la inferencia en la vida profesional, 90.3% reconocen que ayudan a desarrollar habilidades y el 71.1% otorgan importancia para su formación (Véase tabla 6).

Tabla 5. Resultados preferencias sobre las clases

Escala de Likert	Clases con ejemplos prácticos	Uso de material visual	Que el profesor relacione el tema con la vida cotidiana	Actividades interactivas como juegos y dinámicas	Uso de simulaciones digitales
Totalmente en desacuerdo	1,9%	3.8%	1.9%	1.9%	1.9%
En desacuerdo	1,9%	7.7%	1.9%	0.0%	7.7%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	23,1%	25.0%	28.8%	28.8%	42.3%
De acuerdo	32,7%	30.8%	40.4%	25.0%	38.5%
Totalmente de acuerdo	40,4%	32.7%	26.9%	44.2%	9.6%

Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

Tabla 6. Resultados sobre valoración de las matemáticas

Escala de Likert	Las matemáticas son útiles	Las matemáticas son importantes para la vida profesional	Las matemáticas me ayudan a desarrollar habilidades	Las matemáticas son valiosas para mi formación
Totalmente en desacuerdo	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%
En desacuerdo	1.9%	1.9%	0.0%	3.8%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	13.5%	5.8%	9.6%	23.1%
De acuerdo	40.4%	36.5%	28.8%	36.5%
Totalmente de acuerdo	44.2%	55.8%	61.5%	34.6%

Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

La prueba de confiabilidad, verifica la pertinencia de los ítems del cuestionario, es elegida el alfa de Cronbach es observable en la tabla 7, el valor obtenido de 0.735, lo que significa que los ítems son adecuados para la investigación.

Tabla 7. Prueba de confiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.735	21

Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

La aplicación de la prueba de normalidad, coadyuba para verificar si se trata de una distribución de datos normal, para ello, es empleada la prueba de Kolmogorov, de acuerdo a Álvarez *et al* (2019), esta prueba es utilizada cuando la muestra es mayor de 50 datos. Es observable en la tabla 8, que $p < 0.05$, lo cual determina que los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 8. Prueba de normalidad

		1.	2.	3.	4.
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Métodos de aprendizaje	Dificultades y percepción	Preferencias sobre las clases	Valor a las matemáticas
N		52	52	52	52
Parámetros	Media	3,7154	2,9840	3,8429	4,3077
normales ^{a,b}	Desv. Desviación	,53040	,64021	,69028	,60960
Máximas diferencias	Absoluta	,145	,141	,107	,181
	Positivo	,142	,141	,075	,128
extremas	Negativo	-,145	-,107	-,107	-,181
Estadístico de prueba		,145	,141	,107	,181
Sig. asin. (bilateral) ^c		,008	,012	,193	,000
Sig. Monte Carlo (bilateral) ^d	Sig.	,008	,012	,140	,000
	Intervalo de confianza al 99%				
	Límite inferior	,006	,009	,131	,000
	Límite superior	,011	,015	,149	,000

Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

La prueba de Spearman mide la fuerza y relación entre las variables de estudio, los resultados visibles en la tabla 9.

Tabla 9. Correlación de Spearman

Correlación de Spearman			1. Métodos de aprendizaje	2. Dificultades y percepción	3. Preferencias sobre las clases	4. Valor a las matemáticas
Rho de Spearman	1. Métodos de aprendizaje	Coefficiente de correlación	1,000	-,106	,424**	,472**
		Sig. (bilateral)	.	,456	,002	,000
		N	52	52	52	52
	2. Dificultades y percepción	Coefficiente de correlación	-,106	1,000	,337*	-,427**
		Sig. (bilateral)	,456	.	,015	,002
		N	52	52	52	52
	3. Preferencias sobre las clases	Coefficiente de correlación	,424**	,337*	1,000	,113
		Sig. (bilateral)	,002	,015	.	,426
		N	52	52	52	52
	4. Valor a las matemáticas	Coefficiente de correlación	,472**	-,427**	,113	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	,002	,426	.
		N	52	52	52	52

Nota: Elaboración propia de los autores (SPSS, 2026)

En el caso de la variable métodos de aprendizaje tiene una relación positiva y moderada con la variable preferencias sobre las clases, con un coeficiente de .424 y una significancia de .002. Esto indica que los estudiantes reportan mayor uso de métodos de aprendizaje activos, paralelamente, muestran mayor interés por clases dinámicas, recursos visuales e interactivos.

Otra relación positiva y moderada – alta fue la variable métodos de aprendizaje y la de valoración de las matemáticas, con un coeficiente de .472 y una significancia de .001. Estos resultados nos indican que a media que los estudiantes emplean una mayor cantidad de métodos de aprendizaje aumenta el valor o la utilidad que le dan a esta disciplina.

Las correlaciones que resultaron no significativas fue la de métodos de aprendizaje con dificultades en el aprendizaje, así como, las preferencias sobre las clases con la valoración, resulta interesante porque puede inferir sobre el valor otorgado por los estudiantes, no depende de cómo prefieren la impartición de la clase sino de otros factores.

En el caso de las dificultades que los estudiantes refieren al estudio de las matemáticas se encontró una relación con la variable preferencias sobre las clases, con un coeficiente de .337 y una significancia de .015. Lo anterior, refiere que los alumnos, perciben más dificultades muestran mayores preferencias por clases con ejemplos y recursos visuales, lo que suena lógico en su búsqueda por comprender la asignatura.

En la variable de dificultades y percepción, el hallazgo es una relación negativa y significativa con la valoración de las matemáticas, con un coeficiente de -.427 y significancia de .002. Esto resulta fundamental, porque indica que los encuestados perciben una mayor dificultad otorgan una menor utilidad a la misma.

CONCLUSIONES

El instrumento utilizado presentó una confiabilidad interna aceptable ($\alpha = .735$), lo que indica que los ítems del cuestionario miden de manera consistente la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Los resultados permitieron analizar la actitud de los estudiantes a partir de cuatro factores: métodos de aprendizaje, dificultades y percepción, preferencias sobre las clases y valoración del área de estudio. En general, los hallazgos muestran una actitud predominantemente positiva hacia la asignatura, especialmente en lo referente a su utilidad y valor para la vida cotidiana y el futuro profesional, lo cual coincide con investigaciones previas que señalan que los estudiantes tienden a reconocer la importancia de las matemáticas aun cuando experimentan ciertas dificultades en su aprendizaje.

Los métodos de aprendizaje se relacionan de manera significativa con la valoración, lo que sugiere que el uso de estrategias didácticas variadas y activas puede contribuir a mejorar la actitud de los estudiantes hacia esta asignatura. Es observable una relación negativa significativa entre las dificultades percibidas y la valoración de las matemáticas, lo que indica que los estudiantes que experimentan mayores obstáculos en la comprensión de los contenidos tienden a valorar menos la

asignatura. Lo anterior, resalta la importancia de atender los obstáculos de aprendizaje para fortalecer la motivación y el interés del alumnado.

RECOMENDACIONES

Los estudiantes que perciben mayores dificultades muestran una mayor preferencia por clases dinámicas, con recursos visuales, ejemplos prácticos y actividades interactivas, lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias pedagógicas que favorezcan la comprensión. Se recomienda que los principales actores en el proceso educativo, específicamente los docentes implementen metodologías activas para mejorar la comprensión de las matemáticas, a la par, fomentar los hábitos y métodos de estudio acorde a los estilos de aprendizaje de cada estudiante para el logro académico.

FUENTES DE CONSULTA

Álvarez, D. G.; Ruíz, V. E; Ramírez, N. I. (2019). Manual de aplicación de pruebas estadísticas en SPSS. Universidad Politécnica de Guanajuato.
https://www.researchgate.net/publication/332797840_tabla_de_pruebas_estadisticas

Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. (2025). *Principales cifras del Sistema Educativo Nacional 2024–2025* (Primera edición electrónica). Secretaría de Educación Pública. Disponible en
https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2024_2025_bolsillo.pdf

Hascher, T., Hagenauer, G., & Sacchi, S. (2024). *Secondary students' emotions, perceptions of instructional quality, and achievement in Mathematics: A representative study with Swiss students towards the end of compulsory education.* *Contemporary Educational Psychology*, 78, <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2024.102295>

Hernández, A., Fernández, R., y Ramírez, P. (2024). Exploración de creencias sobre el aprendizaje de las matemáticas: un estudio de fiabilidad y análisis factorial con estudiantes de educación básica y media. *Saber, Ciencia y Libertad*, 19(1), 391–418. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2024v19n1.11413>

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6a ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). *Encuesta Nacional de Inclusión Financiera*.
<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/OtrTemEcon/ENIF2018.pdf>
- Jáuregui, L., y Rodríguez, C. (2025). Causas del desempeño académico en matemáticas desde la perspectiva de estudiantes de secundaria. *Educación Matemática*, 37(3), 127–145.
- Juárez, A., Juárez, A., y Hernández, A. (2025). The image of the mathematics teachers in high school students. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 14(1), 56–75.
<https://doi.org/10.17583/redimat.15988>
- Real Academia Española. (2020). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <https://dle.rae.es/edad>
- Real Academia Española. (2020). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <https://dle.rae.es/género>
- Santágueda, M., Sanz, T., y López, E. (2024). Las clases de matemáticas en las escuelas en la postpandemia de la Covid-19: un estudio de caso. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-744>
- Secretaría de Educación Pública. (2024). *Principales cifras del sistema educativo nacional*. 2023–2024. SEP.

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL HIDROPÓNICO PLUG AND PLAY CON MONITOREO Y CONTROL AUTOMÁTICO BASADO EN IoT

Sergio Arturo García Gutiérrez

sergio.gg@roque.tecnm.mx

Alejandro Guzmán Zazueta

alejandro.gz@roque.tecnm.mx

Jesús Adrián Razo Rodríguez¹

l22980746@roque.tecnm.mx

Jennifer Rangel Trejo¹

l22980155@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya - Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

La producción agrícola moderna requiere soluciones tecnológicas que optimicen recursos y mejoren la eficiencia productiva. Los sistemas hidropónicos representan una alternativa viable; sin embargo, su operación eficiente depende del monitoreo continuo de variables críticas. Este trabajo presenta el diseño de un sistema integral de monitoreo y control automático para hidroponía basado en el Internet de las Cosas (IoT), orientado al usuario final. La propuesta integra un microcontrolador ESP32, sensores para variables ambientales, actuadores para el control de la bomba de agua y una plataforma web que permite visualizar información en tiempo real, configurar parámetros de operación y gestionar alertas. Su arquitectura modular, escalable y bajo el enfoque plug-and-play facilita la instalación y reduce la complejidad técnica para productores sin conocimientos especializados. Los resultados del diseño evidencian la factibilidad técnica de la solución y establecen una base sólida para su futura implementación y validación en condiciones reales de cultivo.

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Roque

Palabras Clave: Control automático, hidroponía, IoT, monitoreo, sistema embebido.

ABSTRACT

Modern agriculture requires technological solutions that optimize resource use and improve production efficiency. Hydroponic systems offer a viable alternative; however, their efficient operation depends on the continuous monitoring of critical variables. This study presents the design of an integrated monitoring and automatic control system for hydroponics based on the Internet of Things (IoT), developed with the end user in mind. The proposed solution integrates an ESP32 microcontroller, environmental sensors, actuators for water pump control, and a web platform that enables real-time data visualization, parameter configuration, and alert management. Its modular, scalable, and plug-and-play architecture simplifies installation and reduces the technological barrier for growers without specialized technical knowledge. The proposed design demonstrates the technical feasibility of the solution and provides a solid foundation for future implementation and validation under real cultivation conditions.

Keywords: Automatic control, hydroponics, Internet of Things (IoT), monitoring, embedded system.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico y la presión sobre los recursos hídricos han impulsado el desarrollo de sistemas agrícolas más eficientes. Entre ellos, la hidroponía se ha consolidado como una alternativa de cultivo sin suelo que incrementa el rendimiento y reduce hasta en un 90 % el consumo de agua mediante la recirculación de la solución nutritiva (Regmi et al., 2024).

Su operación requiere el monitoreo continuo de variables como temperatura, humedad relativa, pH, conductividad eléctrica (CE) y nivel de agua, ya que estas influyen directamente en la disponibilidad de nutrientes, el metabolismo vegetal y la continuidad del cultivo. Un control inadecuado de estos parámetros puede afectar significativamente la producción (Jones, 2005).

El Internet de las Cosas (IoT) ha permitido automatizar el monitoreo y control de estas variables, favoreciendo la toma de decisiones en tiempo real. Sin embargo, muchas soluciones existentes requieren instalación y configuración especializadas, limitando su adopción por pequeños y medianos productores. Esta situación refleja la brecha entre el desarrollo tecnológico y su implementación

práctica, especialmente en entornos rurales con restricciones de conectividad, recursos y capacitación (Tzounis et al., 2025).

En respuesta a esta problemática, este trabajo propone el diseño de un sistema integral de monitoreo y control hidropónico basado en IoT, orientado al usuario final. La solución integra hardware y software bajo una arquitectura modular y plug-and-play, permitiendo la conexión sencilla de sensores y actuadores, el monitoreo en tiempo real y la gestión del sistema mediante una plataforma web, sin requerir conocimientos técnicos especializados.

MATERIALES Y MÉTODO

Diseño del sistema

El diseño del sistema se desarrolló mediante una metodología centrada en el usuario, donde la facilidad de instalación y uso se consideró un requisito funcional tan importante como la precisión de las mediciones y la confiabilidad del control. El proceso incluyó la definición de requerimientos, la selección de componentes, el diseño de la arquitectura, el desarrollo del software y la definición del modelo de datos.

Módulo de control y hardware

El sistema se basa en un microcontrolador ESP32, seleccionado por su conectividad Wi-Fi y Bluetooth, capacidad de procesamiento, disponibilidad de puertos GPIO y bajo costo. Este dispositivo realiza la adquisición de datos, el procesamiento local, la comunicación con el servidor y el control de los actuadores.

Para facilitar la instalación, el módulo se integró en una carcasa con conectores externos etiquetados, permitiendo una conexión tipo plug-and-play sin manipulación del cableado interno. El sistema incorpora sensores de temperatura, humedad, pH, conductividad eléctrica (CE), nivel de agua e intensidad lumínica, variables consideradas críticas para el monitoreo de cultivos hidropónicos (Resh, 2013; Jones, 2005).

El control del riego se realiza mediante una bomba de agua accionada por un módulo de relé. El sistema permite operación manual o automática, activando la bomba según los valores registrados por los sensores y los umbrales definidos por el usuario, además de permitir la programación de ciclos de funcionamiento.

Arquitectura de software

La plataforma se diseñó bajo una arquitectura cliente-servidor de tres capas: adquisición (ESP32 y sensores), procesamiento y almacenamiento (servidor), y presentación (interfaz web), favoreciendo la escalabilidad y el mantenimiento.

El backend se desarrolló con Node.js y Express.js para gestionar la comunicación entre los dispositivos y la plataforma. La información se almacena en SQLite, elegida por su ligereza y facilidad de implementación (SQLite, s.f.). La interfaz web se desarrolló con HTML5 y CSS3, incorporando Chart.js para la visualización de datos históricos y en tiempo real mediante gráficos interactivos (Chart.js, s.f.). Todo el desarrollo se realizó en Visual Studio Code.

Modelo de datos

El modelo entidad-relación considera las entidades sensores, lecturas, cultivos, actuadores, configuraciones y alertas. Cada lectura se asocia con un cultivo y el estado del actuador correspondiente, facilitando el análisis histórico del sistema. La base de datos registra temperatura, humedad relativa, pH, conductividad eléctrica, nivel de agua, intensidad lumínica y la marca temporal de cada medición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado principal del presente trabajo es la propuesta de diseño de un sistema integral de monitoreo y control hidropónico que articula, en una solución cohesionada, los componentes de hardware, firmware, backend, frontend y modelo de datos descritos en la sección anterior. A continuación, se detallan los elementos más relevantes del diseño obtenido y se discute su pertinencia respecto a las necesidades del usuario final y al estado del arte en sistemas IoT agrícolas.

El diseño propuesto guarda similitud con implementaciones previas de sistemas de riego automatizado basados en ESP32, donde se emplean sensores de humedad y lógica de control para la activación de bombas de agua; sin embargo, a diferencia de dichos enfoques, el presente trabajo integra una mayor diversidad de variables monitoreadas y una arquitectura orientada explícitamente al usuario final bajo el concepto plug-and-play (Abu Snehneh & Shabaneh, 2023). En este sentido, a diferencia de propuestas existentes, el sistema no solo automatiza el monitoreo y control de variables críticas, sino

que reduce significativamente la complejidad de instalación y operación, lo que favorece su adopción en contextos donde el usuario no cuenta con formación técnica especializada.

El diagrama de flujo presentado en la Figura 1 describe el ciclo operativo general del sistema. El proceso inicia con la adquisición periódica de datos por parte del ESP32, que lee los valores de cada sensor a intervalos configurables. Posteriormente, el módulo evalúa si alguno de los valores supera los umbrales definidos por el usuario; en caso afirmativo, activa o desactiva la bomba de agua según corresponda y genera una alerta en la plataforma web. Independientemente del resultado de esta evaluación, los datos son transmitidos al servidor, almacenados en la base de datos y puestos a disposición del usuario a través de la interfaz gráfica.

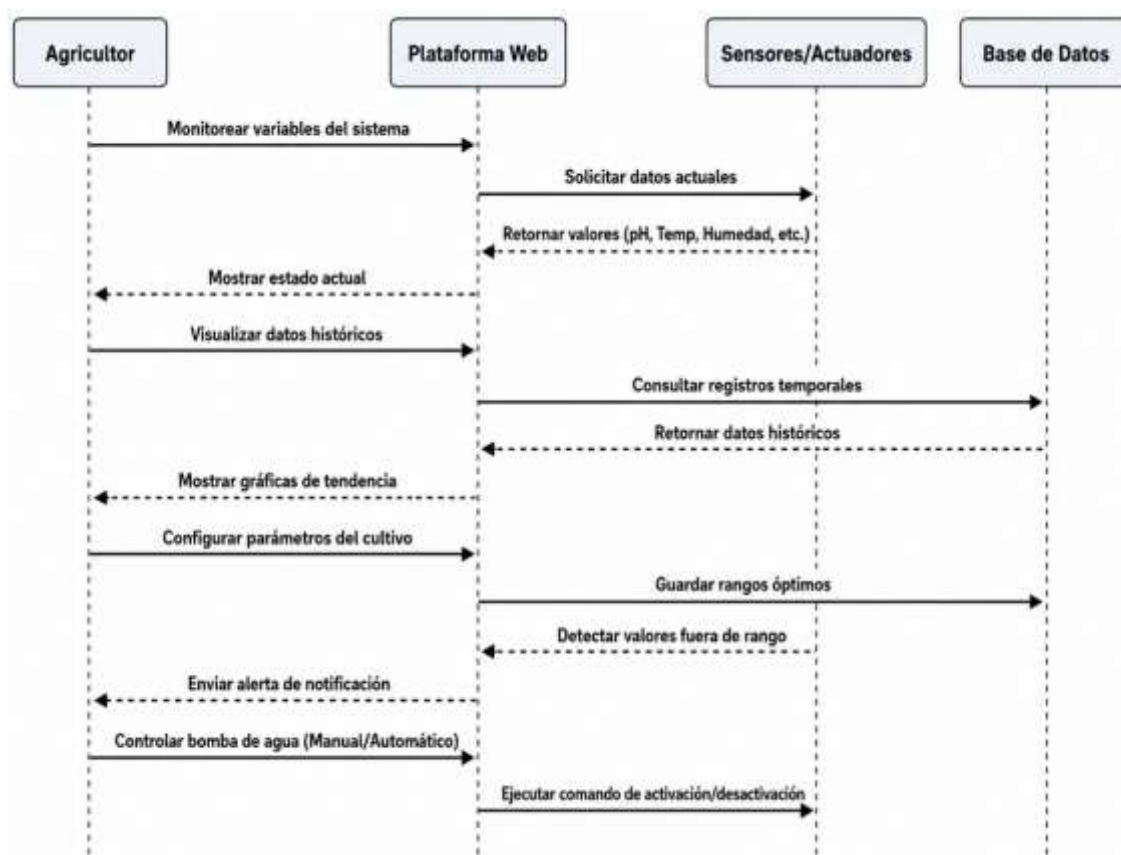


Figura 1. Diagrama de proceso, Elaboración propia.

La figura 2 presenta el esquema de cableado del sistema embebido, donde una placa ESP32 (ESP-WROOM-32) se conecta a múltiples sensores y actuadores, así como un motor (bomba de agua) y luces, controlados mediante un módulo de relé.

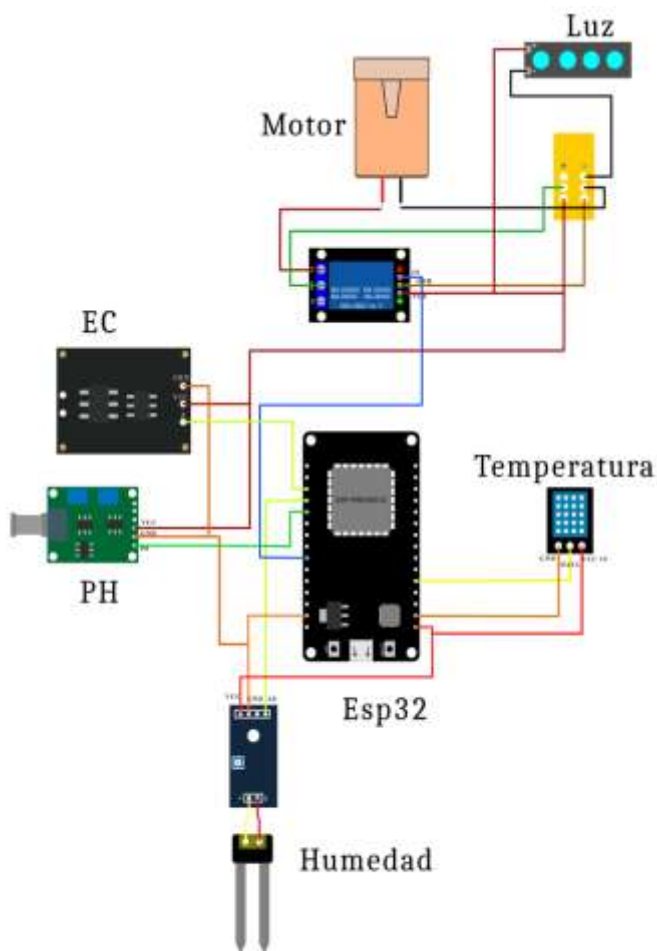


Figura 2. Diagrama de conexiones electrónicas del hardware, Elaboración propia.

La figura 3 muestra una captura de la interfaz web de la plataforma HidroSense en la sección "Tiempo real", donde se despliegan los valores de las variables a medir, con indicadores de estado y una sección para configurar los umbrales del cultivo.

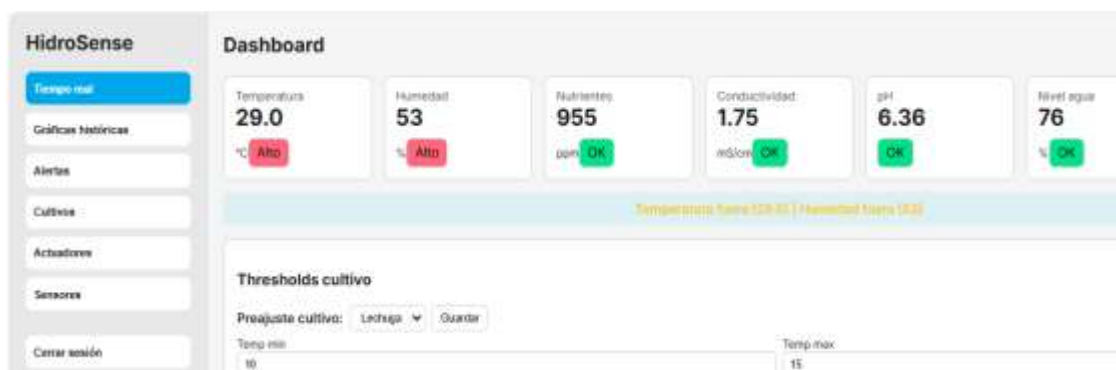


Figura 3 — Pantalla de tiempo real del dashboard HidroSense, Elaboración propia.

La figura 4 muestra la sección "Gráficas históricas" del dashboard, donde se muestran gráficas que representan las variables registradas durante ciertos periodos de horas.



Figura 4. Gráfica histórica de temperatura en la plataforma, Elaboración propia.

En la figura 5 se presenta la sección "Alertas" del sistema, donde se visualizan los rangos mínimos y máximos configurados para las variables, junto con un historial de alertas recientes y su información de registro.



Figura 5. Módulo de alertas y configuración de umbrales globales, Elaboración propia.

La figura 6 muestra la sección "Cultivos" del dashboard con la lista de cultivos registrados en el sistema, con opciones para editar o eliminar el registro.



Figura 6. Módulo de gestión de cultivos, Elaboración propia.

Uno de los principales aportes del diseño es la implementación del concepto plug-and-play en el hardware. A diferencia de muchas soluciones convencionales, que requieren configuraciones técnicas y conexiones complejas, el sistema utiliza conectores etiquetados que simplifican la instalación y eliminan la necesidad de conocimientos especializados. Esta característica favorece su adopción por pequeños productores, un sector donde la brecha digital continúa siendo una limitante para la incorporación de tecnologías IoT (Tzounis et al., 2025).

La selección del ESP32 resulta adecuada por su capacidad de procesamiento, conectividad integrada y compatibilidad con diversos sensores mediante protocolos estándar. Además, permite ejecutar el control local bajo el paradigma de edge computing, garantizando el funcionamiento del sistema incluso ante interrupciones en la conexión a Internet (Rosca et al., 2025).

Como limitación, la propuesta corresponde a la etapa de diseño y aún no ha sido validada en condiciones reales de cultivo. Futuras investigaciones deberán evaluar el desempeño de los sensores, la estabilidad del sistema y la durabilidad de los componentes. No obstante, la arquitectura modular facilita la incorporación de mejoras sin modificar el diseño general, favoreciendo su futura implementación y escalabilidad.

CONCLUSIONES

El diseño de un sistema integral de monitoreo y control hidropónico basado en IoT, con arquitectura plug-and-play, representa una alternativa técnicamente viable para favorecer la adopción de tecnologías de agricultura de precisión por pequeños productores, al integrar monitoreo en tiempo real y automatización de procesos (Shamshiri et al., 2018; Zamora-Izquierdo et al., 2019). La integración de

hardware (ESP32, sensores y actuadores), software (Node.js, Express.js, SQLite y Chart.js) y un modelo de datos estructurado proporciona una solución para la adquisición, procesamiento, almacenamiento, visualización y control de la información.

La arquitectura modular facilita la incorporación de nuevos sensores y actuadores, además de su adaptación a distintas configuraciones hidropónicas, mejorando la escalabilidad e interoperabilidad del sistema, características fundamentales en plataformas IoT para agricultura inteligente (Farooq et al., 2019).

La orientación al usuario, mediante conectores etiquetados, interfaces intuitivas y operación autónoma ante fallos de conectividad, constituye un elemento diferenciador que favorece la usabilidad y contribuye a una agricultura de precisión más accesible (Benyezza et al., 2021).

Como trabajo futuro se propone implementar el prototipo, caracterizar metrológicamente los sensores, validar el sistema en condiciones reales de producción hidropónica, optimizar los algoritmos de control mediante lógica difusa o aprendizaje automático e integrar actuadores como dosificadores de nutrientes y sistemas de iluminación artificial.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abu Sneineh, A., & Shabaneh, M. (2023). Design and implementation of an IoT-based smart irrigation system using ESP32.
- Benyezza, H., Bouhedda, M., & Rebouh, S. (2021). ZigBee wireless sensor network for remote monitoring and control of a smart irrigation system. *Smart Agricultural Technology*, 1, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2021.100006>
- Chart.js. (s.f.). Chart.js documentation. Recuperado el 16 de abril de 2026, de <https://www.chartjs.org/>
- Express.js. (s.f.). Express.js documentation. Recuperado el 16 de abril de 2026, de <https://expressjs.com/>
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2019). Role of IoT technology in agriculture: A systematic literature review. *Electronics*, 8(3), 319. <https://doi.org/10.3390/electronics8030319>

- Jones, J. B. (2005). *Hydroponics: A practical guide for the soilless grower**. CRC Press.
- Node.js. (s.f.). Node.js documentation. Recuperado el 16 de abril de 2026, de <https://nodejs.org/>
- Regmi, A., et al. (2024). *Water use efficiency in hydroponic systems: A comparative study*.
- Resh, H. M. (2013). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower** (7th ed.). CRC Press.
- Rosca, E., et al. (2025). *Edge computing in smart agriculture: Challenges and opportunities*.
- Shamshiri, R. R., Kalantari, F., Ting, K. C., Thorp, K. R., Hameed, I. A., Weltzien, C., Ahmad, D., & Shad, Z. M. (2018). *Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: A transition to plant factories and urban agriculture*. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(1), 1–22. <https://doi.org/10.25165/ijabe.20181101.3210>
- SQLite. (s.f.). SQLite documentation. Recuperado el 16 de abril de 2026, de <https://www.sqlite.org/>
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2025). *Internet of Things in agriculture: A systematic review*.
- Zamora-Izquierdo, M. A., Santa, J., Martínez, J. A., Martínez, V., & Skarmeta, A. F. (2019). *Smart farming IoT platform based on edge and cloud computing*. *Biosystems Engineering*, 177, 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.10.014>

INTERNET DE LOS SENTIDOS: INTERFACES GUSTATIVAS, HÁPTICAS Y OLFATIVAS PARA ENTORNOS VIRTUALES INMERSIVOS

Carolina Cárdenas Cabrera

carolina.cc@roque.tecnm.mx

Luis Ramón Sánchez Rico

luis.sr@roque.tecnm.mx

Álvaro Martínez Márquez¹

l22980658@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

El Internet de los Sentidos (IoS) extiende el Internet de las Cosas mediante la transmisión y reproducción de estímulos gustativos, táctiles y olfativos junto a los canales audiovisuales tradicionales. Este trabajo revisa los avances tecnológicos más recientes reportados en publicaciones de alto impacto entre 2021 y 2025. Se analiza una interfaz sensor-actuador para cata remota (Chen et al., 2025), un parche háptico multimodal integrado en piel (Huang et al., 2023), un sistema olfativo miniaturizado para realidad virtual (Liu et al., 2023) y el papel de las comunicaciones semánticas y la inteligencia artificial generativa en redes 6G (Joda et al., 2022; Sehad et al., 2024). Se identifican como principales desafíos la latencia submilisegundo, la sincronización multisensorial, la compresión de datos hápticos, la estandarización y los aspectos éticos de privacidad y manipulación emocional. Los resultados muestran que existen prototipos funcionales para los cinco sentidos humanos, pero su integración en sistemas comerciales requiere aún avances en redes, códecs especializados y marcos regulatorios. Se concluye

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México campus Roque

que el IoS es una realidad emergente con aplicaciones documentadas en salud, educación, marketing y metaverso, aunque su adopción masiva demanda estándares técnicos y políticas de certificación.

Palabras clave: 6G, háptica, IoS, multisensorial, mulsemedia

INTRODUCCIÓN

La comunicación digital actual se limita predominantemente a los canales visual y auditivo. Esta restricción impide experiencias inmersivas completas en telemedicina, educación a distancia, comercio electrónico y entretenimiento, donde el tacto, el olfato y el gusto son fundamentales para la percepción realista.

El Internet de los Sentidos (IoS) propone superar estas limitaciones mediante la transmisión y reproducción de estímulos multisensoriales. Según Cömert y Akkaş (2023), el IoS representa la próxima frontera después del Internet de las Cosas (IoT), con un potencial de impacto comparable a la transición de la televisión en blanco y negro a la alta definición. Existen ya prototipos funcionales para gusto, tacto y olfato, pero aún no se dispone de una revisión técnica que integre estos avances en un marco común orientado a aplicaciones reales.

El IoS se apoya en tres pilares: (1) sensores y actuadores miniaturizados capaces de capturar y reproducir estímulos no visuales ni auditivos, (2) redes de comunicaciones de ultra baja latencia (6G e inteligencia en el borde) y (3) algoritmos de integración multisensorial basados en principios neurocientíficos. Cornelio, Velasco y Obrist (2021) demuestran que la coincidencia temporal, espacial y semántica entre estímulos de diferentes modalidades genera una experiencia perceptual unificada. Por su parte, Falk, Le y Morandotti (2022) introducen el concepto de calidad de experiencia (QoE) multisensorial para el metaverso.

Este artículo aborda cuatro objetivos fundamentales: en primer lugar, se describen los avances tecnológicos más recientes en interfaces gustativas, hápticas y olfativas para IoS; en segundo lugar, se analizan los requisitos de comunicación, sincronización y compresión de datos multisensoriales; en tercer lugar, se identifican los principales desafíos técnicos, éticos y de estandarización; y, finalmente, se propone una hoja de ruta para la adopción del IoS en sectores como salud, educación, marketing y metaverso industrial, con especial énfasis en el potencial transformador de esta tecnología para crear ecosistemas educativos holísticos que mejoren la comprensión, la retención y la accesibilidad.

MATERIALES Y MÉTODO

Información utilizada

Este trabajo se basa en 18 documentos académicos publicados entre 2018 y 2025 en revistas indexadas y actas de congresos de alto impacto. La selección de fuentes se realizó mediante una búsqueda sistemática en bases de datos especializadas (IEEE Xplore, Scopus, Web of Science, PubMed, [Nature.com](https://www.nature.com) y ScienceDirect) utilizando las siguientes cadenas de búsqueda: "Internet of Senses", "IoS", "digital taste", "digital smell", "haptic interface", "multisensory integration" y "mulsemedia". Se incluyeron únicamente artículos originales, revisiones sistemáticas y prototipos funcionales con validación experimental. Se excluyeron trabajos de opinión, editoriales y aquellos no disponibles en inglés o español. La Tabla 1 resume el tipo de fuente y su contribución principal.

Tabla 1. Fuentes utilizadas por área temática

Área	Referencias clave	Tipo de contribución
Gusto digital	Chen et al. (2025)	Prototipo funcional
Tacto / háptica	Huang et al. (2023); Emami et al. (2025); Lee et al. (2024)	Dispositivo y revisión
Olfato digital	Liu et al. (2023); Panagiotakopoulos et al. (2022)	Prototipo y análisis
Integración multisensorial	Cornelio et al. (2021); Saleme et al. (2019a; 2019b)	Marco teórico y framework
Comunicaciones 6G	Joda et al. (2022); Sehad et al. (2024)	Propuesta arquitectónica
Aplicaciones	Gambera et al. (2022); Kaushik & Gokhale (2021); Petit et al. (2019); Wang et al. (2024)	Casos de uso
Visión general y comparativa	Cömert & Akkaş (2023); Elnageeb & Yousif (2025); Falk et al. (2022)	Estado del arte
Futuro (Internet de Cerebros)	Zhou et al. (2024)	Propuesta conceptual

Qué se pretende medir, descubrir o explicar

Se busca medir el grado de madurez tecnológica de cada canal sensorial (gusto, tacto, olfato) a partir de la evidencia experimental reportada, descubrir las brechas entre prototipos de laboratorio y sistemas comercializables, y explicar los requisitos comunes de comunicación y sincronización necesarios para la integración multisensorial.

Diseño del estudio

Se trata de un estudio de revisión técnica con análisis comparativo. No se realizan experimentos primarios. El método consiste en: (1) extraer de cada fuente los parámetros clave (latencia, resolución, número de estímulos, tipo de interfaz), (2) agrupar por modalidad sensorial, (3) comparar con los requisitos de aplicaciones objetivo y (4) sintetizar desafíos comunes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados por canal sensorial

Gusto digital

Chen et al. (2025) demostraron un sistema completo de cata remota que utiliza sensores electroquímicos para detectar cinco sabores básicos (dulce, salado, ácido, amargo, umami) y un actuador microfluídico para recrearlos en la boca del usuario remoto. La fidelidad alcanza el 87% en pruebas de discriminación ciega. La latencia extremo a extremo reportada es de 32 ms, por debajo del umbral de percepción humano (≈ 50 ms).

Tacto digital

Huang et al. (2023) presentaron un parche háptico multimodal de 0,8 mm de espesor que genera vibración (20-500 Hz), presión estática (0-200 mN), temperatura (20-45 °C) y texturas superficiales. El dispositivo incluye 16 actuadores por cm² y se controla inalámbricamente. Emami et al. (2025) señalan que los sistemas hápticos actuales requieren anchos de banda de 10-100 Mbps y latencias <1 ms para reflejos táctiles realistas, lo que supera las capacidades de 5G.

Olfato digital

Liu et al. (2023) desarrollaron una interfaz olfativa del tamaño de una moneda (diámetro 18 mm) que genera hasta 32 olores diferentes mediante cartuchos intercambiables y microvaporizadores. El tiempo de conmutación entre olores es de 250 ms. Panagiotakopoulos et al. (2022) identifican como principales limitaciones la fatiga olfativa, la entrega precisa en movimiento y la variabilidad interindividual en la percepción.

Integración multisensorial

Saleme et al. (2019a; 2019b) propusieron un framework mulsemedia que permite describir y sincronizar efectos sensoriales con flujos audiovisuales. El framework se ha implementado en sistemas de cine 4DX y simuladores educativos. Cornelio et al. (2021) demostraron que la integración temporal (ventana <100 ms) y la congruencia semántica entre canales sensoriales mejoran la experiencia subjetiva en un 40% respecto a estímulos aislados.

Requisitos de red

Joda et al. (2022) estiman que una experiencia loS completa requerirá anchos de banda de 1-10 Gbps y latencias de 0,1-1 ms, alcanzables solo con redes 6G e inteligencia en el borde. Sehad et al. (2024) proponen el uso de IA generativa para reducir la carga de datos: el emisor envía descriptores semánticos ("cítrico", "áspero", "caliente") y el receptor genera la señal detallada mediante modelos entrenados previamente.

DISCUSIÓN

Comparación con IoT

Elnageeb y Yousif (2025) comparan IoT e loS y concluyen que mientras el IoT optimiza la eficiencia y automatización, el loS busca la inmersión y la conexión emocional. Esto implica que las métricas de éxito cambian: en loS la calidad de experiencia (QoE) subjetiva es más importante que la precisión objetiva.

Brechas identificadas

A pesar de los avances, persisten varias brechas:

- **Sincronización:** Los sistemas actuales no garantizan la alineación temporal entre canales sensoriales (Falk et al., 2022).
- **Estandarización:** No existe un formato común para describir estímulos olfativos o gustativos (Cömert & Akkaş, 2023).
- **Privacidad:** Las respuestas fisiológicas a estímulos sensoriales (conductancia de la piel, ritmo cardíaco) pueden revelar estados emocionales sin consentimiento explícito (Gambera et al., 2022).

- **Manipulación:** La combinación de estímulos subliminales podría influir en decisiones de compra o voto, lo que plantea problemas éticos aún no regulados (Petit et al., 2019).

Aplicaciones con evidencia

La Tabla 2 resume las aplicaciones con respaldo experimental en las fuentes revisadas.

Tabla 2. Aplicaciones del IoS con respaldo documentado

Aplicación	Evidencia	Sector
Cata remota de vinos	Chen et al. (2025)	Alimentación
Palpación virtual en telemedicina	Huang et al. (2023)	Salud
Olores en realidad virtual	Liu et al. (2023)	Entretenimiento
Marketing sensorial online	Kaushik & Gokhale (2021)	Comercio
Enseñanza de arte multimodal	Wang, Wang & Jin (2024)	Educación
Simulación háptica industrial	Emami et al. (2025)	Manufactura

Internet de los Cerebros

Zhou et al. (2024) proponen un paso más allá del IoS: interfaces bidireccionales que no solo envían estímulos al usuario, sino que también leen intenciones y estados emocionales mediante redes memristivas definidas por software. Aunque aún es conceptual, esta dirección sugiere que el IoS actual es solo una etapa intermedia.

CONCLUSIONES

Existen prototipos funcionales de interfaces gustativas (Chen et al., 2025), hápticas multimodales (Huang et al., 2023) y olfativas miniaturizadas (Liu et al., 2023) que demuestran la viabilidad técnica del Internet de los Sentidos.

Los principales obstáculos para la adopción masiva no son los dispositivos sensoriales en sí, sino las redes de comunicaciones (requieren latencias <1 ms y anchos de banda >1 Gbps) y la sincronización entre canales sensoriales (actualmente no garantizada).

La integración multisensorial basada en principios neurocientíficos (Cornelio et al., 2021) mejora significativamente la calidad de experiencia respecto a los estímulos aislados, lo que justifica el desarrollo de frameworks mulsemmedia estandarizados.

Las aplicaciones con mayor madurez documentada son la telemedicina háptica, el marketing sensorial online y la educación artística multimodal, todas ellas con evidencia experimental positiva.

No existen actualmente estándares técnicos para la descripción, transmisión y sincronización de estímulos olfativos y gustativos, lo que constituye una barrera crítica para la interoperabilidad entre sistemas IoT de diferentes fabricantes.

Los aspectos éticos de privacidad (filtración de respuestas fisiológicas) y manipulación emocional mediante estímulos subliminales requieren marcos regulatorios específicos antes del despliegue comercial.

El Internet de los Sentidos es una realidad emergente, no una especulación futurista, pero su integración plena en el metaverso y en aplicaciones cotidianas demandará inversiones coordinadas en redes 6G, códecs sensoriales y políticas de certificación.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Chen, S., Jia, Y., Duan, B., Liu, T., Wang, Q., Xiao, X., Nithianandam, P., Tian, X., Yang, C., Wu, C., Xie, Z., & Li, J. (2025). A sensor-actuator-coupled gustatory interface chemically connecting virtual and real environments for remote tasting. *Science Advances*, *11*(8), eadr4797.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adr4797>

Cömert, K., & Akkaş, M. (2024). Internet of Senses - Potential Applications and Implications. *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence*, *4*(2), 48-54. <https://doi.org/10.55195/jscai.1316512>

Cornelio, P., Velasco, C., & Obrist, M. (2021). Multisensory Integration as per Technological Advances: A Review. *Frontiers in Neuroscience*, *15*, 652611. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.652611>

- Elnageeb, O., & Yousif, Y. (2025). A Comparative Study between the Internet of Things (IoT) and the Internet of Senses (IoS). *European Journal of Innovative Studies and Sustainability*, *1*(4), 27-36. [https://doi.org/10.59324/ejiss.2025.1\(4\).03](https://doi.org/10.59324/ejiss.2025.1(4).03)
- Emami, M., Bayat, A., Tafazolli, R., & Quddus, A. (2025). A Survey on Haptics: Communication, Sensing and Feedback. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, *27*(2), 2006-2050. <https://doi.org/10.1109/comst.2024.3444051>
- Falk, T., Le, L., & Morandotti, R. (2022). The Internet of Senses: A Position Paper on the Challenges and Opportunities of Multisensory Immersive Experiences for the Metaverse. 2022 IEEE International Conference on Metrology for Extended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRaine), 139-144. <https://doi.org/10.1109/metroxraine54828.2022.9967586>
- Gambera, D., Duarte, E., & Riccò, D. (2022). Internet of Senses (IoS) and Internet of Sensory Health (IoSH): A New Technology Epiphany. En *Human Dynamics and Design for the Development of Contemporary Societies* (pp. 332-340). AHFE International. <https://doi.org/10.54941/ahfe1001403>
- Huang, Y., Zhou, J., Ke, P., Guo, X., Yiu, C., Yao, K., Cai, S., Li, D., Zhou, Y., Li, J., Wong, T., Liu, Y., Li, L., Gao, Y., Huang, X., Li, H., Li, J., Zhang, B., Chen, Z., Zheng, H., Yang, X., Gao, H., Zhao, Z., Song, E., Wu, H., Wang, Z., Xie, Z., Zhu, K., & Yu, X. (2023). A skin-integrated multimodal haptic interface for immersive tactile feedback. *Nature Electronics*, *6*, 1020-1031. <https://doi.org/10.1038/s41928-023-01074-z>
- Joda, R., Elsayed, M., Abou-Zeid, H., Atawia, R., Sediq, A., Boudreau, G., Erol-Kantarci, M., & Hanzo, L. (2022). The Internet of Senses: Building on Semantic Communications and Edge Intelligence. *IEEE Network*, *37*(4), 68-75. <https://doi.org/10.1109/mnet.107.2100627>
- Kaushik, S., & Gokhale, N. (2021). Online Sensory Marketing: Developing Five-Dimensional Multi-Sensory Brand Experiences and its Effectiveness. *Revista Gestão Inovação e Tecnologias*, *11*(4), 4851-4868. <https://doi.org/10.47059/revistageintec.v11i4.2567>

- Lee, S., Lee, H., Jung, G., Kwak, M., Kim, Y., & Ko, H. (2024). Artificial Flexible Sensory Electronics Mimicking Human Somatosensory System. *Korean Journal of Chemical Engineering*, *42*(8), 1977-1991. <https://doi.org/10.1007/s11814-024-00272-5>
- Liu, Y., Yiu, C., Zhao, Z., Park, W., Shi, R., Huang, X., Zeng, Y., Wang, K., Wong, T., Jia, S., Zhou, J., Gao, Z., Zhao, L., Yao, K., Li, J., Sha, C., Gao, Y., Zhao, G., Huang, Y., Li, D., Guo, Q., Li, Y., & Yu, X. (2023). Soft, miniaturized, wireless olfactory interface for virtual reality. *Nature Communications*, *14*, 2296. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37678-4>
- Panagiotakopoulos, D., Marentakis, G., Metzitakos, R., Deliyannis, I., & Dedes, F. (2022). Digital Scent Technology: Toward the Internet of Senses and the Metaverse. *IT Professional*, *24*(3), 52-59. <https://doi.org/10.1109/mitp.2022.3177292>
- Petit, O., Velasco, C., & Spence, C. (2019). Digital Sensory Marketing: Integrating New Technologies into Multisensory Online Experience. *Journal of Interactive Marketing*, *45*, 42-61. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2018.07.004>
- Saleme, E., Covaci, A., Mesfin, G., Santos, C., & Ghinea, G. (2019a). Mulsemedia DIY: A Survey of Devices and a Tutorial for Building Your Own Mulsemedia Environment. *ACM Computing Surveys*, *52*(3), 1-29. <https://doi.org/10.1145/3319853>
- Saleme, E., Santos, C., & Ghinea, G. (2019b). A mulsemedia framework for delivering sensory effects to heterogeneous systems. *Multimedia Systems*, *25*, 421-447. <https://doi.org/10.1007/s00530-019-00618-8>
- Sehad, N., Bariah, L., Hamidouche, W., Hellaoui, H., Jäntti, R., & Debbah, M. (2024). Generative AI for Immersive Communication: The Next Frontier in Internet-of-Senses Through 6G. *IEEE Communications Magazine*, *63*(1), 31-43. <https://doi.org/10.1109/mcom.001.2400199>
- Wang, H., Wang, Y., & Jin, J. (2024). Application of multimodality perception scene construction based on Internet of Things (IoT) technology in art teaching. *PeerJ Computer Science*, *10*, e2047. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2047>

Zhou, Y., Chen, W., Li, L., Li, M., & Zhang, T. (2024). Initiative, Immersive Human–Computer Interactions: Software-Defined Memristive Neural Networks for Nonlinear Heterogeneous Scheme in Internet of Brains. *IEEE Internet of Things Journal*, *11*(8), 13355-13371.
<https://doi.org/10.1109/jiot.2023.3335956>

FORTALECIMIENTO DE UNA ESTRATEGIA ACADÉMICA PARA LA ATENCIÓN INTEGRAL DE LA DIVERSIDAD

Edaly Arredondo Ortega

edaly.ao@vmorelia.tecnm.mx

José Armando Hernández Trujillo¹

L23850353@vmorelia.tecnm.mx

Nancy Cambrón Muñoz

nanncy.cm@vmorelia.tecnm.mx

nacambron@uveg.edu.mx

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Morelia - Universidad Virtual del Estado de Guanajuato (UVEG).

RESUMEN

El Instituto Tecnológico del Valle de Morelia impulsó el proyecto Fomentando la Inclusión Educativa para consolidar un modelo accesible, equitativo e incluyente, alineado con el Nuevo Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México. Esta iniciativa parte con la identificación barreras físicas, comunicativas, así como actitudinales que limitaban el derecho pleno del estudiantado al aprendizaje, por lo cual surge una propuesta para eliminar dichos obstáculos, organizada en cinco ejes: diagnóstico participativo, formación docente en Diseño Universal para el Aprendizaje, creación de recursos didácticos accesibles, integración de tecnologías educativas incluyentes, además, de evaluación continua; se apoyó en la investigación-acción participativa, permitiendo la construcción conjunta de un entorno formativo justo, en colaboración con la comunidad educativa. Con esta experiencia se sabe

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Morelia

que es posible diseñar e implementar un modelo accesible, escalable, adicionalmente centrado en la equidad, que además contribuye directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (4, 10 y 16).

Palabra(s) Clave: *educación superior, equidad, justicia social, modelo inclusivo, TecNM*

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos de la educación superior actual es lograr la inclusión educativa. Particularmente, en México, esto involucra sin duda, la garantía urgente del acceso, la permanencia, así como el egreso de estudiantes con discapacidad, y/o en situación de vulnerabilidad. Esta labor tiene conexión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (s.f.), específicamente el ODS 4: Educación de Calidad, el ODS 10: Reducción de Desigualdades y el ODS 16: Paz, Justicia e Instituciones Sólidas.

Ante este panorama, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) actúa en consecuencia, al impulsar el Nuevo Modelo Educativo: Humanismo para la Justicia Social (SEP/TecNM, 2024), que busca construir instituciones equitativas, asimismo socialmente responsables. Por su parte, en 2024, el Instituto Tecnológico del Valle de Morelia (ITVM), da comienzo al proyecto Fomentando la Inclusión Educativa, con el propósito de identificar al igual que superar los obstáculos físicos, comunicativos y actitudinales que limitaban el derecho de los estudiantes al aprendizaje.

En tanto, la fase actual, desarrollada en 2025, busca consolidar un modelo institucional de educación inclusiva a través de un enfoque de investigación-acción participativa, involucrando a toda la comunidad educativa. Esta estrategia se sostiene en cinco ejes fundamentales:

- Diagnóstico participativo de necesidades.
- Formación docente en Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (Fuente-González et al., 2025).
- Desarrollo de recursos didácticos accesibles.
- Uso de tecnologías incluyentes.
- Evaluación, paralelamente mejora continua.

De esta forma, se presentan logros significativos, iniciando con la instalación de señalética tanto en Braille, como en Lengua de Señas Mexicana (LSM), realizando adaptaciones curriculares y

sensibilizando a la comunidad. El efecto se ve reflejado en el fortalecimiento de la pertenencia estudiantil, asimismo en la empatía docente; lo que trae consigo el posicionamiento del ITVM como referente estatal en inclusión educativa.

Por ello, en el presente trabajo se tiene como objetivo general consolidar un modelo institucional de inclusión educativa en el ITVM, fundamentado en el enfoque de justicia social, que promueva la equidad, la accesibilidad, aunado a la permanencia de todos los estudiantes en la educación superior.

De acuerdo con lo anterior, se plantean los objetivos específicos: realizar diagnósticos participativos que permitan identificar tanto barreras como oportunidades de mejora en el entorno institucional; capacitar a docentes en estrategias inclusivas basadas en el DUA junto con el uso de tecnologías accesibles; desarrollar, pero también, aplicar recursos didácticos accesibles para estudiantes con diversas necesidades; implementar adaptaciones curriculares que favorezcan la permanencia al igual que el egreso; y evaluar de manera continua la efectividad del modelo inclusivo para garantizar su sostenibilidad en correlación con su replicabilidad

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque de investigación-acción participativa, que combina diagnóstico, intervención, sumando a ello la evaluación de manera cíclica. Este enfoque permitió la co-construcción de soluciones con la comunidad educativa, integrando estudiantes, docentes, personal administrativo, en conjunción con autoridades institucionales.

Materiales y recursos empleados:

- Señalética inclusiva en Braille, a la par en LSM instalada en áreas comunes, del mismo modo que en aulas.
- Recursos didácticos adaptados en formatos digitales accesibles.
- Plataformas tecnológicas con opciones de accesibilidad (lectores de pantalla, subtítulo automático, herramientas de contraste).
- Instrumentos de diagnóstico: encuestas, entrevistas, además, observación directa.
- Programas de capacitación docente basados en el DUA, de la misma forma que en educación inclusiva.

Procedimiento metodológico:

- Diagnóstico inicial: identificación de barreras físicas, comunicativas, así como actitudinales en el ITVM.
- Diseño de estrategias: elaboración de talleres de formación docente en conjunción con recursos accesibles.
- Implementación: instalación de señalética inclusiva, realización de campañas de sensibilización, también, adaptación de contenidos.
- Evaluación continua: aplicación de indicadores de accesibilidad, sentido de pertenencia, del mismo modo que permanencia escolar.
- Ajustes y retroalimentación: integración de propuestas tanto de estudiantes como de docentes para mejorar las prácticas.

La metodología priorizó la participación activa de los beneficiarios directos, asegurando que las soluciones respondieran a sus necesidades reales. Esta estrategia permitió no solo validar las acciones implementadas, sino también generar un modelo replicable, más aún escalable para otros planteles del TecNM.

RESULTADOS

La puesta en marcha del modelo institucional de inclusión educativa en el ITVM ha traído avances de importancia cuantificable. Se colocaron más de 40 señalamientos en Braille, del mismo modo que en Lengua de Señas Mexicana (LSM), en aulas, oficinas, al igual que en espacios comunes, en cuanto a infraestructura se refiere. Estas acciones apoyan en movilidad sumando orientación, a los estudiantes con discapacidad visual y auditiva.

En el ámbito pedagógico, 60 docentes se formaron en Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), al mismo tiempo en estrategias inclusivas. Esto permitió integrar adaptaciones curriculares en asignaturas clave de ciencias básicas y agronomía. Por otro lado, se elaboraron recursos didácticos accesibles, en formatos digitales, así como físicos, que facilitan un aprendizaje más equitativo.

A su vez, a las campañas de sensibilización se sumaron más de 1,200 estudiantes y trabajadores, fortaleciendo la empatía y el respeto a la diversidad, en la comunidad educativa. Estas acciones también impulsaron una cultura de inclusión dentro del ITVM. Como resultado, aumentó el sentido de

pertenencia, al mismo tiempo, mejoró la permanencia escolar, sobre todo estudiantes en situación de vulnerabilidad.

Así pues, el ITVM logró impacto institucional, al convertirse en un referente estatal en prácticas inclusivas dentro del TecNM, inspirando a otros planteles, pues se consolida como un modelo replicable. Gracias al seguimiento constante, fue posible ajustar las acciones e igualmente asegurar su sostenibilidad. Esto demuestra que un modelo de inclusión educativa puede crecer aportando directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4, 10 y 16).

DISCUSIÓN

Estos hallazgos respaldan la idea de que la implementación de la estrategia institucional de educación inclusiva basada en diagnóstico participativo, formación docente, recursos accesibles, tecnologías incluyentes, además de evaluación continua, permitió disminuir barreras físicas, comunicativas y actitudinales que limitaban la inclusión educativa, de acuerdo con la UNESCO (2020), que hace énfasis en la formación docente, como componente esencial, para transitar hacia sistemas educativos inclusivos.

Asimismo, esta estrategia favoreció la accesibilidad, fortaleció la cultura inclusiva, incrementó el sentido de pertenencia e igualmente mejoró la permanencia estudiantil, lo cual se ve reflejado en indicadores de infraestructura, capacitación y sensibilización, orientados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (4, 10 y 16).

Por otra parte, este modelo de educación inclusiva se basa en la investigación-acción participativa que facilita la construcción colaborativa de las soluciones permitiendo su consolidación, en tanto que aporta elementos de referencia para ser replicado por otras instituciones de educación superior, alineado con el Nuevo Modelo Educativo del TecNM (SEP/TecNM, 2024).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la construcción de entornos educativos inclusivos se ve favorecida mediante la articulación de factores como la formación docente en DUA, recursos didácticos accesibles, tecnologías incluyentes, adaptaciones curriculares, así como la participación activa de la comunidad educativa. En este sentido, la inclusión se entiende como un proceso de transformación permanente, más que como la suma de acciones aisladas. Asimismo, los avances observados en

accesibilidad, sensibilización y permanencia estudiantil, sugieren que las prácticas inclusivas adquieren mayor impacto cuando forman parte de una estrategia institucional que se evalúa y ajusta de forma continua. Finalmente, esta propuesta aporta elementos que pueden orientar la adaptación de estrategias inclusivas en otras instituciones de educación superior con características similares.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ainscow, M. (2020). Promoting inclusion and equity in education: Lessons from international experiences. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 6(1), 7–16. <https://doi.org/10.1080/20020317.2020.1729587>
- Ble Acosta, L. B., & Cornelio Landero, E. (2023). Educación inclusiva para un entorno de paz. *Eirene Estudios De Paz Y Conflictos*, 6(10), 179–208. <https://doi.org/10.62155/eirene.v6i10.201>
- Booth, T., & Ainscow, M. (2011). *Index for Inclusion: Developing Learning and Participation in Schools*. Bristol: Centre for Studies on Inclusive Education.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2011). *Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD.pdf>
- Consejo Nacional para la Coordinación de la Educación Superior y Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior. (2023). *Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior*. Secretaría de Educación Pública. https://educacionsuperior.sep.gob.mx/sites/default/files/2025-01/marco_gral_SEAES.pdf
- Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad. (2014) *Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad 2014-2018*. <https://www.gob.mx/conadis/documentos/programa-nacional-para-el-desarrollo-y-la-inclusion-de-las-personas-con-discapacidad-2014-2018>
- de la Cruz, G. (2022). Política educativa y equidad: Desafíos en el México contemporáneo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 52(1), 71-92. <https://rlee.iberro.mx/index.php/rlee/article/view/468/1284>
- Cruz Vadillo, R. (2021). Las inclusiones “razonables” en materia de discapacidad en México: política de educación inclusiva. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 51(1), 91-118. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/270/27064402002/html/index.html>
- Culque Núñez, C. A., Gonzabay Medina, N., & Rentería Cárdenas, A. G. (2024). Percepción de los docentes sobre la educación inclusiva y el alumnado con necesidades de educación especial (NEE). *Revista Electrónica Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 27(2), 81–96. <https://doi.org/10.6018/reifop.606231>

- Dirección General de Educación Superior Tecnológica. (2012). Modelo Educativo para el Siglo XXI Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales. Dirección General de Educación Superior Tecnológica. <http://www.dgest.gob.mx/modeloeducativo/modeloeducativo.pdf>
- Echeita, G. (2020). Educación inclusiva: Sin exclusiones. Madrid: Morata. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/tecnm/>
- Florian, L. (2019). On the necessary co-existence of special and inclusive education. En G. Boyle, T. Brown, & J. M. Mifsud (Eds.), *Handbook of Inclusive Education* (pp. 45–60). Routledge.
- Fuente-González, S. de la, Menéndez Álvarez-Hevia, D. y Rodríguez-Martín, A. (2025). Diseño Universal para el Aprendizaje. Una revisión sistemática de su papel en la formación docente. *Alteridad*, 20(1), 113-128. <https://doi.org/10.17163/alt.v20n1.2025.09>
- Hernández, L., & Sánchez, M. D. (2023). Estrategias de accesibilidad en instituciones de educación superior: Experiencias del TecNM. En *Memorias del 19º Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoacán* (pp. 212–219). ICTI Michoacán.
- Márquez Cabellos, N. G., Jiménez García, S. A., & Moreles Vázquez, J. (2021). Formación docente para una enseñanza inclusiva. Estudio de caso: Universidad de Colima. *Revista Panamericana De Pedagogía*, 32. <https://doi.org/10.21555/rpp.v0i32.2259>
- Márquez Cabellos, N. G., & Ramos Ramírez, B. N. (2023). Camino hacia la inclusión en educación superior: voces del profesorado. *Revista Panamericana De Pedagogía*, 36, 100-111. <https://doi.org/10.21555/rpp.vi36.2880>
- Martínez-Sarmiento, M. (2023). Percepción docente sobre la educación inclusiva. *CIENCIAMATRIA*, 9(17), 133-144. <https://doi.org/10.35381/cm.v9i17.1129>
- Organización de las Naciones Unidas. (2008). Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>
- Ortiz González, M. del C. (2023). Hacia una educación inclusiva. *La Educación Especial ayer, hoy y mañana*. Siglo Cero, 54(1), 11–24. <https://doi.org/10.14201/scero202354125096>
- Palomino Condo, L. M., Tarco Sánchez, A., & Sosa Hernández, M. del P. (2023). Perspectiva del docente en la educación inclusiva. *Horizontes Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 7(30), 2006–2019. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i30.645>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Rangel-Baca, A. (2021). Percepción de los profesores universitarios sobre su competencia para la atención a la diversidad. *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 14(1), 25-44. <https://revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/575>

- Secretaría de Educación Pública/Tecnológico Nacional de México (SEP/TecNM). (2024). Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México. Humanismo para la Justicia Social https://www.tecnm.mx/archivos/slider/Modelo_Educativo_del_TecNM_digital_orig.pdf
- UNESCO. (2016). Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa
- UNESCO. (2017). Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259592>
- UNESCO. (2020). Enseñanza inclusiva: Preparar a todos los docentes para enseñar a todos los alumnos. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374447_spa
- UNESCO. (2023). La inclusión de educandos con discapacidad en entornos de aprendizaje de calidad. Herramienta de apoyo a los países en su avance hacia la educación inclusiva. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380256_spa

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL EXTRACTO DE NEEM EN EL CONTROL DE ÁCARO *Varroa destructor* EN APIARIOS DEL MUNICIPIO DE SALVATIERRA GTO.

Luis Patricio Guevara Acevedo

luis.ga@roque.tecnm.mx

María Victoria Rodríguez García

maria.rg@roque.tecnm.mx

Ricardo Yáñez López

ricardo.yl@roque.tecnm.mx

Juan Carlos Buenavista Centeno¹

L22980421@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad biológica del extracto de neem en el control del ácaro *Varroa destructor* en apiarios de la comunidad de San Salvador, Salvatierra, Gto. Se colectaron 12 muestras de 4 apiarios. A esas colmenas se aplicó extracto de neem a dosis de 2.5 L ha⁻¹ en los apiarios en estudio, la aplicación se realizó mediante micas y cada 8 d por un mes. A los 8 y 15 después de aplicación se colectaron muestras de abeja y con la misma metodología se determinó la mortalidad de los ácaros. Los resultados se analizaron mediante la fórmula de Henderson y Tilton

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Roque

(1955). Los resultados muestran que el extracto de neem presento los mayores valores con más del 50% de mortalidad de varroasis a las 8 y 15 después de su aplicación en apiarios del municipio de Salvatierra, Gto.

Palabras clave: Abeja, azadiractina, ácaro, mortalidad, sustentabilidad

INTRODUCCIÓN

La apicultura, el arte de criar abejas para la producción de miel y otros productos, juega un papel crucial en el ecosistema y la agricultura. La importancia de la apicultura se manifiesta en múltiples dimensiones, desde la polinización hasta la sostenibilidad económica y la conservación de la biodiversidad (FAO, 2017). La polinización por abejas es esencial para la producción de frutas, verduras y nueces, lo que a su vez tiene un impacto directo en la seguridad alimentaria y la nutrición humana (Klein *et al.*, 2007). Sin embargo, dado a las circunstancias socioeconómicas y sistemas deficientes en la apicultura, predominan factores externos que influyen en la producción, lo que tiene enormes consecuencias dentro de la productividad de los apiarios que se refleja en pérdidas económicas (Güemes *et al.*, 2003; Guzmán-González *et al.*, 2023). Los factores climatológicos, así como la presencia de afecciones que pueden afectar más común y frecuentemente a la apicultura es la presencia del ácaro *Varroa destructor*, el cual tiende a infectar a las abejas. Esto se debe, a que la Varroasis es una parasitosis causada por el ácaro *V. destructor* en *Aphis mellifera*, por lo tanto, se le considera como el principal problema sanitario que afecta a la apicultura a nivel mundial (Martínez, 2022). La resistencia de *Varroa destructor* a varios tratamientos químicos ha complicado aún más la gestión de esta plaga, lo que ha llevado a la necesidad de desarrollar estrategias de control más sostenibles y efectivas (Milani, 1999), por lo que, en los últimos años, la tendencia mundial ha sido el uso de sustancias naturales para el control del ácaro, particularmente algunos ácidos orgánicos (Gracia *et al.*, 2017). Por estas razones, se han promovido métodos alternativos de control (Melathopoulos *et al.*, 2000). Dentro de ello se encuentra el extracto de aceite de semilla Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) que se ha observado un eficiente control del ácaro de la Varroa, con eficiencia de hasta el 98% de prevención del asentamiento destructor de Varroa en pupas de abeja y 100% de mortalidad a 72 horas (Gonzalez-Gomez *et al.*, 2024). Es por ello que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del extracto de neem en la mortalidad de *Varroa destructor* en abejas *Aphis mellifera* en el municipio de Salvatierra, Gto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en 4 apiarios, de la comunidad de El Salvador municipio de Salvatierra Gto. Primeramente, se determinó el porcentaje de infestación siguiendo la metodología de la norma NOM001-ZOO-1994 Campaña Nacional contra la Varroasis de las Abejas y para ello se realizó un muestreo al azar del 15% de las colonias del apiario se muestreo el centro y extremos de cada colmena y cuidando a la abeja reina. Se realizó la colecta de 12 muestras de cuatro apiarios, en el laboratorio, a las muestras colectadas se contabilizó el número de individuos del ácaro, se agitaron colocando un tripode que la parte de abajo se colocó un vaso de plástico de 1 L de capacidad y se cubrió con franela y sobre ella se colocó un colador con malla criba y posteriormente se vació la muestra donde las abejas se separan de los ácaros, repitiendo este procedimiento de 2 a 3 veces por muestra, con estos valores se determinó la población inicial para el municipio en estudio.

Con los resultados de cada una de las muestras colectadas se aplicó extracto de neem Biocontrol Neem 60CE[®](Agroscience) a dosis de 2.5 L ha⁻¹ en los apiarios en estudio., la aplicación se realizó mediante micas la aplicación de los tratamientos se realizó durante un mes cada 8 días.

Los resultados se analizaron mediante la fórmula de Hernderson y Tilton (1955) que indica que la eficiencia de la aplicación= $(1 - ((\text{No. Ind antes de en Control} \times \text{No Ind después de aplicación en Trat} / (\text{No Ind. Después en Control} \times \text{No Ind antes de aplicar en Trat}))) \times 100$.

Con los valores de la mortalidad se realizó un análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B, donde A son los tratamientos y B los apiarios, cuando el análisis de varianza presento efecto significativo ($P \geq 0.05$) se realizó una prueba de medias Tukey mediante el programa estadístico SAS para Windows ver. 9.4 (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los tratamientos presentaron efecto altamente significativo para los tratamientos a los 8 (F <0.001) y 15 d (F <0.001), estos valores son similares a los reportados por Gonzalez et al. (2006) quienes reportaron efectos altamente significativos de los tratamientos de *Azadirachta indica* en la mortalidad del ácaro *Varroa destructor* en colmenas.

El extracto de Neem (*Azadirachta indica*) a dosis de 2.5 L ha⁻¹ presentó valores de más del 50% de la mortalidad del ácaro *Varroa destructor* a los 8 y 15 d después de la aplicación, mientras que el testigo presento valores inferiores al 40% en los dos tiempos de evaluación (Tabla 1). El extracto de neem a los 8 dda presento un valor de 55.41% de mortalidad del ácaro *V. destructor*. Estos valores fueron superiores a los reportados por Yépez-Rosado et al. (2024) reportó porcentajes de mortalidad de

36.79% con exxtracto de neem y en el testigo 8.85%., mientras que Calderon *et al.* (2022) presentó resultados más altos en comparación con este estudio.

A su vez Reyna *et al.* (2022), al evaluar el efecto de tres moliendas vegetales para controlar el acaro *V. destructor* en abejas se observó valores inferiores a este estudio al aplicar *L. nobilis* obtuvo 1,66% de infestación a los 21 días que duró la investigación. Ariahuacho *et al.* (2023), al aplicar productos alternativos naturales que permitan controlar la *V. destructor* en abejas melíferas reportó valores inferiores a este estudio en donde a los 16 días obtuvo 4,2% de infestación al utilizar el timol. Mátyás *et al.* (2021), al realizar tratamientos estacionales con Amitraz contra *V. destructor* reportó valores inferiores a este estudio en donde en la época de verano se obtuvo un 0,69% de infestación después de haber aplicado el respectivo tratamiento.

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad de *Varroa destructor* por efecto de la aplicación de extracto de neem (*Azadirachta indica*) del municipio de Salvatierra, Guanajuato.

No. Trat	Tratamiento	Dosis	Porcentaje de mortalidad	
			8 dda	15 dda
1	Extracto de Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	2.5 L ha ⁻¹	55.41a	70.13a
2	Testigo	-	22.83b	35.20b

dda=días después de aplicación.

Nota: Elaboración propia

CONCLUSIÓN

El uso del extracto de neem (*Azadirachta indica*) es una alternativa viable para el control del ácaro *Varroa destructor* en apiarios del municipio de Salvatierra, Guanajuato, con porcentaje de mortalidad mayor al 70% a los 15 días posteriores a la aplicación.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Airahuacho Bautista F, Jiménez Torres V, Rubina Airahuacho S, Velásquez Vergara C. 2023. Evaluación de productos alternativos naturales en el control de la *Varroa destructor* en abejas melíferas (*Apis mellifera*). Rev Investig Vet del Perú. 29;34(3): e23741. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i3.2374116>.

- Calderón RA, Ramírez M, Ramírez F, Villalobos E. 2022. Efectividad del ácido fórmico y el timol en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas. *Agron Costarric.* ;38(1). Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rac.v38i1.1516526>.
- FAO. 2014. Pest Status of *Aethina tumida* in Beekeeping. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/items/82735765-325c-44ad-b3c0-8edd6deb1b62>
- González, G., R., Otero, C. G., Villanueva, J. J. A., Pérez, A. J. A., Soto, H., R. M.. 2006. Toxicidad y repelencia de *Azadirachta indica* contra *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) *Agrociencia* 40:6. pp. 741-751.
- González-Gómez R, Otero-Colina G, Villanueva-Jiménez JA, Peña-Valdivia CB, Santizo-Rincón JA. 2024. Repellency of the oily extract of neem seeds (*Azadirachta indica*) against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Exp Appl Acarol.* 56(3):261–70. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9517-110>.
- Gracia MJ, Moreno C, Ferrer M, Sanz A, Peribáñez MÁ, Estrada R. 2017. Field efficacy of acaricides against *Varroa destructor*. *Blenau W*, editor. *PLoS One* 3;12(2):e0171633. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.01716339>.
- Henderson, C. F. and E. W. Tilton. 1955. Test with acarides against the brown wheat mite. *J. Econ. Entomol.* 48:157-161 p.
- Mátyás KK, Kolics B. 2021. Lithium chloride outperformed oxalic acid sublimation in a preliminary experiment for *Varroa* mite control in pre-wintering honey bee colonies. *Acta Vet Hung.* 19;68(4):370–3. Disponible en: <https://doi.org/10.1556/004.2020.0006020>.
- Melathopoulos AP, Winston ML, Whittington R, Smith T, Lindberg C, Mukai A, 2000. Comparative Laboratory Toxicity of Neem Pesticides to Honey Bees (Hymenoptera: Apidae), Their Mite Parasites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae), and Brood Pathogens *Paenibacillus larvae* and *Ascosphaera apis*. *J Econ Entomol.* 93(2):199–209. Disponible en: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.1998>.
- Palacios, A. A. 2024. Control de varroasis en abejas melíferas utilizando acaricida natural a base de aceite de Neem, una solución ecológica y eficaz. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 4(2), e750-e750.
- Reyna Fuentes JH, Martínez González JC, Silva Contreras A, López Aguirre D. 2022. Efecto de tres moliendas vegetales contra el ácaro *Varroa destructor* en colonias de *Apis mellifera*. *Nov Sci.* 14(28). Disponible en: <https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.301917>.
- SAS Institute Inc. (2023). *Software SAS* (Versión 9.4). SAS Institute Inc.

FERTILIZACIONES BIO-MINERAL, ÓRGANO-MINERAL Y BIO-ÓRGANO-MINERAL EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*), TIPO OREJONA

Alfredo Lino Brito

alfrelino_09@hotmail.com

Maribel Apolinar Aguilar

Noel J. Arozarena Daza

Universidades para el Bienestar Benito Juárez García (UBBJG), Instituto de Investigaciones en Agricultura Tropical “Alejandro Humboldt” (INIFAT) Cuba

RESUMEN

La investigación se desarrolló en Tlatlauquitepec, Puebla, demostrando que el manejo integrado de la nutrición en lechuga orejona mejora su crecimiento, desarrollo y producción. La sinergia de la fertilización bio-órgano-mineral (*Chlorella vulgaris* + materia orgánica + fertilización mineral) permitió reducir el fertilizante sintético entre un 25% y 50% sin afectar la calidad de la parte comestible. Por el contrario, este tratamiento optimizó la nutrición, disminuyó costos ambientales y elevó el rendimiento hasta un 45.74% respecto al testigo convencional. El estudio evidenció que los componentes aumentaron significativamente con la opción bio-órgano-mineral, la cual resultó estadísticamente superior a las demás. Por su parte, las fertilizaciones bio-mineral y órgano-mineral no mostraron diferencias entre sí, pero superaron a la fertilización estrictamente química. Así, esta integración se consolida como una alternativa sustentable y de alta productividad.

Palabras clave: Invernadero, Microalga, portador de materia orgánica.

INTRODUCCIÓN

La producción de lechuga en México en el año 2022, alcanzo las 570 mil toneladas y en el año 2024, se habían reportado entre enero a septiembre 112 mil toneladas en los estados mayores productores, debido a la gran sequía que hubo ese año. Concentrándose la producción en cuatro estados, que suman el 60 % de la producción nacional. Al cierre del año agrícola 2024, Guanajuato fue la principal entidad productora, con una participación de 25.6%; seguido de Zacatecas, con 17.4%; Aguascalientes, con 12.7% y Puebla, con 10.3 %, de la producción nacional y un rendimiento promedio de 24.82 t ha⁻¹, mientras que en el caso de Puebla el rendimiento oscila entre 26.0 a 30.0 t ha⁻¹. Destacar que a nivel internacional México, es el noveno productor mundial y el tercer exportador más grande, enviando más de 284,000 toneladas a Estados Unidos en 2023 (SIAP, 2024).

Sin embargo, es un cultivo que demanda grandes cantidades de fertilizantes químico mineral. La fertilización mineral en lechuga es crucial para maximizar la producción, enfocándose en nitrógeno para el crecimiento foliar, fósforo para raíces y potasio para la calidad. La fertilización mineral logra mejorar la calidad del cultivo, pero el uso excesivo de químicos consigue acidificar los suelos, recomendándose a menudo la combinación con abonos orgánicos y otras alternativas agroecológicas de fertilización (Cruz-Valle, *et al.*, 2025).

Las alternativas de carácter agroecológicas de fertilización buscan reducir la dependencia de insumos sintéticos puros, mejorando la salud del suelo a largo plazo. En este caso se encuentran, las fertilizaciones, bio-mineral, órgano-mineral y bio-órgano-mineral. En todos los casos, ayudan a evitar la degradación química de los suelos y promueven una agricultura más sostenible (FAO, 2022).

En lo particular, la fertilización Bio-Mineral, es la inoculación de microorganismos (bacterias, hongos y microalgas) junto con fertilizantes minerales, producen una activación en las plantas, ayudando a que esta absorba fósforo y/o nitrógeno que de otro modo estaría bloqueado en el suelo (Tueros, *et al.*, 2025).

Mientras que la fertilización órgano-mineral en el cultivo de lechuga combina la rapidez de los nutrientes químicos con los beneficios a largo plazo de la materia orgánica. Esta técnica busca un equilibrio que mejora tanto el rendimiento de la cosecha como la salud del suelo (Rasche-Alvarez, *et al.*, 2025).

Por su parte la fertilización bio-órgano-mineral en el cultivo de lechuga combina fuentes biológicas (microorganismos), orgánicas (materia vegetal, animal y/o mixta) y minerales (fertilizantes químicos mineral) para optimizar el rendimiento y la salud del suelo. Estudios muestran que este tipo de fertilización promueve un incremento en diámetro, altura y número de hojas, generando plantas más vigorosas y saludables (Sepúlveda, 2021).

El uso de biofertilizantes puede reducir la dependencia de fertilizantes minerales hasta en un 50% sin sacrificar el rendimiento. La aplicación de componentes órgano-minerales (portador de materia orgánica y fertilizantes químico mineral) promueve un incremento significativo en la longitud y peso de la raíz. Además, mejora el peso fresco, el área foliar y el contenido de antioxidantes y clorofila en las hojas de lechugas. Igualmente, aumenta los niveles de materia orgánica y equilibra el pH, mejorando la disponibilidad de nutrientes como Fósforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio, en el suelo (Mejía-Betancourt, 2025).

Aunque la evidencia científica respalda, las fertilizaciones con carácter agroecológicas antes mencionadas, aún existe escasa información sobre su efecto combinado con la disminución de la fertilización mineral y su resultado en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivos evaluar, la microalga *Chlorella vulgaris*, un portador de muérdaga orgánica y una fertilización químico mineral, como parte de tipos de fertilizaciones bio-mineral, órgano-mineral y bio-órgano-mineral en un cultivo de lechuga tipo orejona y su impacto en la disminución de la fertilización sintética empleada en el cultivo, en el municipio de Tlatlauquitepec, Estado de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en un Invernadero de la localidad de Almoloni, perteneciente al municipio de Tlatlauquitepec, localizado en la Sierra Norte del Estado de Puebla, México. El municipio se ubica entre los paralelos 19°38' y 20°03' de latitud norte; los meridianos 97°23' y 97°37' de longitud oeste; altitud entre 300 y 2,900 metros sobre el nivel del mar (msnm) (INEGI, 2019). El experimento se estableció, en el periodo de agosto-diciembre de los años 2021 y 2022.

El suelo predominante de la zona, son los Andosoles. Estos suelos se caracterizan, por ser de origen volcánicos (cenizas), extremadamente porosos, ligeros y fértiles, ideales para la retención de agua y nutrientes (INEGI, 2010).

Antes de la instalación del experimento, se realizó un análisis químico de suelo. En el laboratorio de análisis de suelo del INECOL (Instituto de Ecología A.C) de Veracruz, según NOM-RECNAT-2000 de SEMARNAT (SEMARNAT, 2002), constatándose que posee un pH neutro, el contenido de materia orgánica es medio, el de fósforo es bajo, la C.E también es baja y los valores de las bases intercambiables, K, Ca y Mg, son altos, medios y medios en ese orden, para un suelo de origen volcánico, observados en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización química del suelo donde se estableció la investigación de las Fertilizaciones Bio-mineral, Órgano-Mineral y Bio-Órgano-Mineral, en el cultivo de lechuga tipo orejona.

Componentes	Unidad	Valor
Textura	-	Franco arcilloso
pH	-	6.78 ± 0.123
K	cmol+/kg	2.31±1.153
Ca	cmol+/kg	7.93 ±1.357
Mg	cmol+/kg	1.26 ± 2.379
P	ppm	2.08 ± 2.892
C.E	mS/cm	0.121±1.075
MO	%	6.17 ± 2.947

Nota: elaboración propia

En la investigación se manejó un experimento en bloques completos al azar con 5 tratamientos, tabla 2. Conformándose cuatro replicas por tratamientos en camas de 6.25 m². Además, se aplicó 5 kg m⁻² de composta a base de estiércol (MO) en los tratamientos que así lo requirieron, en la preparación de las camas.

En el caso de la microalga (*Chlorella vulgaris*), se aplicó de manera foliar. Reproduciéndose a partir de la cepa original obtenida de la academia de acuicultura perteneciente al Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec (ITSTL), para lo cual se utilizó un foliar comercial de nombre “Bayfolan® Forte” a razón de 0.5 mL del foliar por cada litro de agua estéril, con aireación constante por 20 minutos, pasado este tiempo se inoculo con 52 mL de la cepa *Chlorella vulgaris*. Diluyéndose 20 mL por litro de agua a aplicar al cultivo a los 16 días de reproducción, de acuerdo a la metodología propuesta por (Romo, 2002); (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, 2010).

Realizando la primera de las aplicaciones de *Chorella vulgaris* a los 24 días de emergida (dde) las plantas, siendo la segunda y la tercera a los 38 y 52 dde las plantas. La fertilización químico mineral del cultivo se realizó con la fórmula fertilizante 100-50-250 kg por hectárea de N, P₂O₅ y K₂O (testigo), reportada IFA, (1992), citado por (Jaramillo, *et al.*, 2010); INIFAP, (2013), al momento del trasplante, con una densidad de 8 plantas por metro cuadrado.

Tabla 2. Tratamientos de fertilización aplicados a lechuga, en el periodo agosto a diciembre del año 2021 y 2022.

Números	Tratamientos	Tipo de fertilización
1	100 % FM (testigo)	Mineral
2	100 % FM+ <i>C. vulgaris</i>	Bio-mineral
3	100 % FM + + 5 kg m ⁻² de MO	Órgano-mineral
4	75 % FM + 5 kg m ⁻² MO + <i>C. vulgaris</i>	Bio-órgano-mineral
5	50 % FM + 5 kg m ⁻² MO + <i>C. vulgaris</i>	Bio-órgano-mineral

FM = fertilización mineral; MO = materia orgánica. Nota: elaboración propia

La respuesta vegetal del cultivo se evaluó cada 14 días a partir del trasplante, 24, 38, 52, 66 dde las plantas y a los 80 dde el cultivo, momento de cosecha. La variable respuesta fue altura (cm), hasta el momento de cosecha. En el momento de la recolección se determinó, el índice de cosecha (IC) basado en el peso seco de la parte cosechable (hojas o cabeza), entre el peso seco de la planta completa incluyendo la raíz, multiplicado por 100. Para lo cual se extrajeron 10 plantas por replicas, para el secado en estufa a 75 °C durante 72 horas, hasta peso constante. De igual manera, se evaluó el número de hojas de la cabeza y su peso fresco (g), para calcular el rendimiento por superficie en un metro cuadrado del centro de cada replica (kg m⁻²).

En todos los casos la información estadística, se procesó con el paquete *The SAS System for Windows* 9, versión en español, según diseño experimental. En los casos de datos en porcentaje, se hizo la transformación angular (Arcoseno) o de Bliss, Arcoseno= $\sqrt{\% \text{ de calidades}/100}$, como se indica en estos casos, para el procesamiento estadístico. Cuando se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las medias de las variables, estas fueron comparadas a través del test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1, que se muestra a continuación, expone el crecimiento en altura de la lechuga orejona, bajo diferentes regímenes de fertilización durante un periodo de 80 días, evaluadas cada 14 días, a partir de los 24 días después de emergidas (dde) las plantas.

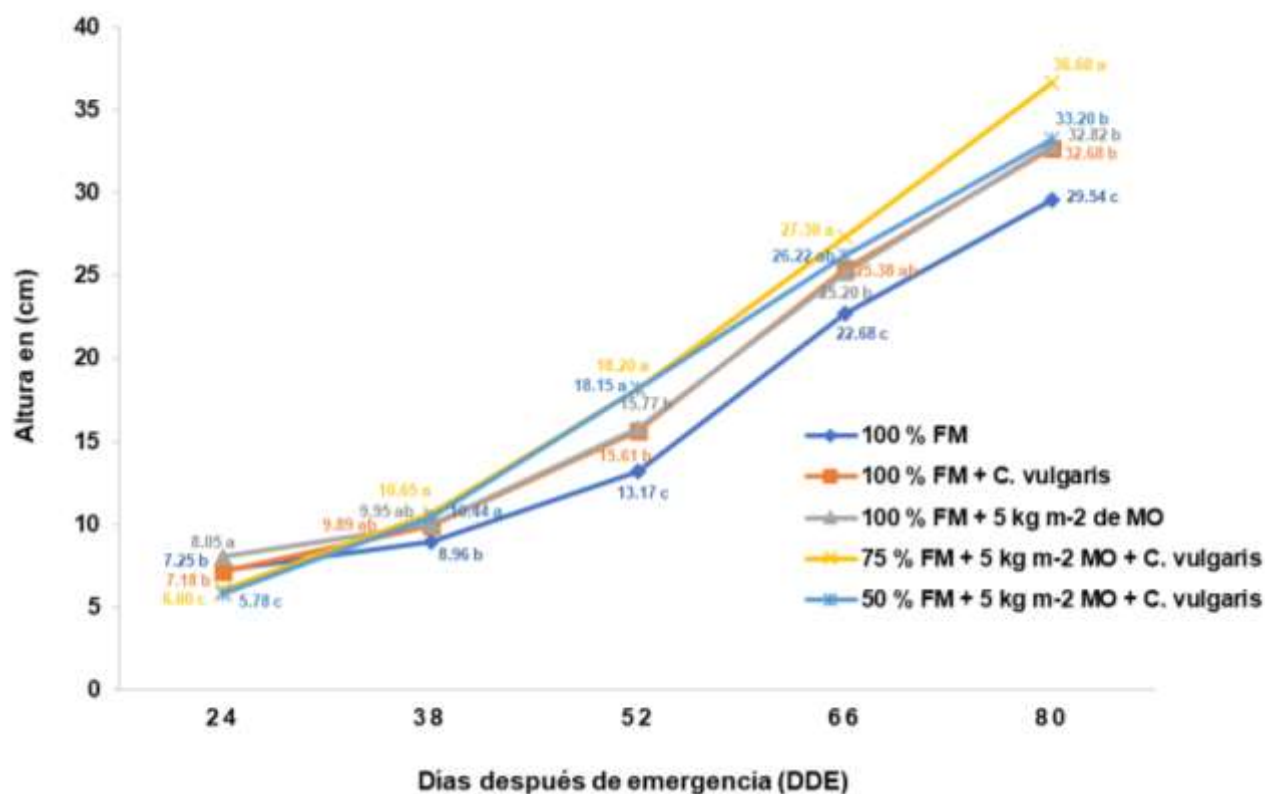


Figura 1. Altura de planta de lechuga, tipo orejona, sometida a diferentes tipos de fertilización desde los 24 días después de emergida (dde) las plantas hasta los 80 dde el cultivo momento de cosecha. Diferencia significativa mínima honesta (DSMh_(0.05)), 0.377, 1.02, 1.64, 2.55 y 2.40 en cm. Coeficiente de Variación (CV): 2.44, 4.53, 4.40, 4.46 y 3.23. $^{*}(p \leq 0.05)$. Nota: elaboración propia.

La altura es un indicador clave del desarrollo vegetativo y la salud de la planta. Una altura progresiva y uniforme indica que la planta está absorbiendo correctamente los nutrientes y el agua. Como se observa en la figura 1, el crecimiento es constante, independientemente del tipo de fertilización empleada. Presentándose una fase inicial (24-38 dde las plantas), donde el crecimiento es lento en todos los tratamientos. Posteriormente (52 dde las lechugas), hay un incremento notable del crecimiento, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$), a favor de las fertilizaciones bio-órgano-mineral, seguidas por las bio-mineral y órgano-mineral, sin diferencias estadísticas entre ellas, pero si con la fertilización 100 % mineral. Finalmente, la mayor altura se registra al momento de cosecha, con diferencias significativas

($p \leq 0.05$) a favor del tratamiento, 75 % FM + 5 kg m⁻² MO + *Chlorella vulgaris*, seguido por el resto de las fertilizaciones de carácter agroecológicas. No habiendo diferencias significativas entre las mismas. Siendo el tratamiento menos efectivo, 100 % de FM y con diferencias significativas con los demás tipos de fertilizaciones. Lo que permite reducir la fertilización químico mineral y complementarlo con materia orgánica y la microalga.

Tales resultados se deben a que se atiende la nutrición del cultivo de manera integral, nutrición directa mediante la fertilización química, estimulación biológica a través de la microalga y el portador de materia orgánica y la salud y nutrición edáfica mediante las alternativas agroecológicas (microalga y el portador de materia orgánica) señaladas (García-Mendivil *et al.*, 2014); (Hernández-Terrón, 2021).

En la figura 2, que seguidamente se presenta, se muestra la variable índice de cosecha (IC). Indicador de la proporción entre el peso seco de la cabeza (hojas comerciales) y el peso seco total de la planta (incluyendo raíz y hojas externas no comercializables). En todos los casos el IC, supero el 55 %, valor que indica buena eficiencia por la planta, en la conversión de la materia seca total de la planta en correspondencia a la parte comerciable (Camarillo-Cervantes, 2011); (Gil, *et al.*, 2012).

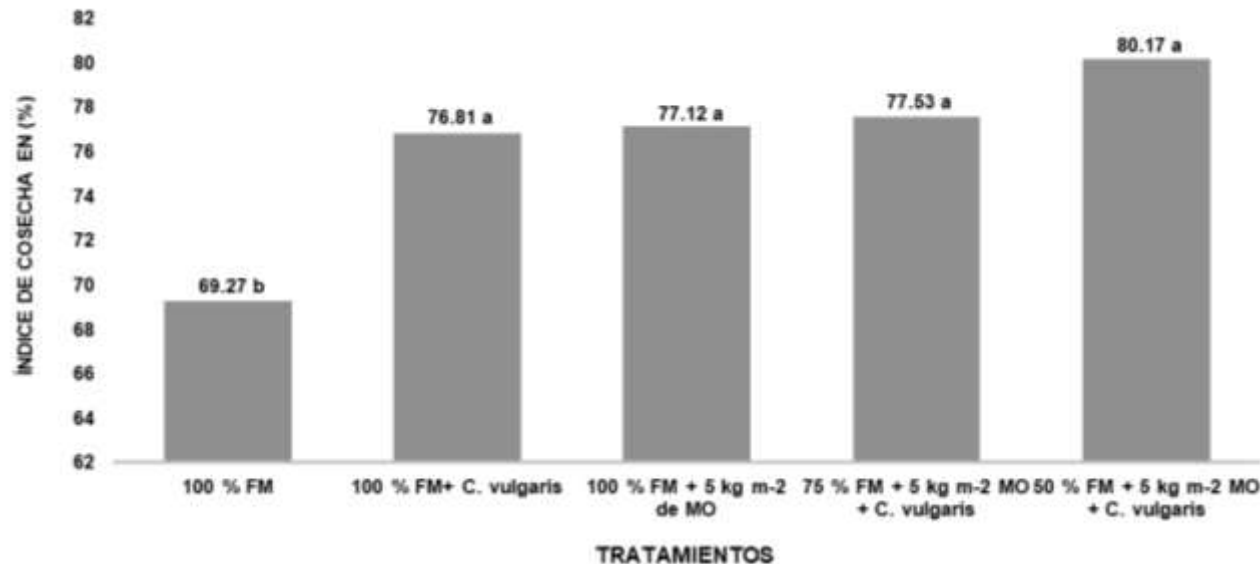


Figura 2. Índice de cosecha a los 80 días de emergidas (dde) las plantas. Respuesta a diferentes manejos de fertilización. Valores con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales, * ($p \leq 0.05$) (CV): 4.46. Nota: elaboración propia.

La figura 2, evidencia la sinergia que se produce en los tratamientos que combinan la reducción de la fertilización mineral (25 y 50 %), con el portador de materia orgánica y la microalga (fertilización bio-

órgano-mineral), siendo más eficiente la nutrición del cultivo, mejorando así la partición de nutrientes hacia la parte comestible de la lechuga. Este resultado se debe a que *Chlorella vulgaris*, libera fitohormonas (auxinas y citoquininas), que promueven la división celular y el crecimiento foliar (Puglisi *et al.*, 2020). Por su parte Argente-Martinez, *et al.*, (2024), plantean que la materia orgánica mejora la salud del suelo, sustentado a los microorganismos presentes en el mismo, permitiendo crear un ambiente donde las plantas crecen sin el estrés salino, producido por las fertilizaciones químico minerales, como es el caso de la FM 100 %, la cual presenta los menores valores de IC, 69.27 %.

Consecutivamente se presenta la tabla 3, con el rendimiento y sus componentes, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en todas las variables, a favor de las fertilizaciones bio-órgano-mineral, seguidas por las nutriciones Bio-mineral y Órgano-mineral, sin diferencias estadísticas entre ellas, pero si con respecto a la fertilización 100 % mineral, reafirmando la sinergia que sucede en la fertilización bio-órgano-mineral.

En cuanto a la variable número de hojas, se considera un desarrollo óptimo entre 20 y 30 hojas antes de ser cosechada, manifestando un desarrollo vigoroso (Caballero-Tapia y Muylema-León, 2023). Todas las fertilizaciones evaluadas, presentan valores que están dentro del rango señalado. Por su parte el uso de la microalga, junto con la materia orgánica permite reducir el fertilizante químico mineral entre 25 y 50 %, obteniendo 5 a 6 hojas más. Por su parte la variable peso fresco de la cabeza, muestra una tendencia similar al número de hojas. En todos los casos, le siguen las fertilizaciones Bio-mineral y Órgano-mineral, tendencia que permaneció durante la investigación.

Tabla 3. Componentes del rendimiento, número de hojas y peso fresco de la cabeza de hojas (g) y rendimiento (kg m^{-2}), a los 80 dde las plantas de lechuga tipo orejona.

Tratamientos	Número de hojas	Peso fresco de la cabeza	Rendimiento
100 % FM	24.04 ^b	326.65 ^c	2.61 ^c
100 % FM+ <i>C. vulgaris</i>	26.00 ^{ab}	441.42 ^b	3.53 ^b
100 % FM + + 5 kg m^{-2} de MO	25.75 ^{ab}	430.96 ^b	3.44 ^b
75 % FM + 5 kg m^{-2} MO + <i>C. vulgaris</i>	29.25 ^a	573.25 ^a	4.58 ^a
50 % FM + 5 kg m^{-2} MO + <i>C. vulgaris</i>	29.27 ^a	601.65 ^a	4.81 ^a

DSMh _(0.05)	4.38	93.31g	0.88 kgm ⁻²
CV (%)	7.23	8.71	10.30

dde: días después de emergido el cultivo, Valores con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales, * ($P \leq 0.05$); DSMh (Diferencia significativa mínima honesta) y Coeficiente de variación (CV). Nota: elaboración propia.

Mientras el rendimiento en lechuga, es la expresión combinada de los componentes del rendimiento, número de hojas y el peso fresco de la cabeza de hojas. Por tanto, el resultado del mismo es similar a la tendencia presentada por los componentes del rendimiento antes mencionados de manera individual. Destacar que el efecto de la sinergia, de la fertilización bio-órgano-mineral, es superior a los efectos de las fertilizaciones bio-mineral y órgano-mineral, por separadas, ya que permite obtener mayor número de hojas y peso fresco de estas con reducciones del 25 y 50 % de la fertilización químico mineral, como se ha presentado a lo largo de la investigación.

Enfatizar que el menor rendimiento, obtenido fue del testigo 26.10 t ha⁻¹, coincidiendo con lo reportado por el SIAP, (2024), para el estado de Puebla. Siendo superado por las variantes de carácter agroecológicas de fertilización en 26.06 % (fertilización órgano-mineral), en 24.13 % (fertilización órgano-mineral) y 43.01 y 45.74 % (fertilización bio-órgano-mineral, con reducciones del 25 y 50 % de FM respectivamente).

Tales resultados se deben a los efectos beneficiosos de la microalga (*Chlorella vulgaris*) y el portador de materia orgánica (composta a base de estiércol). Son varios los autores que han documentado el impacto positivo de *Chlorella vulgaris* en el desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Entre los autores y estudios más relevantes se encuentran: Kopta *et al.*, (2018), los cuales reportaron que el uso de alga fresca de *Chlorella vulgaris* en combinación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal, aumentó significativamente el peso fresco y la calidad antioxidante de las hojas. Mientras que La Bella, *et al.*, (2021), estudiaron la aplicación foliar del extracto de *Chlorella vulgaris* y registraron detalladamente el aumento en el número de hojas y la longitud de las plántulas de lechuga. Por su parte, Vieira *et al.* (2024), evaluaron la aplicación de *C. vulgaris* en cultivos sin suelo de lechuga (cv. 'Oreja de Mulo'), observando mejoras en los parámetros biométricos foliares.

En cuanto al aporte del portador de materia orgánica los beneficios son múltiples. Tales son los trabajos de Coria-Cayupán, *et al.*, (2009), los que observaron que las lechugas tratadas con compost y lombricomposta desarrollaron una mayor concentración de clorofila y compuestos bioactivos, lo que se

traduce en un follaje más vigoroso. En este sentido Sirajul Islam *et al.*, (2018), investigaron los efectos de distintos fertilizantes orgánicos en el crecimiento y rendimiento de lechugas, destacando la correlación positiva entre la fertilización orgánica y el conteo de hojas por planta. En el caso de Campos-Rodríguez *et al.*, (2023), efectuaron una comparativa entre fertilizantes químicos y orgánicos elaborados a partir de residuos sólidos, midiendo variables como el número de hojas y el diámetro de la planta durante siete semanas. Sugiriendo, que un fertilizante orgánico aplicado a una dosis que contemple los niveles de elementos en suelo y de las necesidades del cultivo, puede ser igualmente productivo que un sistema químico.

Al emplear la nutrición bio-órgano-minera (*Chlorella vulgaris*, portador de materia orgánica y fertilización mineral), se produce una sinergia nutricional, logrando un equilibrio donde la parte mineral proporciona nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) inmediatos, mientras que la parte orgánica y biológica facilita su absorción gradual, evitando la lixiviación de nutrientes, convirtiéndose en un manejo integrado de la nutrición de cultivo, contribuyendo así a la sostenibilidad de los agroecosistemas (Lino, *et al.*, 2021). Por tanto, el éxito, no está en más nutrición a los cultivos, sino en una nutrición mejor repartida y estimulación biológica. La materia orgánica prepara el suelo y sustenta a los microorganismos que en él habitan. El 75 y 50 % de FM pone la nutrición básica y la *Chlorella vulgaris* produce sustancias (auxinas, citoquininas y giberelinas) que hacen que la lechuga crezca a su máximo potencial genético. A un resultado similar arribaron Lino *et al.*, (2025), en el cultivo de zanahoria al combinar un portador de materia orgánica y la microalga *Chlorella vulgaris*, con reducciones del 25 y 50 % de la fertilización químico mineral, sin afectar el rendimiento y calidad de la raíz tuberosa.

CONCLUSIONES

La investigación evidencio, que el manejo integrado de la nutrición del cultivo de lechuga, mejora el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. De igual manera la sinergia que se produce en la fertilización bio-órgano-mineral (microalga, portador de materia orgánica y fertilización mineral), permitió reducir la fertilización mineral en un 25 y 50 %, sin afectar el rendimiento y calidad de la parte comestible del cultivo. Por el contrario, aumentó el rendimiento y sus componentes. En el caso de las fertilizaciones Bio-mineral y órgano-mineral, no tuvieron diferencias estadísticas entre ellas, pero si inferiores a la Bio-órgano-mineral y superiores a la fertilización sintética o mineral.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Argentel-Martínez, L., Peñuelas-Rubio, O., Perales-Aguilar, L., y Azizoglu, U. (Eds.). (2024). *Biotechnología agropecuaria aplicada*. Platanal Editora. <https://doi.org/10.46420/9786585756365>
- Caballero-Tapia, K. R., y Muylema León, L. F. (2023). *Efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa)* [Proyecto de investigación de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5227d8cd-5015-4be4-85e4-1bd8b0df1e94/content>
- Cai, A., Xu, M., Wang, B., Zhang, W., Liang, G., Hou, E., y Luo, Y. (2019). Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility. *Soil and Tillage Research*, 189, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.12.022>
- Camarillo-Cervantes, I. (2011). *Dinámica de crecimiento de variedades de lechuga Lactuca sativa L., con diferentes tratamientos de fertiirrigación* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí]. Repositorio institucional UASLP.
- Campos Rodríguez, R., Torres-Contreras, A., Castro-Brenes, A. G., y Calderón-Cerdas, R. (2022). Capacidad productiva de un fertilizante orgánico elaborado a partir de residuos sólidos para el cultivo de lechuga. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(1), 3–17. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i1.5823>
- Coria-Cayupán, Y. S., Sánchez de Pinto, M. I., y Nazareno, M. A. (2009). Variations in bioactive substance contents and crop yields of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated in soils with different fertilization treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(21), 10122-10129. <https://doi.org/10.1021/jf903019d>
- Cruz Valle, R. E., y Flores Guillen, F. M. (2025). *Optimización del rendimiento y rentabilidad del cultivo de lechuga 'Isabela' en condiciones de hidroponía mediante el uso de bioestimulantes y soluciones nutritivas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio institucional UNJFSC.
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. (2010). *Protocolo: Cultivo de Microalgas*. Academia.edu. academia.edu
- García-Mendívil, H. A., Castro-Espinoza, L., Guzmán-Fierros, E., Mungarro-Ibarra, C., Arellano Gil, M., Martínez-Carrillo, J. L., y Gutiérrez-Coronado, M. A. (2014). Aplicación de compost, a base de champiñón enriquecida con silicio, en trigo (*Triticum spp.*). *Agrociencia*, 48(7), 691-702.
- Gil, M. I., Tudela, J. A., Martínez-Sánchez, A., y Luna, M. C. (2012). Harvest maturity indicators of leafy vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 8(1), 1-9. doi.org

- Hernández-Terrón, J. J., Gutiérrez-Rodríguez, F., Serrato-Cuevas, R., González-Huerta, A., y García-Rodríguez, E. (2021). Manejo nutricional integrado: herramienta clave para la agricultura sostenible. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(5), 885-897.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Tlatlauquitepec, Puebla*. INEGI.
- Islam, M. S., Ahmed, A., Mahmud, S., Tusher, T. R., y Khanom, S. (2012). Effects of organic fertilizer on the growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) used as vegetables. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, 2(3), 116–128.
- Kopta, T., Pavlíková, M., Šekara, A., Pokluda, R., y Maršálek, B. (2018). Effect of Bacterial-algal Biostimulant on the Yield and Internal Quality of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Produced for Spring and Summer Crop. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 615–621. doi.org
- La Bella, E., Baglieri, A., Rovetto, E. I., Stevanato, P., y Puglisi, I. (2021). Foliar Spray Application of *Chlorella vulgaris* Extract: Effect on the Growth of Lettuce Seedlings. *Agronomy*, 11(2), Artículo 308. doi.org
- Lino, A., Apolinar, M., y Arozarena, N. J. (2025). Efecto de Microalga (*Chlorella vulgaris*) en la Fertilización Mineral y Órgano-Mineral en Zanahoria (*Daucus carota* L.), en Invernadero. *Revista Tecnológica CEA*, 29(1), 239-253.
- Lino, A., Apolinar, M., Arozarena, N. J., González, P. J., y Zambrano, J. M. (2021). Evaluación del Efecto de *Chlorella vulgaris* en la fertilización del Cilantro (*Coriandrum Sativum* L.), en Invernadero. *Revista Ingeniantes*, 2(1), 39-45.
- Mejía-Betancourt, F. (2025). *Tecnologías para mejorar la producción y productividad agropecuaria* [Diplomado, Universidad Nacional Agraria]. https://www.una.edu.ni/wpcontent/uploads/2025/06/20_Mod_4_Tema_3_Documento.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Alternativas para el manejo sostenible de la fertilización de suelos y nutrición vegetal*. Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar. <https://www.fao.org/3/cc0964es/cc0964es.pdf>
- Puglisi, I., La Bella, E., Rovetto, E. I., Lo Piero, A. R., y Baglieri, A. (2020). Biostimulant effect and biochemical response in lettuce seedlings treated with a *Scenedesmus quadricauda* extract. *Plants*, 9(1), Artículo 123. <https://doi.org/10.3390/plants9010123>
- Rasche-Alvarez, J. W., González, A., Ferreira, A., Ruiz, F. P., y Fatecha, D. A. (2025). Fertilización mineral y orgánica en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Distrito de Caazapá. *Revista de Investigación Científica Tecnológica*, 9(1), 63-77.
- Romo, A. K. (2002). *Manual para el cultivo de microalgas* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Baja California Sur]. Repositorio UABCS.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002, 31 de diciembre). *Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis*. Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección).
- Sepúlveda, G. (2021). *Evaluación de la respuesta de lechuga (Lactuca sativa) cv. crespa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral* [Trabajo de grado, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas]. Repositorio UDCA. udca.edu.co
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. siap.gob.mx
- Tueros, M., Vilcapoma, M., Pillaca, G., Velásquez, J., Campos, H., Paitamala, O., y Matsusaka, D. (2025). Sinergias entre microorganismos y fertilización mineral en la calidad de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista de Investigación Agroproducción Sustentable*, 7(1), 15-26. [doi.org](https://doi.org/10.24018/2592-3497.2025.7.1.15-26)
- Vieira, J., Saque, M., Viana, C., Coelho, L., Gama, F., Rodrigues, M. H., y Correia, P. J. (2024). Evaluación de la aplicación de *Chlorella vulgaris* en cultivo sin suelo de lechuga cv. 'Oreja de Mulo'. En *Jornadas de los grupos de trabajo de horticultura, alimentación y salud, fertilización y sustratos, fresón y otros frutos rojos* (pp. 250-253). Sociedad Española de Ciencias Hortícolas.

ESTRATEGIAS PARA REDUCIR ERRORES FIFO EN UN ALMACÉN AUTOMOTRIZ MEDIANTE SEÑALIZACIÓN, CAPACITACIÓN Y AUDITORÍAS CÍCLICAS

José Luis Camargo Orduño

jose.co@roque.tecnm.mx

Mariana Rojas Delgado

mariana.rd@roque.tecnm.mx

María del Carmen Valerio López¹

L21980437@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

El artículo analiza una intervención aplicada en el almacén de materia prima y producto terminado de una empresa automotriz de Guanajuato, México, denominada “ABC” por confidencialidad. El problema fue la omisión recurrente del método FIFO, que afectaba la trazabilidad, la confiabilidad del inventario y el cumplimiento de requisitos de calidad. Se desarrolló un estudio aplicado, descriptivo y preexperimental con comparación antes-después. La información se obtuvo de reportes SOLAR y SOLAR Móvil 2.0, observación directa, formatos de inventario cíclico, listas de capacitación y actualización documental. La intervención integró diagnóstico de causas, formato estandarizado de seguimiento, capacitación operativa, señalización visual y auditorías cíclicas. La falta de señalización fue la principal causa de omisión (35%). Después de la intervención, el promedio semanal de errores disminuyó de 64.6 a 33.1 casos, equivalente a una reducción de 48.7%.

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Roque

Palabras clave: auditorías cíclicas; capacitación operativa; gestión visual; inventarios cíclicos; trazabilidad.

INTRODUCCIÓN

La gestión de inventarios en la industria automotriz exige precisión, trazabilidad y capacidad de respuesta ante ritmos de producción altos, cambios en la demanda y requisitos estrictos de calidad. En este contexto, el método FIFO, entendido como primeras entradas, primeras salidas, permite que los materiales con mayor antigüedad se consuman antes que los recientes, reduciendo obsolescencia, mezclas de lotes y diferencias entre inventario físico y sistema (Cadre Technologies, 2025; Slimstock, 2025).

La literatura sobre almacenamiento coincide en que el cumplimiento del método no depende únicamente de una regla de rotación. Su efectividad se relaciona con la distribución física, la identificación visual, la disciplina documental, la capacitación del personal y el uso de sistemas de planificación o gestión de almacenes. La ausencia de estos elementos incrementa la probabilidad de búsquedas prolongadas, decisiones operativas improvisadas y errores en el surtimiento (Laza, 2022; Mascarell, 2023; Mora, 2011).

El caso de estudio se desarrolló en el almacén de materia prima y producto terminado de la empresa “ABC”, organización vinculada a la manufactura automotriz. Durante la operación diaria se detectaron omisiones al método FIFO en el abastecimiento a producción y en la preparación de embarques. Dichas omisiones generaban discrepancias entre el sistema SOLAR Móvil 2.0 y el control físico, además de riesgos de reempaque, reetiquetado, daño en material y dificultad para identificar el lote correcto.

El problema cobró mayor relevancia por el antecedente de una no conformidad levantada durante una auditoría externa asociada con el seguimiento FIFO. En entornos automotrices, la norma IATF 16949:2016 enfatiza la prevención de defectos, el control de procesos y la reducción de variación en la cadena de suministro, por lo que la trazabilidad del material constituye un requisito crítico de operación (International Automotive Task Force, s. f.).

El diagnóstico inicial permitió reconocer un fenómeno multifactorial. Se observaron zonas con señalización insuficiente o deteriorada, especialmente en áreas de bajo y alto movimiento; criterios heterogéneos para responder a alertas del sistema; presión operativa; saturación de espacios; daños

en equipos de movimiento; y ausencia de auditorías periódicas con seguimiento semanal. Por ello, el problema no se interpretó como una desviación individual del operador, sino como una interacción entre personas, tecnología, layout y estándares visibles.

A partir de este contexto, la pregunta de investigación fue: ¿qué estrategias operativas permiten disminuir las omisiones al método FIFO en un almacén automotriz mediante gestión visual, capacitación y auditorías cíclicas? El objetivo general consistió en analizar e implementar estrategias para reducir la frecuencia de errores FIFO. De manera específica se buscó identificar causas, documentar eventos diarios, capacitar al personal, reforzar la señalización y evaluar los cambios mediante indicadores semanales.

La hipótesis de trabajo sostuvo que la combinación de señalización visual, capacitación operativa, control documental y auditorías cíclicas disminuiría de forma relevante las omisiones al método FIFO. La justificación del estudio radica en que mejorar la rotación del inventario fortalece la continuidad del abastecimiento, la satisfacción del cliente, el uso del espacio y la evidencia documental requerida para la mejora continua.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó un estudio aplicado con enfoque descriptivo y diseño preexperimental de comparación antes-después. La intervención se desarrolló durante 2025 en el almacén de materia prima y producto terminado de la empresa “ABC”, con participación operativa de tres turnos y una plantilla aproximada de once colaboradores en funciones de almacenaje, abastecimiento y preparación de materiales.

La unidad de análisis fueron los eventos de omisión FIFO detectados por el sistema o por revisión operativa. Las variables centrales fueron: número de omisiones semanales, causas asociadas, tipo de error, diferencia entre inventario físico y sistema, condición de la señalización y acciones correctivas aplicadas. Como se muestra en la tabla 1, la recolección combinó fuentes digitales, documentales y observación directa.

Tabla 1. Variables, indicadores e instrumentos de recolección

Variable	Indicador principal	Fuente o instrumento
Omisiones FIFO por semana	Número de eventos semanales detectados	Reporte SOLAR y SOLAR Móvil 2.0

Causas asociadas	Frecuencia y porcentaje por categoría	Formato diario y observación directa
Tipo de error	Consumo o emparejamiento	Plantilla digital de seguimiento
Diferencia físico-sistema	Variación porcentual por área revisada	Inventarios cíclicos y auditorías
Condición de señalización	Presencia o ausencia de identificación visible	Recorridos de layout y verificación en piso

Nota. Elaboración de los autores con base en reportes SOLAR, SOLAR Móvil 2.0 y observación directa.

El procedimiento se organizó en cinco fases: diagnóstico inicial, diseño de formato de seguimiento, capacitación del personal, señalización visual y auditorías cíclicas. Posteriormente se actualizó la instrucción de trabajo y se dio seguimiento semanal al indicador para verificar la permanencia de los resultados.

El análisis de información utilizó frecuencias absolutas, porcentajes, promedios semanales y comparación visual de tendencias. La etapa previa consideró el comportamiento entre las semanas 15 a 22, mientras que la etapa posterior abarcó las semanas 23 a 30, cuando las estrategias ya estaban implementadas. En inventarios cíclicos se registró la variación porcentual observada entre las semanas 18 a 28.



Figura 1. Secuencia operativa de la intervención

Nota. Elaboración de los autores a partir del procedimiento aplicado en el almacén.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico confirmó que la omisión al método FIFO no respondía a una sola causa, sino a la combinación de información visual insuficiente, formación operativa desigual y condiciones de ejecución. La falta de señalización de materiales fue la causa más frecuente, seguida por la falta de

capacitación del personal. Como se muestra en la tabla 2, los daños en montacargas, el exceso de trabajo y los casos extraordinarios también incidieron en el comportamiento del indicador.

Tabla 2. Causas principales de omisión al método FIFO

Causa identificada	Porcentaje
Falta de señalización de materiales	35%
Falta de capacitación del personal	20%
Daños en montacargas	15%
Exceso de trabajo	15%
Casos extraordinarios	10%
Otros	5%

Nota. Elaboración de los autores con base en el formato diario de seguimiento.

La figura 2 permite visualizar que las dos primeras causas concentran más de la mitad de las omisiones registradas. Este hallazgo confirma que el control FIFO requiere tanto condiciones físicas visibles como criterios homogéneos de actuación. En la operación estudiada, la falta de identificación en racks, zonas de alto movimiento y áreas de bajo movimiento generaba incertidumbre en la localización del material y favorecía decisiones rápidas, pero incorrectas, durante picos de trabajo.



Figura 2. Distribución porcentual de causas de omisión FIFO

Nota. Elaboración de los autores con base en la tabla 2.

Una contribución relevante fue la formalización del seguimiento mediante un formato digital diario y semanal. Antes de su implementación, los errores se conocían de forma general, pero no existía un instrumento sistemático para clasificar tendencias por usuario, día, tipo de error, número de parte, lote o ubicación. Con la nueva herramienta fue posible separar eventos de consumo y emparejamiento, detectar reincidencias y priorizar acciones correctivas con evidencia verificable.

La capacitación operativa se orientó a estandarizar las acciones ante alertas emitidas por SOLAR Móvil 2.0, así como el uso correcto de lotes, etiquetas y ubicaciones. Parte de las omisiones no provenía de resistencia al procedimiento, sino de criterios heterogéneos para resolver incidencias en tiempo real. Al reforzar la instrucción de trabajo y registrar asistencia por turno, se redujo la ambigüedad y se favoreció la transferencia del aprendizaje a personal actual y de nuevo ingreso.

La señalización visual produjo mejoras directas en la localización del material y en la disciplina de acomodo. Las tarjetas de identificación elaboradas para zonas críticas integraron número de parte, ubicación y etiqueta maestra en un formato visible. Esta medida redujo la dependencia de la memoria individual, fortaleció la relación entre el sistema y el entorno físico e incentivó que el propio personal reportara localidades sin identificación o con información obsoleta.

Los inventarios cíclicos y la compactación reforzaron la confiabilidad entre sistema y físico. Durante las revisiones se identificaron materiales sin transferir a ubicación, diferencias de cantidad, lotes fuera de secuencia y espacios saturados. Como se muestra en la tabla 3, las variaciones fueron mayores al inicio del periodo revisado y disminuyeron conforme avanzaron la compactación, la señalización y el seguimiento semanal.

Tabla 3. Variación porcentual observada en inventarios cíclicos

Área revisada	Semana	Variación
Resinas y bajo movimiento	W18	40%
Alto movimiento	W19	38%
Racks	W20	30%
Bajo movimiento	W21	45%
Inventario mensual	W22	45%
Racks	W23	30%
Cartón	W24	35%
Racks	W25	20%
Racks	W26	20%
Inventario mensual	W27	15%
Resinas	W28	15%

Nota. Elaboración de los autores con base en registros de auditorías e inventarios cíclicos.

La tendencia de la figura 3 evidencia una reducción progresiva de diferencias físico-sistema en las últimas semanas del seguimiento. Aunque las cifras corresponden a áreas distintas del almacén, el patrón sugiere mayor exactitud de inventario y mejor control de ubicaciones, especialmente después de la instalación de señalización y la depuración de materiales en reacomodo.



Figura 3. Tendencia de variación en inventarios cíclicos

Nota. Elaboración de los autores con base en la tabla 3.

La disminución de diferencias tuvo implicaciones prácticas. En primer lugar, permitió localizar material que aparecía en reacomodo o sin ubicación formal. En segundo lugar, mejoró la disponibilidad de espacio en un almacén con alta ocupación física. En tercero, favoreció la preparación del inventario mensual, al llegar con menos desviaciones acumuladas y con mayor certeza sobre la localización de los materiales.

El efecto agregado de la intervención se observa en la comparación antes-después del indicador central. En la etapa previa se registraron 517 omisiones FIFO entre las semanas 15 y 22, con un promedio semanal de 64.6 eventos. En la etapa posterior, correspondiente a las semanas 23 a 30, el total descendió a 265 omisiones y el promedio semanal se redujo a 33.1 eventos, equivalente a una disminución de 48.7%.

Tabla 4. Comparación del desempeño antes y después de la intervención

Etapas	Semanas	Total de omisiones	Promedio semanal	Cambio
Antes de la intervención	15-22	517	64.6	—

Después de la intervención	23-30	265	33.1	-48.7%
----------------------------	-------	-----	------	--------

Nota. Elaboración de los autores con base en reportes semanales SOLAR y SOLAR Móvil 2.0.

Estos resultados permiten afirmar que la mejora no dependió de una sola acción, sino de la integración de gestión visual, formación operativa, control documental y verificación periódica. El caso estudiado coincide con enfoques de mejora continua en los que intervenciones de bajo costo, sostenidas por datos, pueden generar efectos acumulativos sobre la calidad y la productividad (Burduk et al., 2025; Mascarell, 2023).

También se identificó una diferencia funcional entre errores de consumo y de emparejamiento. Los primeros se asociaron con la presión del abastecimiento a líneas de producción y con la necesidad de surtir materiales de alta rotación; los segundos se relacionaron con preparación de embarques, disponibilidad del lote correcto y casos extraordinarios autorizados para cumplir una salida. Esta distinción permitió orientar las acciones correctivas tanto al flujo interno como al flujo de cliente.

Como limitación, la intervención se desarrolló en una sola planta, sin grupo de control y en un contexto con variaciones de carga de trabajo, saturación de espacio y cambios administrativos. Sin embargo, la consistencia de la tendencia descendente, la mejora en inventarios cíclicos y la evidencia documental generada sugieren que la estrategia fue pertinente y replicable en almacenes con problemas similares de trazabilidad.

CONCLUSIONES

La principal causa de omisión al método FIFO fue la deficiencia en la señalización física del material, seguida por la falta de capacitación operativa. Este hallazgo confirma que el control de inventarios depende de la interacción entre sistema, personal, layout y estándares visibles de trabajo.

La creación de una herramienta estandarizada de seguimiento transformó un problema operativo difuso en un indicador medible. Gracias a ello fue posible clasificar eventos, identificar reincidencias, priorizar acciones correctivas y sostener la comunicación con supervisión y gerencia mediante datos verificables.

La combinación de capacitación, actualización documental, tarjetas de identificación e inventarios cíclicos redujo el promedio semanal de errores de 64.6 a 33.1 eventos. Esta disminución de 48.7% muestra que la intervención tuvo un efecto operativo relevante sobre la trazabilidad y la alineación entre inventario físico y sistema.

Como aportación aplicada, el estudio propone una ruta de intervención para almacenes automotrices: medir el problema, explicar sus causas, traducir la información al entorno físico, capacitar para la respuesta correcta y auditar para sostener el estándar. Se recomienda mantener el indicador semanal, incorporar la lección aprendida a la inducción del personal de nuevo ingreso y revisar periódicamente señalización, layouts y ubicaciones críticas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Burduk, A., Xavier, M. A., Machado, J., Butdee, S., Krot, K., Srikhumsuk, P., & Lapczynska, D. (2025). Intelligent systems in production engineering and maintenance IV: Volume 1: Mechanical engineering. Springer Nature.
- Cadre Technologies. (2025, 4 de febrero). FIFO: First in first out inventory management explained. Cadre Technologies.
- Fernández, A. C. (2018). Gestión de inventarios. COML0210. IC Editorial.
- International Automotive Task Force. (s. f.). About IATF 16949:2016. <https://www.iatfglobaloversight.org/iatf-169492016/about/>
- Laza, C. A. (2022). Gestión de pedidos y stocks. UF0929. Tutor Formación.
- Mascarell, J. M. A. (2023). Técnicas de almacén. Editex.
- Mora, L. A. (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Ecoe Ediciones.
- Pau i Cos, J., & Navascués y Gasca, R. (2001). Manual de logística integral. Díaz de Santos.
- Slimstock. (2025, 8 de julio). What is the FIFO method (First In, First Out)? <https://www.slimstock.com/blog/fifo-first-in-first-out/>

FITNESS PROGRESS COMO MODELO DE NEGOCIO EDUCATIVO PARA FORTALECER HÁBITOS SALUDABLES EN SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR

Juan Carlos Hernández Valenzuela

Juan.hv@mulege.tecnm.mx

Antonio Meza Arellano

Antonio.ma@mulege.tecnm.mx

Jorge Carlos Calleros Gastelum

jorge.cg@mulege.tecnm.mx

Jesús Daniel Iza Lucero¹

L211061183@mulege.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Mulegé

RESUMEN

El presente artículo expone los principales hallazgos del estudio de mercado titulado Fitness Progress como oportunidad de negocio educativo para promover hábitos saludables en Santa Rosalía, Baja California Sur, cuyo objetivo fue identificar los gustos, hábitos y preferencias del consumidor local para desarrollar un producto energético saludable con enfoque educativo. La propuesta se basa en la elaboración de barras energéticas a partir de ingredientes regionales como el dátil y el cacahuete, aprovechando sus propiedades nutricionales y disponibilidad en la zona. La investigación se desarrolló bajo una metodología mixta mediante la aplicación de encuestas y observación directa. La muestra estuvo conformada por 95 personas seleccionadas mediante muestreo probabilístico. Los resultados muestran una aceptación favorable hacia productos saludables e innovadores, destacando la importancia del sabor, textura y beneficios nutricionales. Los hallazgos evidencian una oportunidad de

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Mulegé

mercado para Fitness Progress como alternativa alimenticia saludable y promotora de hábitos adecuados en la comunidad.

PALABRAS CLAVE: Barra energética, Cacahuete, Consumo saludable, Dátil, Mercado local.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el consumo de alimentos saludables ha adquirido mayor relevancia debido a la búsqueda de alternativas nutricionales que contribuyan al bienestar y mejoren los hábitos alimenticios de la población. Los productos energéticos elaborados con ingredientes naturales representan una oportunidad para desarrollar propuestas innovadoras con valor nutricional. Santa Rosalía, Baja California Sur, cuenta con recursos naturales como el dátil y el cacahuete, ingredientes con propiedades nutricionales que pueden aprovecharse para la elaboración de productos saludables. A partir de estos insumos surge Fitness Progress, una propuesta de negocio educativo basada en el desarrollo de barras energéticas, orientada a fomentar hábitos saludables en la comunidad. Sin embargo, la falta de información sobre las preferencias y comportamientos de consumo de la población local representa una limitante para determinar la aceptación del producto y establecer estrategias adecuadas de mercado. Por ello, la investigación tiene como objetivo analizar la aceptación de Fitness Progress mediante un estudio de mercado que permita identificar las características del consumidor y fortalecer el diseño, distribución y posicionamiento del producto. La hipótesis plantea que una barra energética elaborada con dátil y cacahuete puede representar una alternativa viable para promover hábitos saludables y generar una oportunidad de emprendimiento local. El desarrollo de alimentos funcionales ha cobrado importancia debido a la incorporación de ingredientes naturales con beneficios nutricionales. Estos productos permiten responder a las nuevas tendencias de consumo mediante alimentos con mayor valor agregado (Lau et al., 2021). Las barras energéticas representan una alternativa práctica por la posibilidad de combinar frutas, semillas y frutos secos para mejorar sus características nutricionales (Araujo et al., 2021). El dátil destaca por su contenido de fibra, minerales y compuestos bioactivos, mientras que el cacahuete aporta proteínas y grasas saludables, favoreciendo su uso en productos alimenticios innovadores (Arya et al., 2022). Fitness Progress se fundamenta en el aprovechamiento de recursos naturales de la región y en el análisis del consumidor para valorar su viabilidad como negocio educativo orientado a promover hábitos saludables en Santa Rosalía, Baja California Sur.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Santa Rosalía, Baja California Sur, existe un alto potencial para el desarrollo de productos funcionales que promuevan hábitos alimenticios saludables mediante el aprovechamiento de ingredientes locales como el dátil y el cacahuate. Sin embargo, el producto Fitness Progress carecía de un estudio de mercado que permitiera identificar con precisión las necesidades, hábitos y preferencias del consumidor. Esta falta de información limitaba el diseño de un producto atractivo y competitivo, así como la definición de aspectos clave como el sabor, la textura, el empaque, el precio y los canales de distribución. Ante esta situación, fue necesario realizar una investigación de mercado que proporcionara información relevante para validar y mejorar el prototipo, fortaleciendo su viabilidad como oportunidad de negocio educativo en la comunidad.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo, ya que permite medir variables y analizar datos numéricos mediante procedimientos estadísticos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2023). La técnica utilizada fue la encuesta estructurada, la cual es una de las principales herramientas para la recolección de datos en estudios cuantitativos (Díaz-Domínguez, 2023). Se aplicaron 95 encuestas a personas mayores de edad residentes en Santa Rosalía, Baja California Sur, seleccionadas mediante muestreo aleatorio simple, donde todos los individuos tuvieron la misma probabilidad de ser elegidos (Álvarez et al., 2021).

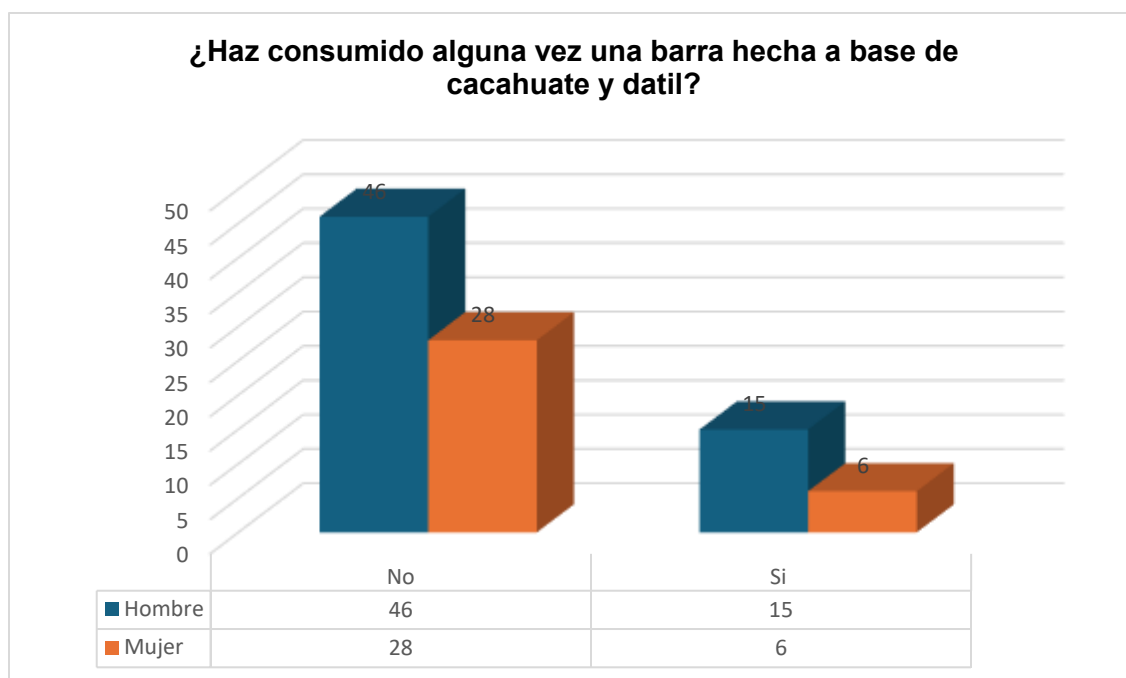
El tamaño de la muestra se determinó a partir de una población de 14,357 habitantes, utilizando la fórmula estadística propuesta por (Suárez y Tapia 2012), con un nivel de confianza del 95%, una desviación estándar de 0.5 y un margen de error del 10%.

El instrumento permitió recopilar información sobre hábitos de consumo, percepción del producto y aceptación de ingredientes como el dátil y el cacahuate. Los datos recolectados fueron organizados y analizados mediante estadística descriptiva, utilizando porcentajes, gráficos de barras y comparación de frecuencias, con el fin de identificar tendencias y patrones de consumo relevantes (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2023). Este proceso de análisis permitió interpretar el comportamiento del consumidor y sustentar la viabilidad de Fitness Progress como propuesta de producto saludable.

RESULTADOS

Fitness Progress como producto

Conocer si el consumidor ha tenido experiencia previa con productos similares es fundamental para evaluar la familiaridad y disposición hacia nuevas propuestas, especialmente en las etapas iniciales de desarrollo. Estudios recientes señalan que las decisiones alimentarias están influenciadas por la experiencia previa, los hábitos de consumo y la exposición a productos saludables, lo que incrementa la probabilidad de aceptación hacia nuevos alimentos funcionales (Dohle et al., 2020; Steptoe et al., 2022) Los consumidores que han probado ingredientes como el dátil y el cacahuate presentan una mayor disposición a aceptar productos innovadores como Fitness Progress. Esta información permite diseñar estrategias de introducción, degustación y educación alimentaria más efectivas para mejorar su aceptación en el mercado.



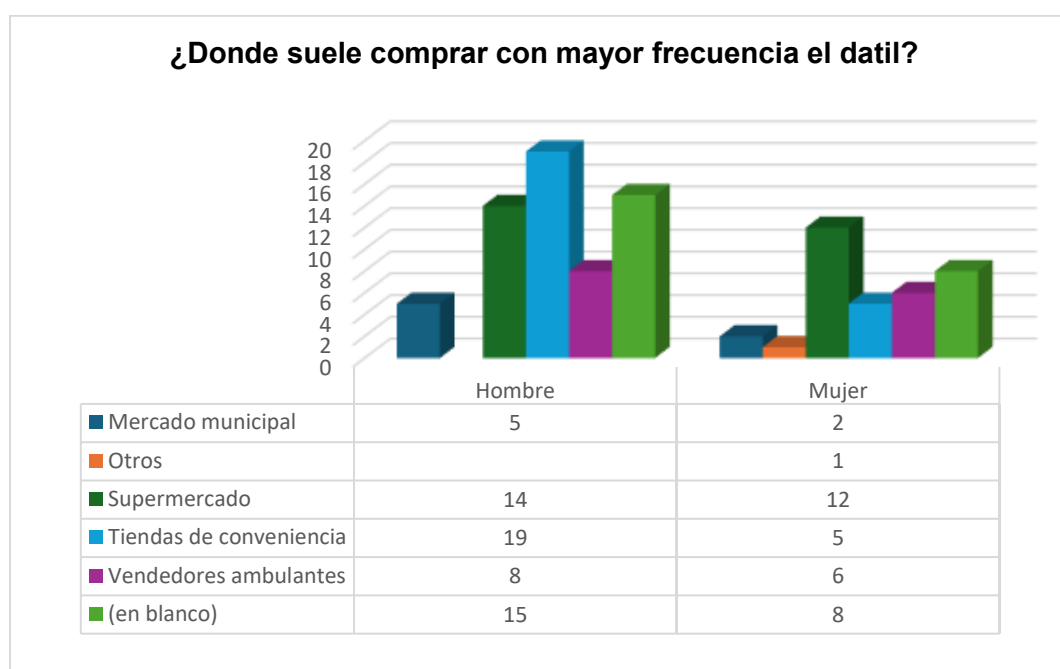
Grafica 1.-Consumo de producto; fuente de elaboración propia.

En la gráfica 1, la mayoría de los encuestados no ha probado una barra energética con cacahuate y dátil, lo que indica una baja familiaridad con este tipo de producto. Aunque esto puede dificultar su aceptación inicial, también representa una oportunidad para posicionar a **Fitness Progress** como una opción innovadora y saludable. Este escenario resalta la necesidad de estrategias de promoción como

degustaciones y campañas informativas que eduquen al consumidor y fomenten experiencias positivas que impulsen su adopción.

Plaza donde se puede ofertar la barra

La elección del punto de venta influye directamente en la accesibilidad, visibilidad y demanda del producto, por lo que debe responder a los hábitos de consumo del público objetivo. De acuerdo con (Haridasan et al. 2021), la accesibilidad y conveniencia de los canales de distribución influyen significativamente en la decisión de compra del consumidor, ya que estos tienden a preferir puntos de venta que faciliten el acceso, la información y la experiencia de compra. Ubicar Fitness Progress en la plaza principal representa una estrategia adecuada, ya que permite el contacto directo con el cliente, facilita las degustaciones y mejora la experiencia de compra, alineándose con el comportamiento del consumidor y la percepción de valor del producto.



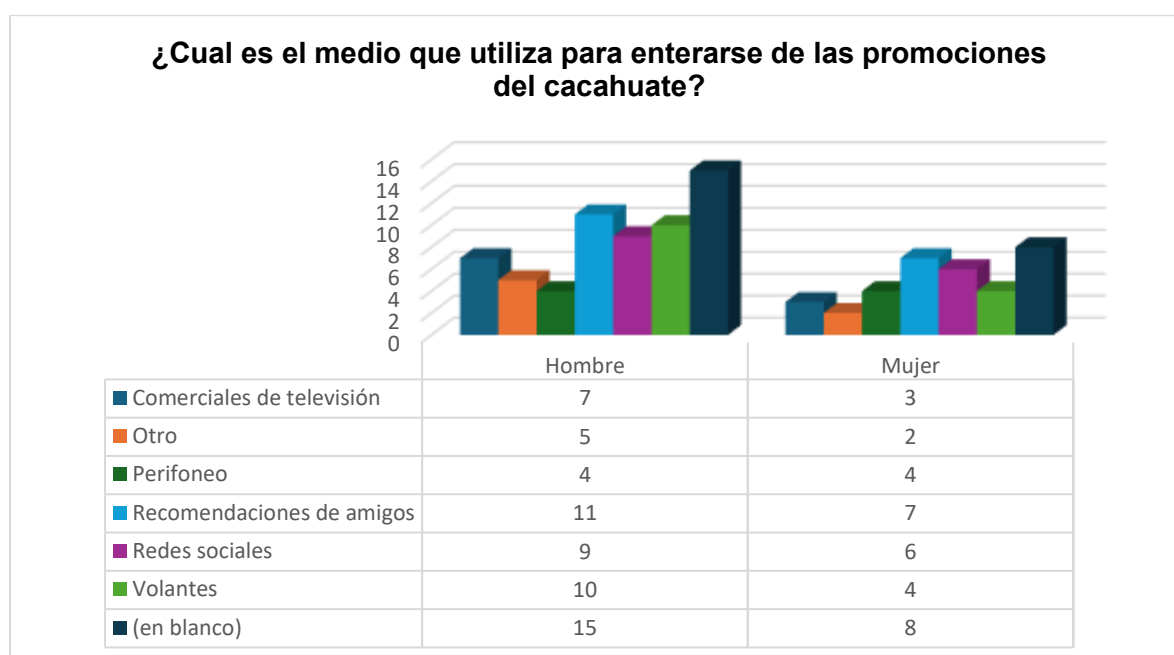
Grafica 2.- Plaza de venta del dátil; fuente de elaboración propia.

En la gráfica 2, se observan datos clave sobre los lugares donde los consumidores compran dátil, información útil para definir la distribución de **Fitness Progress**. Los hombres compran principalmente en tiendas de conveniencia (19), supermercados (14) y con vendedores ambulantes (8); las mujeres lo hacen en supermercados (12) y con vendedores ambulantes (6). Esto indica que supermercados y tiendas de conveniencia son los puntos ideales para ofertar el producto, complementados con ventas móviles en espacios públicos como plazas o ferias. Así, se propone una estrategia combinada que

aproveche tanto canales formales como espacios de alta afluencia para alcanzar a consumidores familiarizados con el dátil.

Promoción del producto

La promoción es clave para comunicar el valor del producto y generar interés en el consumidor, más allá de solo informar. Para lograrlo, es necesario identificar los canales de comunicación más utilizados por el público objetivo. De acuerdo con (Ladhari et al. 2020), la efectividad de las estrategias de comunicación y promoción influye significativamente en la intención de compra, especialmente cuando los mensajes se alinean con los hábitos y preferencias del consumidor. En el caso de Fitness Progress, conocer los medios que utiliza la comunidad para informarse sobre productos saludables como el cacahuete es fundamental para diseñar campañas promocionales más efectivas y con mayor alcance.

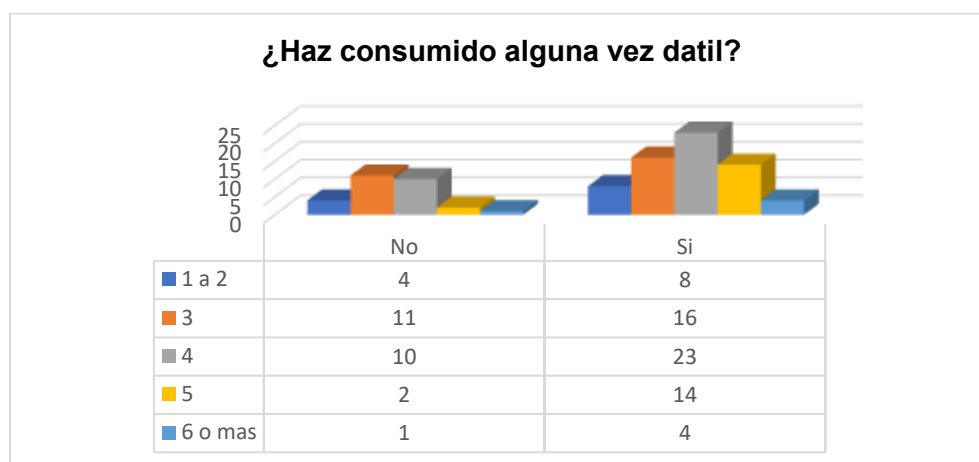


Grafica 3.- Análisis de promoción del cacahuete; fuente de elaboración propia.

La gráfica 3, denota que los encuestados suelen informarse sobre promociones del cacahuete a través de recomendaciones de amigos, redes sociales y volantes, con ligeras diferencias entre hombres y mujeres. Estos datos reflejan una preferencia por canales cercanos y accesibles, como el boca a boca y medios digitales. Aunque la diversidad de canales puede dificultar una difusión uniforme, también representa una oportunidad para promover Fitness Progress mediante estrategias económicas y efectivas como redes sociales, volanteo y recomendaciones personales.

Segmentación del mercado

La segmentación del mercado permite adaptar la oferta a las características y necesidades de distintos grupos de consumidores, facilitando el diseño de estrategias más precisas y efectivas. De acuerdo con (Kondo y Okubo 2022), la segmentación basada en el comportamiento del consumidor en entornos multicanal permite identificar diferencias significativas en los patrones de compra, lo que contribuye a una mejor comprensión del mercado y a la toma de decisiones estratégicas más eficientes. En el caso de Fitness Progress, este enfoque permite diseñar estrategias promocionales más adecuadas según el perfil del consumidor, optimizando la aceptación del producto.



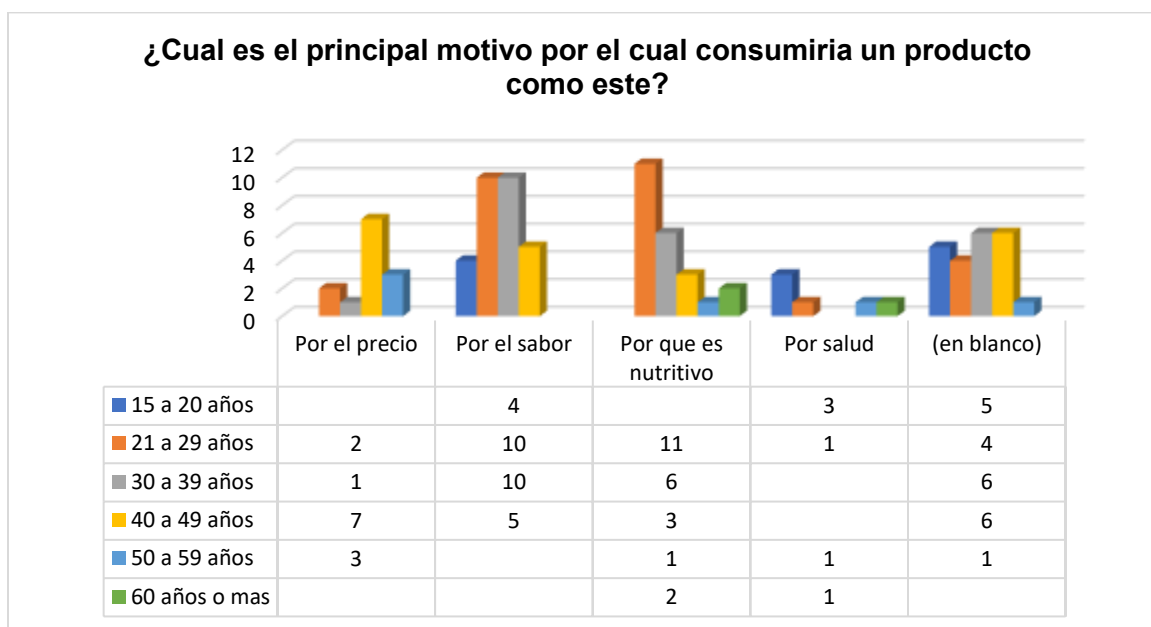
Grafica 4.- Análisis de segmentación de mercado del dátil; fuente de elaboración propia.

La gráfica 4, se observa que el consumo de dátil es mayor en hogares de 3 a 5 integrantes, especialmente en los de 4 personas, lo que posiciona a los hogares medianos como el principal segmento consumidor. Este patrón representa una oportunidad para enfocar la promoción de Fitness Progress en estos grupos, resaltando su valor nutritivo y practicidad para el consumo familiar. Aunque en hogares pequeños el consumo es menor, los hogares numerosos también muestran apertura hacia el producto, sugiriendo que pueden ser núcleos de influencia alimentaria clave para su adopción.

¿Por qué razón consumir la barra energética?

Conocer las razones que motivan al consumidor a elegir un producto permite adaptar eficazmente la propuesta de valor y el mensaje publicitario. En el caso de productos como las barras energéticas, estas motivaciones varían según la edad, ya que cada grupo etario prioriza aspectos distintos como la salud, el sabor, el precio o el rendimiento. De acuerdo con (Fanzo et al. 2021), las decisiones alimentarias están influenciadas por factores como la salud percibida, el placer sensorial y las preocupaciones nutricionales, los cuales cambian según la etapa de vida del consumidor. En el caso

de Fitness Progress, identificar estos motivos por grupo de edad permite personalizar la comunicación y resaltar los atributos más relevantes para cada perfil de consumidor.



Grafica 5.- Razón consumir la barra energética; fuente de elaboración propia.

En La gráfica 5, se puede identificar que las principales razones para consumir Fitness Progress varían según la edad. Entre los jóvenes de 21 a 39 años predominan las motivaciones “porque es nutritivo” y “por el sabor”, lo que refleja una alta valoración del contenido funcional y sensorial del producto. En contraste, en el grupo de 40 a 49 años, el precio fue la razón más mencionada, lo que indica una mayor sensibilidad al costo. Estos resultados evidencian la importancia de diseñar campañas promocionales diferenciadas por edad, destacando la nutrición y el sabor para jóvenes y adultos activos, y la accesibilidad económica para grupos mayores. Esta segmentación permitirá una conexión más efectiva con cada tipo de consumidor.

DISCUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que *Fitness Progress* representa una oportunidad de negocio educativo para promover hábitos saludables en Santa Rosalía, Baja California Sur. El 68% de los encuestados manifestó no haber consumido previamente barras energéticas elaboradas a base de cacahuate y dátil, lo que refleja una baja familiaridad con este tipo de productos en el mercado local. No obstante, el 82% expresó interés en consumirlos siempre que ofrezcan un sabor agradable y beneficios para la salud, lo cual refuerza su potencial como alternativa alimenticia saludable. En relación

con la percepción sensorial del producto, el 74% calificó el sabor como “bueno” o “muy bueno”, mientras que el 66% consideró adecuada la textura y el 70% señaló que el tamaño de la porción era suficiente. Sin embargo, el 32% indicó que el empaque requiere mejoras en términos de atractivo visual y funcionalidad, aspecto clave para fortalecer su aceptación y valor educativo. Respecto al precio, el 58% de los participantes señaló estar dispuesto a pagar entre \$25 y \$35 pesos por una barra de 50 g, estableciendo un rango competitivo. En cuanto a los canales de distribución, el 60% prefirió tiendas de conveniencia, seguido de supermercados (25%) y otros puntos de venta como farmacias o tiendas naturistas. Estos resultados confirman la existencia de un mercado potencial para *Fitness Progress*, particularmente entre jóvenes y adultos interesados en mejorar su alimentación y adoptar hábitos saludables.

PROPUESTA

Con base en los hallazgos del estudio, se propone optimizar el producto *Fitness Progress* como oportunidad de negocio educativo para promover hábitos saludables en Santa Rosalía, Baja California Sur, mediante la implementación de las siguientes acciones estratégicas. En primer lugar, se sugiere mejorar el diseño del empaque, priorizando un formato más llamativo, ecológico y funcional que facilite su transporte y consumo. Asimismo, se plantea el desarrollo de dos variantes del producto: una formulación con ingredientes adicionales de alto valor nutricional, como amaranto o chía, y otra versión libre de azúcar añadida, orientada a consumidores con necesidades específicas. De igual forma, se recomienda iniciar la distribución en puntos de venta locales como tiendas de abarrotes, farmacias y gimnasios, con el fin de fortalecer su presencia en el mercado. Adicionalmente, se propone la implementación de estrategias de degustación en escuelas, eventos deportivos y ferias de salud, como un medio para promover el producto y fomentar la educación alimentaria. Finalmente, se sugiere diseñar campañas en redes sociales que destaquen los beneficios nutricionales del producto y refuercen su valor como alternativa saludable.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar pruebas piloto con distintos sabores y texturas para ampliar la oferta del producto y mejorar su aceptación. Asimismo, resulta pertinente establecer alianzas con productores locales de dátil y cacahuete, lo que permitiría garantizar la calidad de los insumos y reducir costos de producción. También se sugiere evaluar la certificación del producto como saludable ante COFEPRIS, con el fin de fortalecer la confianza del consumidor. Se recomienda dar continuidad a estudios de

seguimiento que permitan medir el nivel de aceptación y posicionamiento del producto a mediano y largo plazo.

CONCLUSIÓN

El estudio de mercado realizado confirma que Fitness Progress constituye una oportunidad de negocio educativo para promover hábitos saludables en Santa Rosalía, Baja California Sur, al responder a las necesidades y expectativas del consumidor local respecto a barras energéticas elaboradas con ingredientes regionales como el dátil y el cacahuete. Si bien los resultados evidencian una baja familiaridad inicial con este tipo de productos, la mayoría de los participantes manifestó una disposición positiva a consumirlos, siempre que se garantice un sabor agradable, una presentación adecuada y beneficios nutricionales claros. La propuesta se perfila como una alternativa saludable, accesible y funcional, alineada con las tendencias actuales de consumo y con el interés creciente por mejorar la alimentación. Asimismo, el aprovechamiento de insumos locales favorece el desarrollo económico regional y fortalece la identidad del producto dentro del mercado. Fitness Progress presenta un alto potencial de viabilidad y posicionamiento como snack saludable en Santa Rosalía, al tiempo que contribuye a la educación alimentaria y a la adopción de hábitos de vida más saludables en la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., Guzmán, E., & López, J. (2021). Elementos para elaborar un proyecto de investigación. Ediciones La Biblioteca.
- Araujo, N. M. P., Arruda, H. S., Marques, D. R. P., Oliveira, W. Q., Pereira, G. A., & Pastore, G. M. (2021). Functional and nutritional properties of selected Amazon fruits: A review. *Food Research International*, 147, 110520. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110520>
- Arya, S. S., Salve, A. R., & Chauhan, S. (2022). Functional components of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) and health benefits: A review. *Future Foods*, 5, 100140. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100140>
- Díaz-Domínguez, A. (2023). Métodos de recolección y precisión de encuestas. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, 35. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484911e.2023.35.85554>
- Dohle, S., Rall, M., & Siegrist, M. (2020). Habitual food choices and consumer behavior in healthy eating contexts. *Appetite*, 150, 104642. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104642>

- Fanzo, J., Bellows, A. L., Spiker, M. L., Thorne-Lyman, A. L., & Bloem, M. W. (2021). The importance of food systems and the environment for nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 113(5), 1080–1087. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa337>
- Haridasan, A. C., Fernando, A. G., & Balakrishnan, S. (2021). Investigation of consumers' cross-channel switching intentions: A push–pull–mooring approach. *Journal of Consumer Behaviour*, 20(5), 1092–1112. <https://doi.org/10.1002/cb.1918>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Kondo, F. N., & Okubo, T. (2022). Understanding multi-channel consumer behavior: A comparison between segmentations of multi-channel purchases by product category and overall products. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 64, 102792. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102792>
- Ladhari, R., Massa, E., & Skandrani, H. (2020). YouTube vloggers' popularity and influence: The roles of homophily, emotional attachment, and expertise. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 54, 102027. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.102027>
- Lau, K. Q., Sabran, M. R., & Shafie, S. R. (2021). Utilization of vegetable and fruit by-products as functional ingredient and food. *Frontiers in Nutrition*, 8, 661693. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.661693>
- Steptoe, A., Pollard, T. M., & Wardle, J. (2022). Development of a measure of the motives underlying the selection of food: The Food Choice Questionnaire. *Public Health Nutrition*, 25(3), 1–10.
- Suárez Ibujés, M. O., & Tapia Zambrano, F. A. (2012). *Interaprendizaje de estadística básica*. Universidad Técnica del Norte.

LA VISIÓN ARTIFICIAL EN LA AGRICULTURA: AVANCES EN EL MONITOREO Y AUTOMATIZACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Luis Ramón Sánchez Rico

luis.sr@roque.tecnm.mx

Carolina Cárdenas Cabrera

carolina.cc@roque.tecnm.mx

Blanca Cecilia López Ramírez

blanca.lr@roque.tecnm.mx

Álvaro Martínez Márquez¹

l22980658@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

La visión artificial se ha consolidado como una tecnología habilitadora para la agricultura de precisión. Este artículo de revisión analiza los avances recientes en el monitoreo y automatización de cultivos mediante sistemas de visión por computadora, aprendizaje profundo y vehículos aéreos no tripulados. Se examinan aplicaciones clave: detección de enfermedades vegetales, clasificación de malezas, estimación de rendimiento, fenotipaje de plantas y automatización de maquinaria agrícola. Los resultados indican que las redes neuronales convolucionales y los transformers visuales alcanzan precisiones superiores al 90% en condiciones controladas, aunque su rendimiento disminuye en entornos reales no estandarizados. Se identifican limitaciones importantes: escasez de conjuntos de datos etiquetados diversos, alta demanda computacional para

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

implementación en campo y falta de métricas unificadas entre estudios. La discusión señala que la integración de visión artificial con plataformas robóticas y drones ya es técnicamente viable, pero su adopción masiva requiere reducir costos y validar modelos en múltiples cultivos y regiones geográficas. Se concluye que la visión artificial representa un pilar fundamental para la transformación digital del sector agroalimentario, aunque se necesitan mayores esfuerzos en estandarización, bases de datos abiertas y desarrollo de hardware de bajo costo para facilitar su transferencia tecnológica a productores de pequeña y mediana escala.

Palabras clave: *deeplearning, drones, cultivos, fenotipado, PDI.*

INTRODUCCIÓN

El sector agroalimentario enfrenta el desafío de aumentar la productividad para satisfacer la demanda global de alimentos, al tiempo que reduce el uso de insumos químicos y minimiza su impacto ambiental. Los métodos tradicionales de monitoreo de cultivos son intensivos en mano de obra, subjetivos y poco escalables.

La visión artificial permite automatizar la detección de anomalías en plantas, estimar rendimientos y optimizar la aplicación de fertilizantes y plaguicidas mediante análisis de imágenes obtenidas por drones, satélites o robots terrestres (Ghazal et al., 2024).

Los sistemas de visión artificial en agricultura combinan sensores (RGB, multiespectrales, térmicos) con algoritmos de aprendizaje profundo, principalmente redes neuronales convolucionales (CNN) y, más recientemente, transformers visuales (ViT). Estos modelos aprenden jerarquías de características visuales a partir de grandes conjuntos de datos etiquetados.

El aprendizaje profundo ha revolucionado la identificación de patrones visuales en comparación con métodos tradicionales de procesamiento de imágenes (Sharma et al., 2021; Dhanya et al., 2022). Las CNN son capaces de extraer características multiescala y mantener invariancia a traslaciones, lo que las hace ideales para tareas agrícolas donde la variabilidad espacial es alta (Lei et al., 2024). Los Vision Transformers (ViT) han mostrado un rendimiento superior en tareas complejas como la detección temprana de enfermedades, especialmente cuando los conjuntos de datos etiquetados son limitados (Parez et al., 2023; Mehdipour et al., 2025). A diferencia de las CNN, los ViT utilizan mecanismos de atención global que permiten capturar relaciones contextuales entre regiones distantes de una imagen, lo que resulta ventajoso para identificar síntomas tempranos en cultivos (Upadhyay et al., 2025).

La integración de visión artificial con vehículos aéreos no tripulados ha permitido escalar el monitoreo a nivel de parcela y región, reduciendo significativamente los tiempos de inspección (Bouguettaya et al., 2022; Padhiary et al., 2024). Asimismo, la combinación de imágenes multiespectrales y modelos de segmentación semántica ha mejorado la estimación de biomasa, contenido de clorofila y detección de estrés hídrico (Maraveas, 2024).

No obstante, persisten desafíos relacionados con la generalización de modelos entre diferentes cultivos y condiciones ambientales, así como la escasez de conjuntos de datos etiquetados que representen la variabilidad fenológica y geográfica real (Khatri & Shinde, 2021; Wang & Kang, 2025).

Objetivos: Revisar sistemáticamente las aplicaciones de visión artificial en monitoreo y automatización agrícola, identificar las técnicas más efectivas y sus limitaciones y proponer direcciones futuras para la investigación y transferencia tecnológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica publicada entre 2022 y 2025. Las bases de datos consultadas fueron Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect y SpringerLink. Los términos de búsqueda incluyeron: *computer vision*, *deep learning*, *precision agriculture*, *crop monitoring*, *UAV*, *disease detection*, *weed classification* y *yield prediction*.

Criterios de inclusión:

- Artículos arbitrados en inglés o español.
- Aplicación directa de visión artificial en agricultura.
- Reporte de métricas cuantitativas (precisión, sensibilidad, exactitud).
- Disponibilidad de texto completo.

Criterios de exclusión:

- Estudios sin validación experimental.
- Trabajos enfocados únicamente en política pública o aspectos sociales.
- Artículos con antigüedad mayor a 5 años (salvo referencias fundacionales mínimas).

Se analizaron 18 artículos que cumplieron los criterios, clasificándolos por aplicación: detección de enfermedades, clasificación de malezas, estimación de rendimiento, fenotipaje y automatización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Detección de enfermedades vegetales

Los modelos basados en CNN alcanzan precisiones del 92% al 98% en conjuntos de datos controlados como PlantVillage. Sin embargo, Bouguettaya et al. (2022) reportan que la precisión desciende al 75-80% en imágenes tomadas directamente en campo debido a variaciones de iluminación, fondo complejo y diferentes ángulos de captura.

Upadhyay et al. (2025) compararon 15 arquitecturas CNN y encontraron que EfficientNet y ResNet-50 ofrecen el mejor equilibrio entre precisión y costo computacional. Los Vision Transformers (ViT) superan a las CNN en escenarios con pocos datos etiquetados gracias a su mecanismo de atención global (Mehdipour et al., 2025; Parez et al., 2023).

Clasificación de malezas

Punithavathi et al. (2022) desarrollaron un modelo YOLOv5 para detección en tiempo real de malezas en cultivos de maíz, logrando una precisión promedio de 94.3%. No obstante, Dhanya et al. (2022) señalan que la similitud morfológica entre malezas jóvenes y plántulas de cultivo sigue siendo un problema abierto.

Las estrategias de segmentación semántica (U-Net, DeepLab) han demostrado mayor robustez que la detección por bounding boxes en escenarios de alta densidad de malezas (Lei et al., 2024).

Estimación de rendimiento y fenotipaje

Darwin et al. (2021) revisaron modelos para conteo de flores y frutos, reportando errores relativos menores al 5% en cultivos como manzano y fresa. La combinación de imágenes RGB y multiespectrales mejora la estimación de biomasa y contenido de clorofila (Maraveas, 2024).

El fenotipaje de alto rendimiento mediante drones ha sido validado en cereales, soya y hortalizas, permitiendo evaluar cientos de parcelas por hora (Ghazal et al., 2024; Padhiary et al., 2024).

Automatización de maquinaria agrícola

La visión artificial se integra cada vez más en tractores autónomos, robots de deshierbe y pulverizadores de precisión. Shin et al. (2022) describen sistemas que aplican herbicida solo en áreas con maleza detectada, reduciendo el uso de químicos hasta en un 85%.

Wang y Kang (2025) proponen una arquitectura de gestión de finca completa que combina imágenes satelitales, de drone y terrestres para tomar decisiones en tiempo real sobre riego, fertilización y cosecha.

Limitaciones y brechas identificadas

- **Disponibilidad de datos:** Aunque existen conjuntos públicos (Lu & Young, 2020, citado en estudios posteriores), la mayoría está desbalanceada y no representa la variabilidad fenológica ni geográfica real (Khatrri & Shinde, 2021; Sharma et al., 2021).
- **Generalización:** Los modelos entrenados en una región o variedad de cultivo fallan al aplicarse en otras condiciones, lo que exige reentrenamiento costoso.
- **Computación en el borde:** Los ViT y modelos grandes requieren GPUs de alta potencia, poco viables para dispositivos móviles o drones de bajo costo (Mehdipour et al., 2025).
- **Falta de estandarización:** No existe una métrica única aceptada para comparar modelos entre estudios, lo que dificulta la meta-revisión y el avance acumulativo.

CONCLUSIONES

La visión artificial ha demostrado ser una tecnología madura y efectiva para el monitoreo y automatización en agricultura, consolidándose como un pilar de la agricultura de precisión. Los principales avances se concentran en la detección de enfermedades, clasificación de malezas y fenotipaje mediante vehículos aéreos no tripulados, áreas donde los modelos basados en aprendizaje profundo superan consistentemente a los métodos tradicionales.

Los modelos basados en redes neuronales convolucionales alcanzan precisiones superiores al 90% en condiciones controladas, mientras que los Vision Transformers emergen como una alternativa prometedora cuando los datos etiquetados son escasos, gracias a su capacidad para capturar relaciones contextuales globales. No obstante, la brecha entre el rendimiento en laboratorio y en campo sigue siendo significativa debido a factores ambientales no controlados.

La integración de visión artificial con plataformas robóticas y drones ya es técnicamente viable y ha demostrado reducciones de hasta 85% en el uso de insumos químicos mediante aplicación localizada, lo que representa un impacto ambiental y económico considerable. La automatización de maquinaria agrícola basada en visión está en plena expansión y promete transformar la operación de fincas de mediana y gran escala.

Persisten desafíos críticos que deben abordarse para una adopción masiva: la escasez de conjuntos de datos diversos y representativos, la necesidad de modelos más eficientes computacionalmente para operar en dispositivos de borde, la falta de estandarización de métricas de evaluación y la validación en múltiples condiciones agroecológicas. Estos desafíos no son insuperables, pero requieren esfuerzos coordinados entre la academia, la industria y los productores.

Se recomienda enfáticamente el desarrollo de repositorios abiertos de imágenes agrícolas etiquetadas por región y cultivo, así como la creación de benchmarks estandarizados que permitan comparar modelos objetivamente. Asimismo, se sugiere impulsar programas de transferencia tecnológica que adapten estas soluciones a las necesidades de pequeños y medianos productores, quienes constituyen la mayoría de las unidades productivas en América Latina.

En definitiva, la visión artificial, impulsada por el aprendizaje profundo y la disponibilidad de plataformas aéreas y terrestres, está redefiniendo los límites de lo que es posible en la agricultura moderna. Su evolución continuará acelerándose en la próxima década, y su integración con otras tecnologías como el internet de las cosas, la robótica y la inteligencia artificial generativa abrirá nuevas fronteras para la producción sustentable de alimentos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bouguettaya, A., Zarzour, H., Kechida, A., & Taberkit, A. (2022). *A survey on deep learning-based identification of plant and crop diseases from UAV-based aerial images*. Cluster Computing, 26, 1297-1317. <https://doi.org/10.1007/s10586-022-03627-x>
- Darwin, B., Dharmaraj, P., Prince, S., Popescu, D., & Hemanth, D. (2021). *Recognition of bloom/yield in crop images using deep learning models for smart agriculture: A review*. Agronomy, 11(4), 646. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040646>
- Dhanya, V., Subeesh, A., Kushwaha, N., Vishwakarma, D., Kumar, N., Ritika, G., & Singh, A. (2022). *Deep learning based computer vision approaches for smart agricultural applications*. Artificial Intelligence in Agriculture, 6, 211-229. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.09.007>
- Ghazal, S., Munir, A., & Qureshi, W. (2024). *Computer vision in smart agriculture and precision farming: Techniques and applications*. Artificial Intelligence in Agriculture, 10, 45-67. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2024.06.004>
- Khatri, N., & Shinde, G. (2021). *Computer vision and image processing for precision agriculture*. En Cognitive Behavior and Human Computer Interaction Based on Machine Learning Algorithm (pp. 211-230). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119792109.ch11>

- Lei, L., Yang, Q., Yang, L., Shen, T., Wang, R., & Fu, C. (2024). Deep learning implementation of image segmentation in agricultural applications: A comprehensive review. *Artificial Intelligence Review*, 57, 147. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10775-6>
- Lu, Y., & Young, S. (2020). A survey of public datasets for computer vision tasks in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178, 105760. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105760>
- Maraveas, C. (2024). Image analysis artificial intelligence technologies for plant phenotyping: Current state of the art. *AgriEngineering*, 6(3), 193-215. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6030193>
- Mehdipour, S., Mirroshandel, S., & Tabatabaei, S. (2025). Vision transformers in precision agriculture: A comprehensive survey. *Intelligent Systems with Applications*, 29, 200617. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2025.200617>
- Padhiary, M., Saha, D., Kumar, R., Sethi, L., & Kumar, A. (2024). Enhancing precision agriculture: A comprehensive review of machine learning and AI vision applications in all-terrain vehicle for farm automation. *Smart Agricultural Technology*, 8, 100483. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100483>
- Parez, S., Dilshad, N., Alghamdi, N., Alanazi, T., & Lee, J. (2023). Visual intelligence in precision agriculture: Exploring plant disease detection via efficient vision transformers. *Sensors*, 23(15), 6949. <https://doi.org/10.3390/s23156949>
- Punithavathi, R., Rani, A., Sughashini, K., Kurangi, C., Nirmala, M., Ahmed, H., & Balamurugan, S. (2022). Computer vision and deep learning-enabled weed detection model for precision agriculture. *Computer Systems Science and Engineering*, 44(3), 2759-2774. <https://doi.org/10.32604/csse.2023.027647>
- Sharma, A., Jain, A., Gupta, P., & Chowdary, V. (2021). Machine learning applications for precision agriculture: A comprehensive review. *IEEE Access*, 9, 4843-4873. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3048415>
- Shin, J., Mahmud, M., Rehman, T., Ravichandran, P., Heung, B., & Chang, Y. (2022). Trends and prospect of machine vision technology for stresses and diseases detection in precision agriculture. *AgriEngineering*, 5(1), 1-21. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5010003>
- Upadhyay, A., Chandel, N., Singh, K., Chakraborty, S., Nandede, B., Kumar, M., Subeesh, A., Upendar, K., Salem, A., & Elbeltagi, A. (2025). Deep learning and computer vision in plant disease detection: A comprehensive review of techniques, models, and trends in precision agriculture. *Artificial Intelligence Review*, 58, 89. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-11100->

X

Wang, W., & Kang, Y. (2025). *A review of computer vision technologies in precision agriculture: From crop disease detection to farm management*. Theoretical and Natural Science, 25, 222-230.
<https://doi.org/10.54254/2753-8818/2025.ch22224>

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AGENDAMIENTO DE CITAS MÉDICAS PARA LA CRUZ ROJA MEXICANA DELEGACIÓN SAN PEDRO DE LAS COLONIAS.

Edna Carmen Aguilar Favela

edna.aguilar@tecsanpedro.edu.mx

Rubén Hernández Rodríguez

rhernandez@tecsanpedro.edu.mx

Pedro Antonio Leos Torres

pedro.leos.21isc@tecsanpedro.edu.mx

Tecnológico Nacional de México / ITS de San Pedro de las Colonias

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en una institución médica sin fines de lucro cuyo servicio tradicional de citas presentaba deficiencias críticas. El objetivo fue verificar cómo la implementación de un sistema remoto de citas podría solucionar estas carencias. Para evaluar las exigencias, se encuestó a n = 100 personas (pacientes y personal) mediante Google Forms. Los resultados revelaron que el 56.3% había tenido problemas con el método convencional, respaldando la necesidad de una actualización. La transición al sistema remoto mejoró significativamente el servicio y fue recibida con positividad por los usuarios. Esto demuestra que adoptar ventajas tecnológicas permite adaptarse a las crecientes demandas actuales, ofreciendo procesos de gestión médica más rápidos, sencillos y efectivos.

Palabras Claves: Actualización, Citas, Implementación, Médicas, Tecnológica.

INTRODUCCIÓN

Los servicios de atención médica desde su inicio se han caracterizado por la capacidad de atender a todo cliente que requiera de estos mismos, sirviendo a la ciudadanía con los adecuados elementos médicos dependiendo de la crisis presentada.

La velocidad en la que se debe trabajar los registros de citas y el servicio de atenciones crucial para atender casos de emergencias y salud en tiempo y forma. Sin embargo, la exigencia de estos mismos servicios ha ido en aumento debido al crecimiento dentro de la población, en consecuencia, la atención médica ha llegado a un punto en donde es posible que no pueda atender todo caso de emergencia a tiempo, arriesgando la vida de aquellos que podrían necesitar tanto la ayuda médica.

El problema a interés por estudiar tiene relación con los resultados de la implementación de un sistema tecnológico de atención de citas médicas, siendo un programa remoto con el fin de ayudar y satisfacer con el ritmo actual de la exigencia de servicios médicos.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), en México, el 70% de los pacientes prefieren agendar citas médicas a través de sistemas en línea debido a la conveniencia y rapidez que estos ofrecen. Además, un informe de la Secretaría de Salud señala que las clínicas que implementan sistemas electrónicos de gestión de citas reportan una reducción del 25% en los tiempos de espera y un aumento del 15% en la satisfacción del paciente.

De acuerdo con (Ortega, 2022), las aplicaciones informáticas han demostrado ser herramientas esenciales en la era postpandemia, extendiendo su utilidad más allá del ocio y el trabajo privado para agilizar servicios vitales como los de salud. Las instituciones deben garantizar que estas aplicaciones sean eficientes, seguras y fáciles de usar, abordando las preocupaciones de todos los usuarios para fomentar una mayor adopción de tecnologías digitales. La actualización constante de las plataformas digitales y el enfoque en la experiencia del usuario son claves para lograr un servicio digno y confiable, especialmente en el sector de la salud, donde la precisión y la seguridad son primordiales.

El trabajo de la adaptación de un sistema informático para la atención de citas en centros de salud de (Huallpa Huaman, E. Y., 2022) ha propuesto una solución para las deficiencias que presentan los centros de salud en base al manejo de citas médicas, las cuales afectan la calidad de la atención a pacientes, sobre todo al momento de ocasionar largas filas de espera en centros de salud. Los

resultados de este proyecto fueron evaluados como benéficos, apoyando al centro de salud al haber resultado en una mejor gestión sobre los tiempos de registro, la atención hacia los clientes y sus necesidades.

La actual necesidad de los avances tecnológicos en servicios de atención médica en la institución médica de San Pedro, Coahuila es una situación que causa un gran impacto tanto para los clientes como para quienes trabajan en estas instituciones. Se necesita reconocer las carencias a causa de la falta de evolución en conjunto a la tecnología, así como evaluar los resultados de estas implementaciones con el fin de dar una objeción sobre los avances tecnológicos y las ventajas que ofrecen a los servicios en la actualidad.

MÉTODO

El proyecto técnico de (Villacrés Paz, Javier Ricardo, 2022) diseñó e implementó un sistema de agendamiento de citas médicas y registro de historias clínicas, que automatizó los procesos de admisión y análisis estadístico, dejando atrás el registro manual que se venía utilizando desde que la clínica inició su atención. Aplicando una arquitectura de micro servicios, siguiendo la metodología SCRUM. Al verificarse el cumplimiento de la funcionalidad de la aplicación web mediante pruebas de usuario realizadas por trabajadores de la clínica, se determinó que la aplicación web fue amigable, intuitiva, fácil de usar y mejora los procesos de registro y agendamiento, demostrando que la implementación de sistemas tecnológicos mejoró la atención a los usuarios al adaptar estos servicios a las ventajas de la tecnología.

La problemática en la clínica “El Corazón de Jisus” documentada por (David Anthony Abad Yamasaki, 2023) demuestra la carencia en cuanto a la calidad del servicio de atención médica al no considerar los avances tecnológicos. Esto causa una gran insatisfacción al momento de seguir ofreciendo este servicio hacia los pacientes quienes lo necesitan. Se desarrolló un sistema de citas médicas remoto para realizar una mejor gestión sobre los procesos de reserva y atención al cliente. Fueron evaluados por usuarios de personal de la clínica, determinando que la adaptación de un sistema tecnológico resultó útil para agilizar los procesos con un mejor margen de orden, incluso ofreciendo la alternativa para confirmar la asistencia de los pacientes por medio del uso del sistema de contacto por correo electrónico. Estas mejoras no solo demostraban los beneficios de la actualización tecnológica en cuanto a la velocidad del servicio, también asegurando un monitoreo adecuado ante la documentación de los servicios.

Este documento de investigación busca identificar acerca de las ventajas que ofrece la actualización

tecnológica en servicios médicos, considerando las dificultades de la adaptación a estos sistemas, así como las desventajas y limitantes que se pueden presentar en caso de negarse a la adaptación de nuevas tecnologías con estos servicios. En este estudio se aplicó una herramienta de encuestas de 9 preguntas de opción múltiple con un número de encuestados de $n=100$ personas, estos participando de manera voluntaria por medio de la página de Google Forms. La encuesta se realizó con el fin de evaluar las experiencias de las personas en cuanto a la calidad del servicio médico, también considerando su aceptación sobre la actualización a un servicio moderno con la implementación de la tecnología de un sistema remoto de citas médicas.

Se plantea el reconocer sobre la experiencia de los clientes y usuarios. Evaluando sus opiniones una vez implementado el sistema tecnológico en el servicio de atención médica por medio de los resultados y mejoras que ofrece el sistema actualizado.

- Identificar las carencias del servicio de atención médica y sus consecuencias analizando el sistema actual de atención a cliente frente a las exigencias de la población moderna.
- Analizar las alternativas de desarrollo para un mejor servicio de atención considerando las actualizaciones tecnológicas actuales.
- Analizar la satisfacción actual de la población respecto al servicio de atención médica.
- Evaluar las exigencias solicitadas para la entrega de un mejor servicio en las instituciones médicas.
- Evaluar los tiempos y servicios de atención ofrecidos por la institución para considerar detalles a mejorar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos que se presentan son los resultados obtenidos de la encuesta aplicada para evaluar la satisfacción y necesidades de los clientes. Se integraron los siguientes resultados en porcentajes.

1. En su mayoría el 42% de los encuestados lo considera un buen sistema de atención, otro 16% como una excelente atención, pero es preocupante que tanto un 30,3% lo consideren regular y otro tanto 11,8% lo consideren malo, lo cual nos da indicios de que hay cosas por pulir en este sistema de atención médica ya que hay una gran parte que no está satisfecho del todo con el sistema de atención que se brinda, como se muestra en la figura 1.

1. ¿Cómo considera usted el sistema de atención de la Cruz Roja?

119 respuestas

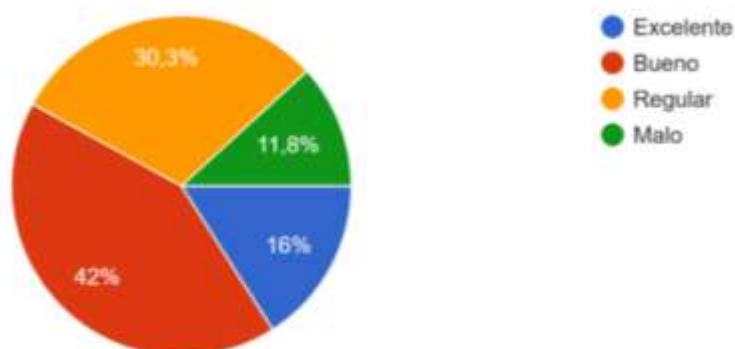


Figura 1. Sistema de atención

Notas: Elaboración Propia.

2. Se identifican los departamentos que los clientes más solicitan. La figura 2 demuestra una cantidad de más del 50% que acude al departamento de Medicina General, también mostrando cifras muy similares en los demás departamentos que no sobrepasan del 10% y se mantienen casi todos de entre un 8% y 9%.

2. ¿Cuál de los siguientes departamentos de la Cruz Roja visita con más frecuencia?

119 respuestas

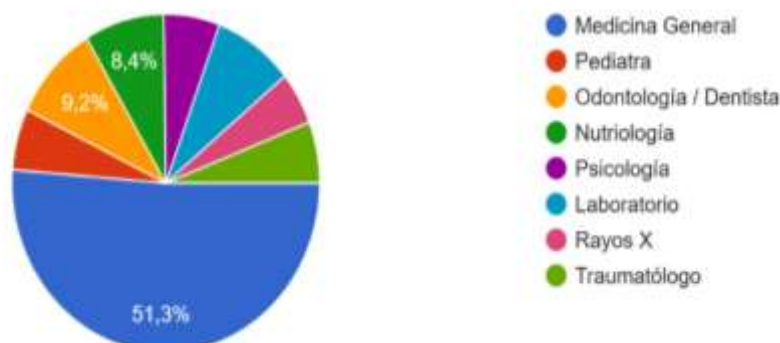


Figura 2. Frecuencia de departamentos

Notas: Elaboración Propia.

3. Acerca de las experiencias de los clientes en cuanto al tiempo que toma el agendar una cita, se muestra que un 16% son procesos de menos de 15 minutos. Un porcentaje 49,6% se demoran entre 15 a 30 minutos para el agendamiento de su cita y otro 34,5% aún más de 30 minutos. La figura 3 muestra que necesita una mejor eficiencia en el sistema de gestión de los agendamientos de las citas.

3. ¿Cuánto tiempo demora usted en agendar una cita? (Por visita, por teléfono o mensaje)
119 respuestas

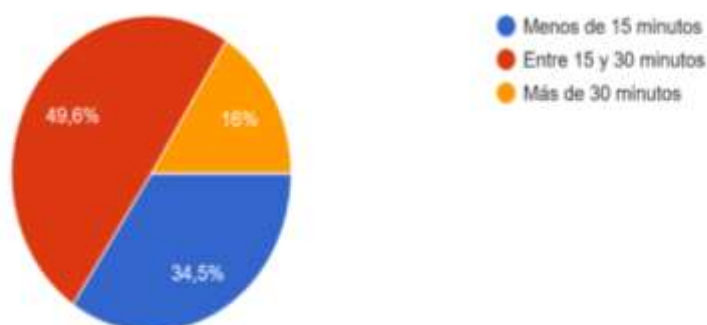


Figura 3. Demora en el proceso de agendamiento

Notas: Elaboración Propia.

4. Analizando la recurrencia de los clientes al acudir a la institución médica, se muestra un porcentaje de 50,4% en las personas solo asisten cada 6 meses mientras que el 30,3% asisten cada 2 meses, y un 19,3% una vez al mes. Estas cantidades demuestran la creciente exigencia en cuanto al servicio médico, la cual ha aumentado en la actualidad, como muestra la figura 4.

4. ¿Qué tan a menudo visita usted el centro de Cruz Roja?
119 respuestas

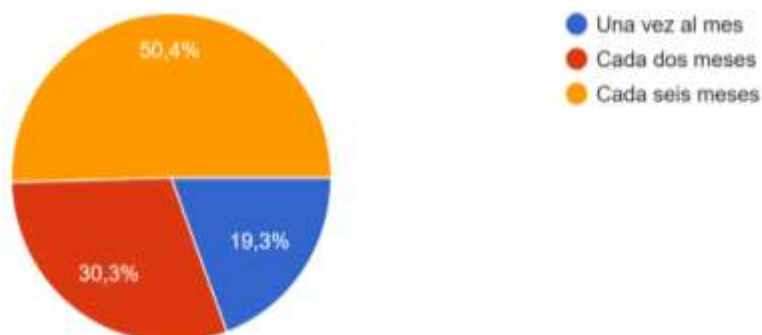


Figura 4. Visitas a la institución

Notas: Elaboración Propia.

5. Acerca del tiempo que se toma el personal en atender las necesidades de los ciudadanos. En la figura 5 se registró un porcentaje de 29,4% clientes que se les atendió en menos de 15 minutos mientras que en su mayoría con un 39,5% fue atendido entre 15 a 30 minutos y lo restante que es un 22,7% es aún más tardado entre 30 a 60 minutos y en menor medida muestra un 8,4% de tardanza de más de 60 minutos. Estos resultados dan a comprender acerca de la deficiencia en cuanto a la atención al cliente.

5. Si es que visita para agendar una cita, ¿Cuánto tarda usualmente en ser atendido?

119 respuestas

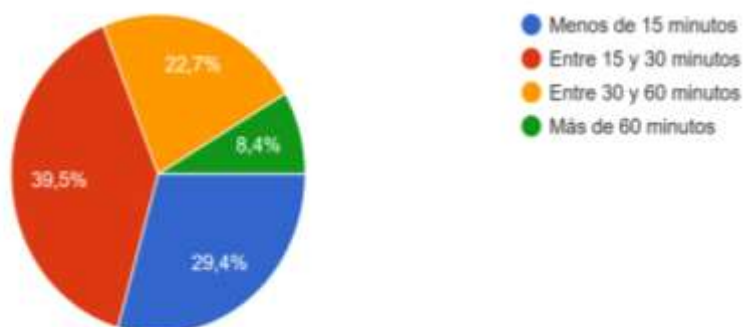


Figura 5. Tardanza en ser atendido

Notas: Elaboración Propia.

6. La figura 6 identifica el porcentaje de situaciones problemáticas que han sufrido los clientes al agendar una cita. Se muestra más de la mitad de los ciudadanos con un porcentaje de 56,3% que no han experimentado ningún problema, pero el 43,7% han tenido algún problema en la hora de agendar. Demostrando que el servicio de atención medica tiende a sufrir complicaciones, siendo estos casos casi tan usuales como el servicio de atención funcionando correctamente.

6. ¿Ha experimentado problemas para agendar una cita?

119 respuestas

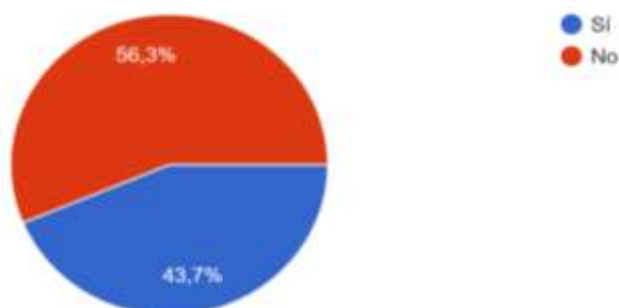


Figura 6. Problemas al agendar

Notas: Elaboración Propia.

7. Acerca de los resultados sobre los casos de deficiencia en la atención a los pacientes que hayan dado origen a algún incidente. Se puede observar que el 62,2% de las personas no han sido víctimas de algún incidente, pero un poco más del tercio de las personas con un 37,8 si ha sufrido algún accidente originado por una deficiencia, como tal se muestra en la figura 7.

7. ¿Ha sufrido algún incidente debido a una deficiente atención hacia los pacientes?
119 respuestas

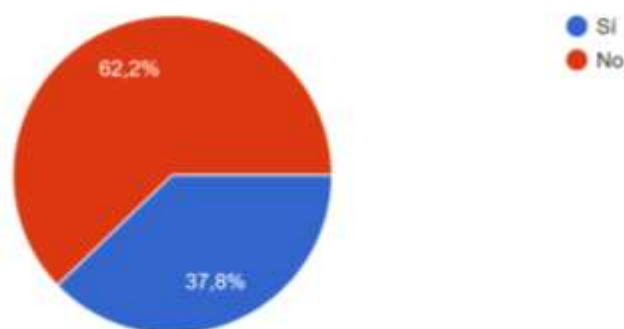


Figura 7. Incidentes por deficiencias

Notas: Elaboración Propia.

8. Se observan los porcentajes respecto a las citas no atendidas a causa de que el especialista se había retirado o no se encontraba en la institución. Se registra en la figura 8 que el 52,1% no ha sufrido de esta situación, pero el 47,9% ha sufrido de esto. Demostrando las consecuencias a causa de una comunicación limitada entre el cliente y personal de medicina al no contar con los avances tecnológicos de monitoreo y comunicación.

8. ¿Se ha presentado una situación donde se agendó la cita, pero el especialista ya no se encontraba?
119 respuestas

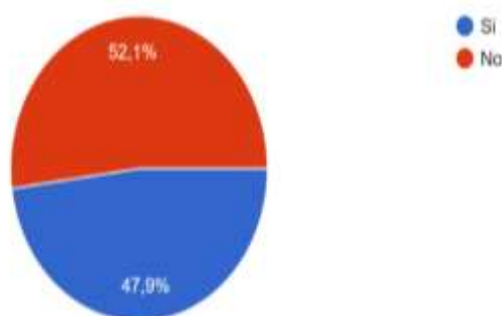


Figura 8. Citas sin atender

Notas: Elaboración Propia.

9. Por último, se muestra la exigencia directa de las características que los clientes consideran cruciales en el agendamiento de citas. 40,3% de la gente prefiere que haya más disponibilidad de horarios, un 31,9% considera importante la rapidez con la asignación del día de su cita y un 27,7% prefiere una mayor facilidad de uso a la hora de hacer su cita. La figura 9 muestra los resultados de la ciudadanía respecto a lo que exigen en un buen servicio de asignación de citas.

9. ¿Qué características considera usted importantes para un sistema de agendamiento de citas?
119 respuestas

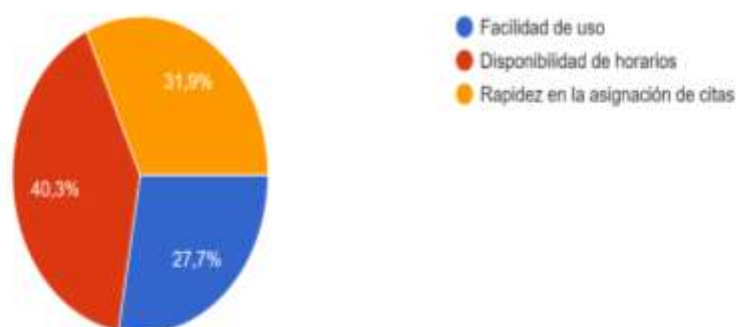


Figura 9. Características importantes

Notas: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

El problema identificado en el estudio tiene que ver con el deplorable servicio que se ofrece en el establecimiento mencionado, complicando el atender a los pacientes con la debida importancia al carecer de un avance tecnológico que pueda servir como herramienta para el proceso de agendamiento de citas.

El crecimiento tecnológico reciente ha tenido un impacto profundo en diversas áreas, incluyendo la medicina y los negocios. La transformación digital, acelerada por la pandemia, ha demostrado ser esencial para la adaptación y mejora de las PYMES y los sistemas de salud. La implementación de estrategias de e-salud, respaldadas por organizaciones internacionales como la OMS y la OPS, subraya la importancia de las TIC en la modernización y eficiencia del sector salud según la documentación de (Lozano Buitrón, 2021). Aunque bien este conocimiento inicio en la época de pandemia, se puede garantizar que este avance tecnológico mejora los servicios de atención medica incluso fuera de las adversidades que transcurrían en aquel entonces.

Resultados del proyecto de (Rosales Cadillo, A. A. 2024) han demostrado sobre el impacto en cuanto a orden que manifiesta la implementación de un sistema de citas médicas. En este caso, la implementación de un sistema web fue de ayuda para realizar los trabajos de agendamiento de manera más ordenada, reduciendo los riesgos que provocan el mantenerse con un sistema de agendamiento que trabaja por documentación física.

Este estudio fue de ayuda para dar a conocer sobre el impacto que tiene la carencia de la actualización tecnológica, el resultado de esto siendo que el 56.3% de las personas han tenido problemáticas a la hora de agendar una cita médica, considerando una actualización para un

servicio más eficiente. Esto demuestra que el adaptar las ventajas que ofrece las tecnologías puede resultar en una correcta adaptación al nuevo ritmo que debe tomar el servicio con el paso del tiempo, ofreciendo un proceso más rápido y sencillo al agendar citas, incluyendo la capacidad de manejar y revisar los estados de estas mismas de manera remota.

FUENTES DE INFORMACIÓN

David Anthony Abad Yamasaki. (2023). Desarrollo de un software de gestión de reservas de citas en la clínica “Corazón de Jesús”, Universidad Tecnológica de Perú.

Huallpa Huaman E. Y. (2022). Propuesta de un sistema informático para la atención de citas en centros de salud.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

Lozano Buitrón. (2021). Desarrollo De Una Aplicación Web Para La Gestión De Citas E Historia Clínica De Pacientes, Universidad De Las Fuerzas Armadas (ESPE).

(Ortega, 2022) Aplicación Web Sobre JAVA Para La Gestión De Citas De Atención Sanitaria, Universidad De Cantabria.

Rosales Cadillo, A. A. (2024). Sistema web para optimizar el servicio de las citas médicas en EsSalud de Carhuaz.

Villacrés Paz., Javier Ricardo. (2022). Diseño e implementación de un sistema web para automatizar el proceso de agendamiento de citas médicas y registro de historias clínicas para el centro médico de especialidades “ACOSMED” (Bachelor’s Thesis)

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y SU PAPEL ESTRATÉGICO COMO HERRAMIENTA EN LA ACREDITACIÓN DE UNA EMPRESA CONSULTORA

Fabiola Barrera Vargas

barreravargasfabiola@gmail.com

Centro Universitario del Pacifico Sur A.C.

RESUMEN

Hoy en día la Estandarización de Procesos es clave en toda organización para lograr eficiencia, calidad y competitividad tanto local como globalmente. Las exigencias competitivas a nivel mundial, van encausando al Sector Empresarial en México al garantizar un alto nivel de calidad en los productos y servicios, apegados a normatividad, facilitando de esta manera el Comercio Internacional, así mismo, la colaboración entre empresas de distintas nacionalidades, fomentando la innovación.

Así mismo, la Estandarización desempeña un rol importante para las organizaciones que necesitan continuar con los estándares de Mejora Continua. Siendo esta, una metodología que enumera la forma más apropiada de llevar a cabo distintos procesos, con la finalidad de optimizarlos y obtener mayores resultados.

Para el desarrollo de este estudio, se determinaron las siguientes etapas: la primera consistió en realizar un diagnóstico actual sobre el estado que guardan los procesos de la empresa. La segunda etapa consistió en analizar, organizar y estructurar la información obtenida; para así, en una tercera etapa, diseñar los procesos y formatos preestablecidos que permitieran realizar una prueba inicial antes la implementación oficial y a gran escala, de los procedimientos, esto, con la finalidad de evaluar la viabilidad, identificar posibles problemas y ajustar detalles, basado en toma de decisiones

informadas. De tal manera, se efectuaría la cuarta etapa de este proyecto que es la implementación de la Estandarización de manera digital.

Para que una empresa sea ágil, fiable y competitiva, debe trabajar bajo la Estandarización de Procesos, que le permitan lograr eficiencia, reducir tiempos y costos, al mismo tiempo que minimiza errores.

Palabras Clave: *Estandarización, Proceso, Calidad, Competitividad, Estrategia.*

ABSTRACT

Nowadays, Process Standardization is key in every organization to achieve efficiency, quality, and competitiveness both locally and globally. Competitive demands at a global level are guiding the business sector in Mexico to ensure a high level of quality in products and services, in accordance with regulations, thereby facilitating International Trade. Likewise, collaboration between companies of different nationalities is promoted, fostering innovation. Furthermore, Standardization plays an important role for organizations that need to maintain Continuous Improvement standards. It is a methodology that outlines the most appropriate way to carry out various processes, with the aim of optimizing them and achieving better results.

For the development of this study, the following stages were determined: the first consisted of conducting a current diagnosis of the state of the company's processes. The second stage involved analyzing, organizing, and structuring the information obtained; so that, in a third stage, the processes and pre-established formats could be designed to allow an initial test before the official and large-scale implementation of the procedures. This was done with the aim of evaluating feasibility, identifying potential problems, and adjusting details based on informed decision-making. In this way, the fourth stage of this project would be carried out, which is the digital implementation of Standardization. For a company to be agile, reliable, and competitive, it must operate under Process Standardization, which allows it to achieve efficiency, reduce time and costs, while also minimizing errors.

Keywords: *Competitiveness, Process, Quality, Standardization, Strategy.*

INTRODUCCIÓN

La globalización empresarial que caracteriza al entorno actual, por su alto dinamismo y volatilidad en los mercados emergentes, su cambiante innovación tecnológica que alimenta la imparable demanda y perfección que exigen los consumidores, obliga a que las organizaciones desarrollen estrategias que les permitan cumplir de manera eficiente, eficaz y además que sume valor, considerando esto una prioridad. La Estandarización de Procesos se convierte en esa herramienta estratégica clave para garantizar la gestión moderna, que además de facilitar y uniformar la operatividad de las actividades esenciales de la organización, es capaz de ser un agente estratégico para impactar positivamente en la calidad de los resultados organizacionales, haciendo eco en la competitividad de la misma y su alineación con las metas estratégicas (Harmon, 2019; Goel, Bandara & Gable, 2023).

Entiéndase por Estandarización a la capacidad de crear y aplicar normas, procedimientos y métodos que describan el cómo se debe realizar determinada tarea de la organización, con la única finalidad de reducir la variabilidad, implementar la medición y proporcione resultados de gran valor continuamente (Jeston & Nelis, 2014). Derivado a lo anterior, ha tomado gran importancia la Gestión por Procesos que su aplicación da como resultado, la optimización, la creación de valor y se convierte en una ventaja competitiva sostenible (Rosemann & vom Brocke, 2015).

Conceptualizar proceso como una serie organizada de actividades que tiene como objetivo la transformación de materiales en productos o bien en indicadores, posiciona a la estandarización en una actividad estratégica. Es por ello, que la estandarización de procesos es más que una simple secuencia de actividades estructuradas, es un elemento indispensable para garantizar la continuidad y sobre todo la mejora continua, en base a los criterios establecidos por la organización (Schmelzer & Sesselmann, 2015). Sin embargo, la estandarización como parte de la calidad tiene alcances directos con eficiencia en los procesos, que al mismo tiempo se traduce en incremento en la satisfacción del cliente y optimización de los recursos de la empresa (Kern & Nielson, 2018).

La literatura en gestión de la calidad ha reconocido durante las últimas décadas que la estandarización es un elemento indispensable para alcanzar altos niveles de desempeño. Las normas internacionales, como la ISO 9001:2015, han consolidado un enfoque basado en procesos que, a través de la estandarización, promueve la sistematización de prácticas, la documentación de procedimientos y el uso de indicadores para evaluar la eficacia y eficiencia institucional (International Organization for Standardization, 2015). Esta norma ha tenido una adopción global, no solo porque

obliga a las organizaciones a estandarizar para cumplir requisitos, sino porque provee un marco estructurado para la toma de decisiones informada y la mejora continua.

El impacto de la estandarización en la competitividad ha sido objeto de numerosos estudios que destacan cómo la adopción de prácticas estandarizadas puede incrementar la capacidad de respuesta de las organizaciones ante cambios en el mercado, reducir tiempos de ciclo, disminuir costos y mejorar la calidad percibida por los clientes finales (Porter, 2010). En este sentido, la competitividad no se concibe únicamente como una ventaja de precio, sino como la capacidad integral de una organización para ofrecer valor sostenible, innovar y adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno competitivo (Lawrence, 2021; Yang et al., 2023).

En un análisis más granular, se ha encontrado que diferentes sectores industriales y de servicios enfrentan retos particulares en la estandarización de procesos. Por ejemplo, en el ámbito manufacturero, donde los procesos suelen ser repetitivos y fácilmente documentables, la estandarización ha permitido avances importantes en la calidad del producto, reduciendo defectos y optimizando la productividad (Biazzo & Garengo, 2013). En contraste, en sectores de servicios y organizaciones de servicios profesionales, la estandarización debe articularse con la flexibilidad, dado que las interacciones humanas y las condiciones contextuales pueden variar significativamente; aquí, la estandarización opera como un marco que guía la ejecución sin limitar la adaptabilidad (Brocke, Zelt & Schmiedel, 2016).

La relación entre estandarización y estrategia organizacional es otro aspecto que ha ganado relevancia en la literatura actual. La estrategia, entendida como el conjunto de decisiones y acciones orientadas hacia la consecución de objetivos de largo plazo, requiere que las operaciones estén alineadas y coordinadas para que los resultados contribuyan efectivamente a la misión organizacional (Kaplan & Norton, 2004). La estandarización de procesos facilita esta alineación al establecer rutas claras de ejecución, mecanismos de medición de desempeño y criterios consistentes para evaluar la efectividad de las actividades estratégicas (Davenport, 2013).

Sin embargo, es importante destacar que estandarizar no significa homogeneizar sin considerar el contexto. La literatura moderna subraya la importancia de integrar la estandarización con la innovación y la agilidad organizacional; es decir, las entidades deben buscar un equilibrio entre procedimientos definidos y la capacidad de adaptarse a cambios disruptivos, manteniendo niveles altos de calidad y competitividad (Brocke et al., 2016; Goel et al., 2023). Esto es particularmente

crítico en entornos donde la digitalización y las tecnologías emergentes reconfiguran de forma constante las reglas de competencia.

En el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), la estandarización también se muestra como una herramienta transformadora. Diversos estudios han demostrado que, aunque estas organizaciones suelen operar con estructuras más informales y flexibles, la adopción incremental de prácticas estandarizadas puede fortalecer su competitividad, profesionalizar sus operaciones y mejorar su capacidad para integrarse en cadenas de valor más exigentes (Bello Parra, Parra Ferié & Valarezo Molina, 2023). De esta manera, la estandarización no debe entenderse como una imposición administrativa, sino como un recurso estratégico que facilita la gestión del conocimiento, la formación de capital humano y la mejora continua.

Finalmente, el presente artículo de investigación explora la estandarización de procesos como un componente esencial de las estrategias organizacionales orientadas a la calidad y la competitividad. A través de una revisión exhaustiva de estudios recientes, se busca articular conceptualizaciones contemporáneas, identificar buenas prácticas de implementación y delinear los desafíos que enfrentan las organizaciones al integrar estandarización, procesos y objetivos estratégicos. Este análisis es fundamental para comprender cómo las organizaciones pueden estructurar sus operaciones de manera que no solo respondan a las exigencias actuales del mercado, sino que también se posicionen para oportunidades futuras de crecimiento y diferenciación.

MÉTODOS

La investigación tiene un enfoque mixto, diseño no experimental y estudio de caso. Se efectuó en una empresa Consultora con fines de acreditación, conformada por 22 trabajadores entre administrativos y coordinadores, y tres directivos entrevistados.

Se aplicaron los siguientes instrumentos: Guía de entrevista semiestructurada, encuesta tipo Likert, se realizó un análisis documental y de indicadores propios de la organización.

El desarrollo de la investigación tuvo el siguiente procedimiento:

Diagnóstico inicial.

Diseño de mapas de procesos.

Implementación y capacitación.

Evaluación comparativa de indicadores.

RESULTADOS

Con el objetivo de analizar el impacto de la estandarización de procesos como herramienta estratégica para la acreditación de competencias, se compararon indicadores organizacionales clave antes y después de la implementación del modelo de estandarización. Los resultados cuantitativos y cualitativos evidencian mejoras significativas en eficiencia operativa, calidad documental y alineación estratégica.

Los resultados muestran mejoras significativas en eficiencia, calidad documental y competitividad.

Se observó:

- Reducción del 30% en tiempos de proceso.
- Disminución del 40% en no conformidades.
- Incremento del 21% en aprobación de certificaciones.
- Mejora sustancial en percepción de claridad organizacional.
-

Impacto de la estandarización en los indicadores operativos

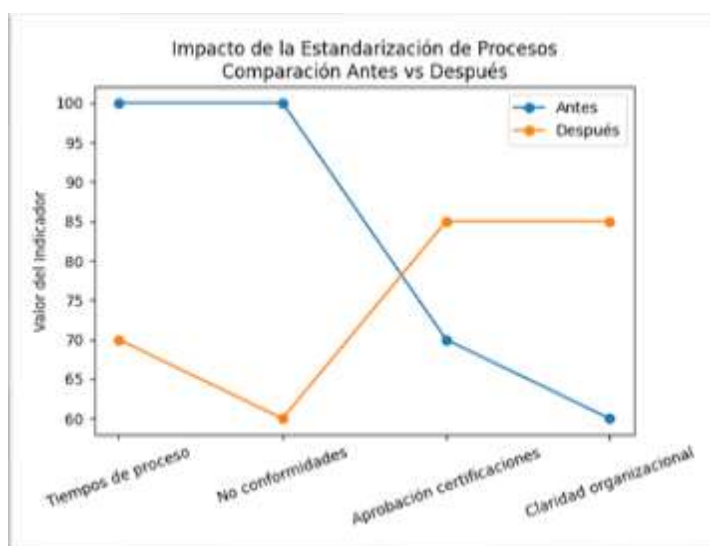


Figura 1. Impacto de la Estandarización de Procesos. Fuente propia

La Figura 1 muestra la comparación de los principales indicadores operativos antes y después de la estandarización de procesos. Se observa una disminución relevante en los tiempos de integración de expedientes, así como en el número de retrabajos administrativos y no conformidades detectadas durante auditorías internas. Asimismo, se registra un incremento significativo en la tasa de aprobación de procesos de certificación.

Los resultados reflejan que la estandarización permitió optimizar la secuencia de actividades, eliminar duplicidades y mejorar el control documental, lo cual se tradujo en mayor eficiencia y confiabilidad en los procesos críticos relacionados con la acreditación de competencias.

Percepción del personal sobre la estandarización de procesos

La figura 2, a continuación, muestra un impacto positivo respecto a la percepción que tiene el personal en la implementación de la estandarización.

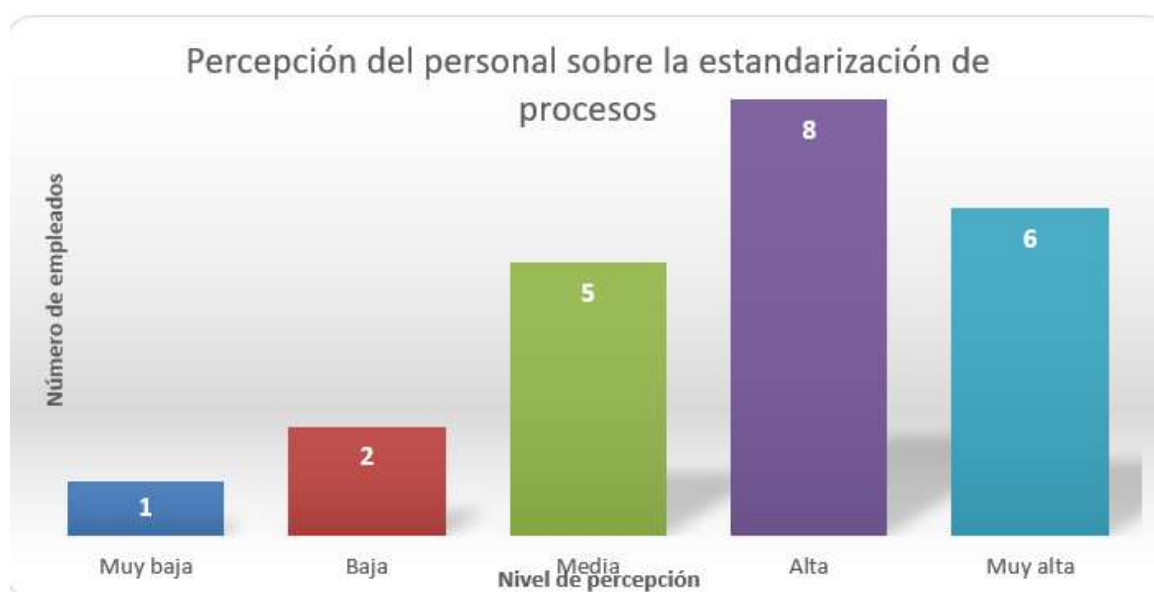


Figura 2. Percepción del Personal sobre la Estandarización de Procesos. Fuente propia

Es importante analizar el segmento del personal (7 empleados con percepción media y baja) quienes manifestaron una valoración menos favorable, efecto que puede tener diferentes causas organizacionales y humanas como son: la resistencia al cambio es un factor natural y por ende muy común en la organización, de aquí la importancia de cuidar la mejor estrategia de implementación, con la finalidad de que no se perciba como una imposición que limita la autonomía del trabajador. Otro de los factores es la falta de capacitación para la implementación de la estandarización, según los resultados de la encuesta aplicada al personal operativo y administrativo respecto a la claridad, control y preparación organizacional derivada de la estandarización. Así mismo, se aprecia un incremento notable en todas las variables evaluadas después de la implementación de los procesos estandarizados.

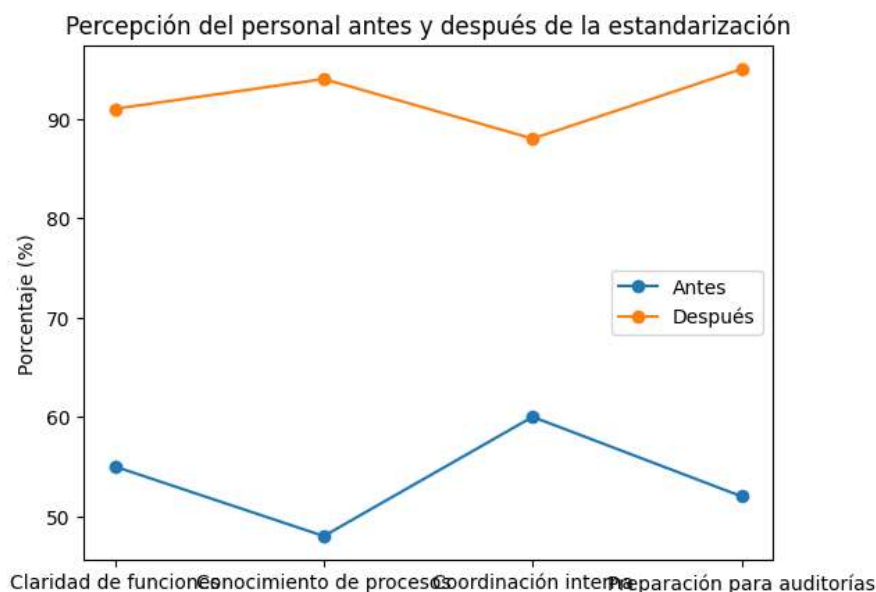


Figura 3. Percepción del Personal antes y después de la Estandarización. Fuente propia

En la figura 3, se puede observar que el mayor crecimiento se presenta en el conocimiento de los procedimientos formales y en la percepción de preparación para auditorías, lo que indica que la estandarización contribuyó a fortalecer la confianza del personal y a reducir la dependencia del conocimiento tácito.

La integración de los resultados gráficos con los datos tabulares permite concluir que la estandarización de procesos no solo tuvo un impacto operativo, sino también estratégico. La mejora en los indicadores y en la percepción del personal evidencia una mayor alineación entre procesos internos y objetivos institucionales, lo cual favorece el cumplimiento de los criterios establecidos por los organismos acreditadores de competencias.

En conjunto, las gráficas confirman que la estandarización de procesos funcionó como un **factor habilitador de la calidad, la eficiencia y la competitividad**, consolidándose como una herramienta estratégica clave para la empresa consultora analizada.

DISCUSIÓN

Los hallazgos confirman que la estandarización no solo impacta la dimensión operativa, sino que fortalece la estrategia organizacional. La alineación entre procesos documentados y objetivos estratégicos permitió a la empresa mejorar su preparación ante auditorías y elevar su reputación institucional.

Asimismo, los resultados coinciden con la literatura que sostiene que la gestión por procesos contribuye a la sostenibilidad organizacional cuando se integra a la cultura institucional.

La evidencia sugiere que la estandarización debe considerarse una inversión estratégica y no únicamente un requisito administrativo.

CONCLUSIONES

La estandarización de procesos:

- Reduce variabilidad y errores.
- Mejora la calidad y trazabilidad documental.
- Incrementa la competitividad.
- Profesionaliza la gestión.
- Fortalece la acreditación de competencias.

Se concluye que constituye una herramienta estratégica clave para empresas consultoras que buscan sostenibilidad y posicionamiento en el sector.

BIBLIOGRAFÍA

- Bello Parra, R. O., Parra Ferié, C., & Valarezo Molina, M. J. (2023). Procedimiento para la estandarización de procesos y la competitividad en empresas agroproductivas de Manabí. *Revista Uniandes Episteme*, 10(2), 234–248.
- Biazzo, S., y Garengo, P. (2013). Organización para la excelencia en los procesos: El punto de vista de las empresas europeas. *Business Process Management Journal*, 19(4), 622–641. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-12-2012-0129>
- Brocke, J. vom, Zelt, S., y Schmiedel, T. (2016). Sobre el papel del contexto en la gestión de procesos de negocio. *International Journal of Information Management*, 36(3), 486–495. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2015.10.002>
- Davenport, T. H. (2013). *Innovación de procesos: Reingeniería del trabajo mediante tecnología de la información* (2ª ed.). Harvard Business Review Press.

- Goel, K., Bandara, W., & Gable, G. (2023). Conceptualización de la estandarización de procesos de negocio: Revisión y síntesis. *Revista Schmalenbach de Investigación Empresarial*, 75, 195–237. <https://doi.org/10.1007/s41471-023-00158-237>.
- Harmon, P. (2019). *Cambio en los procesos de negocio: Guía de gestión para profesionales* (4ª ed.). Morgan Kaufmann. https://www.oreilly.com/library/view/business-process-change/9780128158487/?utm_source=chatgpt.com
- Organización Internacional de Normalización (2015). *ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*. ISO. [NOM ISO 9001-2015.pdf](#)
- Jeston, J., & Nelis, J. (2014). *Gestión de procesos de negocio: Directrices prácticas para implementaciones exitosas* (3ª ed.). Routledge. https://www.routledge.com/Business-Process-Management-Practical-Guidelines-to-Successful-Implementations/Jeston/p/book/9780367771607?utm_source=chatgpt.com
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2014). *Mapas estratégicos: Convirtiendo los activos intangibles en resultados tangibles*. Harvard Business Review Press.
- Kern, T., & Nielson, C. (2018). Sistemas de gestión de la calidad: Una visión práctica de sus ventajas y desventajas. *Quality Management Journal*, 25(1), 12–27. <https://doi.org/10.1080/10686967.2018.1436340>
- Lawrence, M. (2021). Estandarización para el éxito: Integración de calidad y procesos en empresas globales. *Journal of Operations Management*, 67(2), 182–201. <https://doi.org/10.1002/joom.1136>
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*. ISO. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Porter, M. E. (2010). *Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. Grupo Editorial Patria.
- Rosemann, M., & vom Brocke, J. (2015). Los seis elementos centrales de la gestión de procesos de negocio. En J. vom Brocke & M. Rosemann (Eds.), *Manual sobre gestión de procesos de negocio 1* (pp. 105–122). Springer.
- Schmelzer, H. J., & Sesselmann, W. (2015). *Gestión de procesos de negocio: La tercera ola* (3ª ed.). Meghan-Kiffer Press.
- Yang, J., Zhou, L., Qu, Y., Jin, X., & Fang, S. (2023). Mecanismo mediante el cual la innovación y la estandarización impulsan la competitividad empresarial en la economía digital. *Journal of Business Economics and Management*, 24(1), 54–73. <https://doi.org/10.3846/jbem.2023.17192>

EVALUACIÓN DE UN MODELO DE RESPONSABILIDAD SOCIO LABORAL EN EMPRESA AUTOMOTRIZ, EN CELAYA GUANAJUATO

Israel Servín Gómez

israel.sg@roque.tecnm.mx

Dolores Guadalupe Álvarez Orozco

dolores.ao@roque.tecnm.mx

Francisca Sareh Buso Ríos

francisca.br@roque.tecnm.mx

Nancy Beatriz Equihua Toral¹

L19980531@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

El estudio realizado consistió en la evaluación de un Modelo de Responsabilidad Social Socio Laboral que incluye 9 ejes rectores mediante el tipo de investigación cualitativa, y con base en la observación y entrevista abierta se aplicó a nivel directivo la evaluación, lo que permitió generar propuestas alineadas a los objetivos de desarrollo sustentable y que puede comprometerse la empresa que fue seleccionada para la investigación. El sector automotriz es una fortaleza en la economía por las empresas armadoras que se encuentran ubicadas en la región.

Palabras clave: *Automotriz, Evaluación, Modelo, Responsabilidad y Sustentable*

ABSTRACT

The study involved evaluating a Social and Labor Responsibility Model that includes nine guiding principles. Using qualitative research, and based on observation and open-ended interviews, the

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

evaluation was applied at the management level. This allowed for the generation of proposals aligned with the Sustainable Development Goals, which the selected company could commit to. The automotive sector is a strength of the economy due to the assembly plants located in the region.

Keywords: *Automotive, Evaluation, Model, Responsibility and Sustainable.*

INTRODUCCIÓN

La contabilidad social ha evolucionado como una respuesta a las crecientes demandas de transparencia y responsabilidad social por parte de las empresas. Esta disciplina se enfoca en medir el impacto que las organizaciones tienen sobre sus partes interesadas (stakeholders), que incluyen a los empleados, clientes, comunidades locales, y el medio ambiente (Gray, 2021).

La contabilidad social no es un concepto nuevo. Según Mathews (2020), su origen se puede rastrear hasta los años 60, cuando comenzó a surgir como una forma de incluir consideraciones sociales en la evaluación del desempeño empresarial.

La contabilidad social se sustenta en varias teorías que explican por qué las empresas deben o deciden incorporar criterios sociales y ambientales en sus informes. Algunas de las teorías más relevantes incluyen:

Teoría de los stakeholders: Esta teoría sostiene que las empresas deben ser responsables ante todas las partes interesadas, no solo ante los accionistas. Según Freeman (2021), "la gestión de una organización debería basarse en la consideración de los intereses de todos aquellos que se ven afectados por las decisiones de la empresa".

La Teoría de la legitimidad se basa en la premisa de que las organizaciones necesitan mantener su legitimidad ante la sociedad para asegurar su supervivencia a largo plazo. La contabilidad social permite a las organizaciones demostrar que están operando de manera ética y responsable, lo que puede ayudar a mantener y fortalecer su legitimidad (Suchman, 2022).

Teoría de la responsabilidad social corporativa (RSC): Esta teoría argumenta que las empresas tienen una responsabilidad hacia la sociedad que va más allá de sus obligaciones legales y financieras. La contabilidad social es un medio para hacer seguimiento y rendir cuentas sobre las acciones de responsabilidad social de las empresas (Carroll, 2023).

Existen varios enfoques para medir el impacto social y ambiental de las empresas, que van desde los más cuantitativos hasta los más cualitativos. Uno de los métodos más conocidos es el triple resultado (triple bottom line), que mide el desempeño de una empresa en términos económicos, sociales y ambientales.

Según GRI (2023), "los informes de sostenibilidad deben incluir información sobre el impacto económico, ambiental y social de una organización, permitiendo a las partes interesadas evaluar su desempeño de manera integral".

Mathews (2022) destaca que este enfoque "proporciona una visión más amplia del valor creado por las empresas, al considerar tanto los aspectos financieros como los sociales y ambientales".

A pesar de su creciente aceptación, la contabilidad social enfrenta varios desafíos. Uno de los principales problemas es la falta de estandarización en los métodos de medición, lo que dificulta la comparabilidad de los informes entre diferentes organizaciones (Gray, 2023).

Otro desafío importante es la subjetividad en la medición de impactos sociales y ambientales. Algunos aspectos, como la satisfacción de los empleados o el impacto en las comunidades locales, son difíciles de cuantificar de manera objetiva, lo que puede llevar a interpretaciones sesgadas de los datos (Jones, 2021).

Por otro lado, la contabilidad social también puede ser percibida como un ejercicio de greenwashing. Es decir, algunas empresas pueden utilizar informes de sostenibilidad para mejorar su imagen pública sin realizar cambios sustanciales en sus prácticas (Bebbington, 2021).

MÉTODO

El método cualitativo se centra en la comprensión profunda de los significados y experiencias de los participantes. Según Denzin y Lincoln (2020), "la investigación cualitativa es un enfoque que permite explorar la complejidad del comportamiento humano y sus significados en contextos sociales específicos" (p. 15).

Este enfoque permite el uso de múltiples métodos de recolección de datos, como entrevistas, grupos focales y observación. Como señala Flick (2021), "la flexibilidad en la recolección de datos es una característica distintiva del enfoque cualitativo, lo que permite adaptarse a las dinámicas del contexto de estudio" (p. 72).

En la investigación cualitativa, el análisis de los datos suele ser inductivo, permitiendo que los patrones y temas emergentes guíen la interpretación. A según Braun y Clarke (2022), "el análisis cualitativo inductivo se basa en la identificación de patrones en los datos, permitiendo que la teoría emerja de las experiencias de los participantes" (p. 104).

Según Neuman (2020), "la investigación social implica un enfoque sistemático para explorar problemas sociales, comportamientos y estructuras, utilizando métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión profunda" (p. 23). Como señala Creswell (2021), "la investigación no experimental se caracteriza por la observación de las variables en su estado natural, permitiendo la recolección de datos sin la intervención del investigador" (p. 50).

En la investigación social, se utilizan ambos enfoques para proporcionar una visión completa del fenómeno estudiado. Según Flick (2022), "la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos en investigaciones sociales permite una triangulación que fortalece la validez de los resultados" (p. 88). Este tipo de investigación es especialmente útil en estudios de correlación y análisis descriptivo. Según López y Pérez (2023), "la investigación no experimental se emplea para explorar relaciones entre variables sin establecer causalidad, proporcionando información valiosa para la formulación de hipótesis futuras" (p. 135).

La teoría fundamentada fue desarrollada por Barney Glaser y Anselm Strauss en la década de 1960 como una respuesta a la tendencia predominante de aplicar teorías preexistentes a la investigación social (Glaser y Strauss, 1967).

En la contabilidad social, esta metodología es útil para analizar cómo las organizaciones definen e implementan mecanismos de rendición de cuentas en función de sus interacciones con las partes interesadas (Charmaz, 2014).

Esta técnica asegura que la teoría que surge esté bien fundamentada en los datos y sea representativa de los fenómenos sociales investigados (Birks & Mills, 2015).

Los investigadores pueden ajustar su enfoque en función de nuevos hallazgos, permitiendo que la teoría siga siendo relevante y actualizada (Corbin & Strauss, 2015).

Dado que los estándares de contabilidad social son relativamente nuevos, la teoría fundamentada es útil para identificar y describir las percepciones de los actores involucrados, así como para

generar conceptos y categorías que ayuden a comprender mejor el impacto social de las organizaciones (Lehman, 2020).

Esta teoría destaca la importancia de incorporar la perspectiva de las partes interesadas en la evaluación del impacto social, lo que va más allá de las métricas financieras tradicionales (O'Dwyer y Unerman, 2020).

RESULTADOS

La evaluación se realizó de acuerdo con el Modelo Conceptual Empresa con Responsabilidad Socio-Laboral que incluye 9 ejes con sus respectivos ítems por lo que a continuación los resultados de cada eje

En la tabla 1 del instrumento de evaluación denominado Modelo conceptual Empresa con Responsabilidad Socio Laboral, los resultados demuestran que en el eje rector “Ideología Central” con cuatro ítems, se cumple en la filosofía organizacional como empresa con responsabilidad social empresarial.

Nombre: Modelo Conceptual Empresa con Responsabilidad Socio-Laboral			Fecha de la auditoría: 18 Agosto 2024		
Auditor Interno: Juan Manuel Guevara Cruz			Observador: Ana María Alonso Guevara		
Tipo de auditoría: Interna			Externa		
Objetivo: Evaluar la empresa CSE Administrativa el modelo conceptual de la empresa con responsabilidad Social - Laboral					
Ámbito: Modelo Conceptual					
Eje Rector	No.	Checklist	Se tiene	No se tiene	Observaciones
E. Ideología Central	1.1	Se tiene definida la misión, visión de la empresa.	X		Se cumple con los documentos de misión y visión
	1.2	La visión y misión se encuentran plasmadas de manera fácil de ver y son de conocimiento público.	X		Los integrantes conocen donde se encuentran plasmados la misión, visión y valores, también se les expone a esa información
	1.3	La empresa tiene definida una Política de Trabajo, Seguridad y Calidad	X		La empresa cuenta con certificación ISO 9001 en materia de seguridad, las políticas de trabajo se muestran con facilidad al público, entrega de equipo de protección personal y cumplimiento del medio ambiente
	1.4	Dichas políticas se encuentran plasmadas de manera fácil de ver y son de conocimiento público	X		En el proceso de evaluación al trabajo y seguridad con cámaras empresariales, en diferentes áreas de la empresa

Tabla 1 Ideología Central Nota: Elaboración propia

Los resultados de la tabla 2 eje rector “Condiciones de Trabajo y Prevención Social” con 7 ítems, los cuales se evaluó de manera integral la organización y gestión que garantiza el bienestar, prestaciones y seguridad de sus empleados, tanto en el entorno laboral como en su relación con la comunidad y el entorno social. Los resultados demuestran que se cumple con los ítems que se incluyen en el eje.

Eje Rector: Condiciones de Trabajo y Prevención Social	2.1	La empresa brinda las prestaciones por ley	X		Se otorgan las prestaciones por ley y la nómina laboral se revisa con la planeación de recursos humanos de la empresa
	2.2	Se le da tiempo extra a los trabajadores de acuerdo a la norma de trabajo	X		Se otorgan horas extra de trabajo por tiempo extra, en caso de horas extra se otorgan al personal
	2.3	Se tiene definida la descripción de puesto de trabajo de cada empleado	X		Se tienen definidos los descripciones de puestos, pero al preguntarle al personal no conocen la naturaleza de ellos
	2.4	Al personal se le otorga el equipo de protección personal de acuerdo a la actividad a realizar	X		Se les entrega guantes de protección, tapabocas, lentes. En caso del área de producción se les entrega un chaleco y casco industrial
	2.5	El personal trabaja en condiciones seguras y no hay riesgos de otros que afecten su salud	X		El equipo con el equipo de seguridad y con los procedimientos de operación, además de personal con condiciones
	2.6	La habitación del área de trabajo corresponde a lo establecido en la norma de trabajo	X		El área de trabajo tiene los estándares que le corresponde
	2.7	El personal sabe que riesgos existen en su área de trabajo	X		El personal sabe de los riesgos de su actividad, pero no conocen la naturaleza de los riesgos de su actividad

Tabla 2. Condiciones de Trabajo y Prevención Social Nota: Elaboración propia

En eje rector “Desarrollo de Competencias” tabla número 3 con cinco ítems, se cumple con todas las características. Evaluar y contar con planes bien estructurados de desarrollo de puestos, capacitación, evaluación y matrices de habilidades y salarios no solo mejora el desempeño y la satisfacción de los empleados, sino que también contribuye a la competitividad de la empresa.

3. Desarrollo de competencias	3.1	Existe un plan de desarrollo para cada puesto de trabajo	X	Una vez dentro de la empresa se le da prioridad a los empleados para participar en cursos internos y pagar los cursos que couga
	3.2	Existe un plan de capacitación para el personal de nuevo ingreso	X	Si cada una de las áreas capacita al personal nuevo ingreso
	3.3	Existe un plan de evaluación periódica para el seguimiento del personal	X	Existe el plan pero no se tiene actual de manera puntal en los tiempos debidos
	3.4	Se cuenta con una matriz de habilidades del personal dividido en conocimientos de las instalaciones	X	Se evalúa al personal de manera puntual en caso de ser satisfactorio por las habilidades
	3.5	Se tiene una matriz de salarios relacionada a las competencias del personal	X	Si hay una diferenciación en cuanto al sueldo por áreas de trabajo

Tabla 3. Desarrollo de Competencias Nota. elaboración propia

En la tabla 4 los resultados del eje “Comunicación y Cooperación” con 6 ítems se evaluó cómo se gestiona la información interna, así como se relaciona con sus diferentes niveles y departamentos, también en cómo la organización CIE Automotive interactúa con sus empleados.

4. Comunicación y Cooperación	4.1	Se tiene establecido un lugar donde se le facilitan a los operadores la información importante del día a día	X	Si hay tableros de control en las áreas
	4.2	Se comunica de manera visual al personal de los cambios y cambios organizacionales	X	Si se colocan los anuncios en diferentes áreas de trabajo
	4.3	Existen juntas de manera periódica donde se exponga los resultados de la planta a todo el personal	X	Si de manera abierta se muestran todos los datos área y una vez por semana los jefes de área se reúnen con el gerente general
	4.4	Se tiene apertura en la solución de dudas y comentarios por parte de recursos humanos	X	Si se tiene apertura de dudas y comentarios por parte de recursos humanos
	4.5	Se tiene un fondo de quejas o sugerencias para el personal que quiere participar de manera anónima	X	Si existe un fondo de al área de recursos humanos
	4.6	Se evalúa de manera periódica la satisfacción de las áreas de servicio con el personal	X	Si se evalúa al hacer correctamente los trabajos

Tabla 4. Comunicación y Cooperación Nota. Elaboración propia.

Del eje rector “Pertenencia y Perfección” tabla número 5, con siete ítems, se cumple de manera parcial ya que tiene algunas carencias respecto a los ítems sobre el enfoque de motivación hacia su personal, evaluación periódica sobre el personal que se sienta reconocido y que el personal tenga sentido de pertenencia a la empresa. Los siete ítems estos aspectos que tienen un impacto directo en el compromiso de los empleados, la productividad y el éxito organizacional para construir un entorno laboral en el que los empleados se sientan valorados y comprometidos, lo que se traduce en beneficios tanto para ellos como para la organización.

5. Pertenencia y Satisfacción	5.1	Se realizan constantes reconocimientos a nivel empleado	X	Si existe un sistema de reconocimientos de acuerdo a un programa llamado puntos extras que se el que los empleados pueden obtener diferentes beneficios, como el día de descanso
	5.2	Los reconocimientos al personal se hacen de manera pública y se comunican a todo el personal	X	Se hacen reconocimientos al personal por su área de trabajo cada quincena
	5.3	Se invita a participar a los empleados en las diversas actividades que propone la empresa	X	Si se les invita a participar a los trabajadores en los eventos sociales
	5.4	Se hace mención de los requisitos y cambios que se deben de emplear para ser participen a dichas actividades o reconocimientos	X	Si en las comunicaciones por los mensajes los líderes para poder participar en las actividades o eventos sociales
	5.5	Se busca la integración de los grupos y equipos por parte del departamento de Recursos Humanos	X	Si se tiene contempladas actividades de integración de equipos
	5.6	Los líderes y supervisores tienen un enfoque de motivación hacia su personal	X	Si se les motiva y también hacen enfoque a la disciplina
	5.7	Se evalúa de manera periódica que el personal se sienta reconocido y que tenga ese sentido de pertenencia a la empresa	X	Si se evalúa al sentir de pertenencia a la evaluación

Tabla 5. Pertenencia y Perfección Nota. Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas del estudio titulado Evaluación de un modelo conceptual Empresa con Responsabilidad Socio-Laboral en el sector proveeduría automotriz. Este trabajo evaluó la implementación y efectividad de un modelo basado en nueve ejes fundamentales que abarcan aspectos clave de la responsabilidad socio-laboral. A continuación, se destacan los puntos más relevantes:

Los resultados muestran que la filosofía organizacional de las empresas analizadas está alineada con los principios de la responsabilidad social empresarial (RSE). Este eje cumple completamente con los ítems evaluados, lo cual refuerza la importancia de contar con una base ideológica sólida que promueva prácticas responsables y éticas en todos los niveles organizacionales. Esto subraya la necesidad de seguir fortaleciendo este enfoque para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

La gestión integral en bienestar, prestaciones y seguridad de los empleados refleja un cumplimiento total en este eje. Este hallazgo evidencia un compromiso con la creación de entornos laborales seguros y equitativos, esenciales para la retención del talento y el desarrollo organizacional. Sin embargo, se recomienda

programas de seguridad y bienestar hacia prácticas más innovadoras, considerando los cambios en las normativas laborales y las expectativas de los empleados.

El cumplimiento total de este eje pone de manifiesto la efectividad de los planes estructurados de capacitación, desarrollo de habilidades y evaluación de desempeño. Estas prácticas no solo potencian la satisfacción laboral, sino que también posicionan a las empresas del sector como competitivas en un mercado global. Una recomendación clave sería implementar métricas de impacto que evalúen cómo estas acciones contribuyen directamente a los resultados organizacionales.

La adecuada gestión de la información interna y la interacción entre departamentos son puntos fuertes identificados en este eje. No obstante, la adopción de tecnologías más avanzadas y plataformas digitales podría optimizar aún más la comunicación organizacional. La cooperación interna debe ser vista como un catalizador para la innovación y la resiliencia empresarial.

Aunque se observan esfuerzos en motivación y evaluación del personal, el cumplimiento parcial indica la necesidad de reforzar estrategias que fomenten el sentido de pertenencia.

La evaluación realizada mediante el modelo conceptual permitió identificar fortalezas y áreas de mejora significativas en las empresas del sector de proveeduría automotriz. El compromiso con los principios de responsabilidad socio-laboral es evidente, pero la implementación integral requiere atención a aspectos como la inclusión, la innovación en la sostenibilidad y la mejora continua en las

relaciones laborales. Este análisis sirve como guía para futuras estrategias que impulsen tanto el desarrollo organizacional como el impacto positivo en el entorno social y ambiental.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Accounting, Management and Policy Journal*, 14(1), 8-27. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-12-2021-0456>

Bebbington, J. (2021). Contabilidad y rendición de cuentas para la sostenibilidad (3.ª ed.). Routledge.

Bebbington, J., Schneider, T., Stevenson, L. y Fox, A. (2023). Límites planetarios: implicaciones para la contabilidad de activos y patrimonio. *Sostenibilidad

Birks, M. y Mills, J. (2015). *Teoría fundamentada: una guía práctica*. SAGE Publications.

Braun, V. y Clarke, V. (2022). Investigación cualitativa exitosa: una guía práctica para principiantes. SAGE Publications.

Bryant, A. y Charmaz, K. (2019). *El manual SAGE de los desarrollos actuales en teoría fundamentada*. Publicaciones SAGE.

Carroll, A. B. (2023). Responsabilidad social corporativa: evolución y tendencias. Journal of Business Ethics, 178(2), 317-331. <https://doi.org/10.1007/s10551-022-05025-3>

Charmaz, K. (2014). *Construcción de una teoría fundamentada* (2.ª ed.). Publicaciones SAGE.

Cooper, C. y Puxty, A. (2020). El poder de la contabilidad: reflexiones sobre la privatización del agua en Inglaterra y Gales. *Perspectivas críticas sobre la contabilidad*, 72, 102104. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2019.102104>

Corbin, J. y Strauss, A. (2015). *Fundamentos de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar una teoría fundamentada* (4.ª ed.). Publicaciones SAGE.

Creswell, J. W. (2021). Diseño de investigación: enfoques cualitativos, cuantitativos y de métodos mixtos (5.ª ed.). Publicaciones SAGE.

- Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (2020). El manual SAGE de investigación cualitativa (5.^a ed.). Publicaciones SAGE.
- Dey, C. (2021). Desarrollo sostenible y contabilidad: viejos debates, nuevas perspectivas. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 34(5), 1093-1115. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-09-2020-4810>
- Dillard, J. F. y Vinnari, E. M. (2022). Responsabilidad dialógica crítica: teorías, Elkington, J. (2020). El triple resultado: ¿todo suma? Routledge.
- Flick, U. (2018). *Introducción a la investigación cualitativa* (6.^a ed.). SAGE Publications.
- Glaser, B. y Strauss, A. (1967). *El descubrimiento de la teoría fundamentada: estrategias para la investigación cualitativa*. Aldine Publishing.
- Global Reporting Initiative (GRI). (2023). Directrices para la elaboración de informes de sostenibilidad. Español: <https://www.globalreporting.org>
- Gray, R. (2021). Contabilidad social y rendición de cuentas: más allá del caso de negocios. Routledge.
- Gray, R. (2022). Contabilidad social: un enfoque integrado. Accounting and Management 7(2), 1-20.
- Gray, R. (2023). Desafíos en la contabilidad social: subjetividad y comparabilidad. Accounting, Auditing & Accountability Journal, 36(4), 569-589.
- Gray, R., Adams, C. A. y Owen, D. (2014). *Rendición de cuentas, responsabilidad social y sostenibilidad: contabilidad para la sociedad y el medio ambiente*. Pearson.
- Jones, M. (2021). Los límites de los informes de sostenibilidad: un análisis crítico. Palgrave Macmillan.
- Jones, M. (2023). Big data y contabilidad social: el futuro de la transparencia. Journal of Accounting & Public Policy, 42(1), 77-93. Español: <https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2022.106825>
- Lehman, G. (2020). Contabilidad social y rendición de cuentas en la era posmoderna.

Accounting, Organizations and Society, 87, 101126. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.101126>

López, J., & Pérez, M. (2023). Metodología de la investigación social. Ediciones Universitarias.

Mathews, M. R. (2020). Los orígenes de la contabilidad social y ambiental: Sesenta años de historia. *Accounting, Organizations and Society*, 81, 1-14.

Mathews, M. R. (2022). Balance de bienestar social: una aproximación a la medición del bienestar. *Journal of Social Accounting*, 59(3), 144-163.

Neuman, W. L. (2020). Métodos de investigación social: enfoques cualitativos y cuantitativos (8.^a ed.). Pearson.

O'Dwyer, B. y Unerman, J. (2020). La naturaleza de la investigación sobre responsabilidad social corporativa: perspectivas y direcciones futuras. *Accounting, Auditing Accountability Journal*, 33(5), 1147-1169. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-05-2020-4531>

Parker, L. D. (2020). El panorama de investigación en evolución de la responsabilidad social y ambiental. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 33(8), 2089-2112. Inglés: <https://doi.org/10.1108/AAAJ-07-2020-4635>

Suchman, M. C. (2022). La teoría de la legitimidad y sus implicaciones para la rendición de cuentas organizacional. *Academy of Management Review*, 47(1), 123-145. <https://doi.org/10.5465/amr.2021.0107>

MODELO INTEGRAL DE CIBERSEGURIDAD BASADO EN OPEN SOURCE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SOC-NOC EN EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS FELIPE CARRILLO PUERTO

Eduardo Castillo Moo

e.castillo@itscarrillopuerto.edu.mx

Placido Balam Can

p.balam@itscarrillopuerto.edu.mx

Balam Pool Gabriel Eduardo

g.balam@itscarrillopuerto.edu.mx

Hans Llanfair Uc Cruz

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto.

RESUMEN

Este artículo analiza el diseño e integración de una estrategia de ciberseguridad basada en herramientas de código abierto para implementar un Centro de Operaciones de Seguridad (SOC) y de Red (NOC) en el Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto. El objetivo principal fue desarrollar un modelo escalable y resiliente que fortalezca los procesos de detección, monitoreo y respuesta ante incidentes institucionales. La metodología empleada incluyó la revisión de literatura, un análisis comparativo, el diseño arquitectónico y validaciones mediante pruebas controladas. Los resultados demuestran mejoras significativas en el monitoreo, disminuyendo los tiempos de detección y respuesta ante amenazas, además de optimizar los recursos financieros gracias al software libre. Se concluye que la integración de un modelo SOC-NOC de código abierto

es una alternativa viable y efectiva para la educación superior pública, ya que incrementa la visibilidad operativa y promueve una gestión tecnológica más sostenible.

Palabras clave: *Ciberseguridad, Código abierto (Open Source), Educación superior, Gestión de incidentes, SOC-NOC.*

INTRODUCCIÓN

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) constituye una de las redes de educación superior tecnológica más grandes de Latinoamérica, lo que implica desafíos significativos derivados de su dimensión, la diversidad de sus campus y la heterogeneidad de sus infraestructuras tecnológicas. En el caso del TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto (TecNM FCP), el fortalecimiento de las capacidades de defensa ante amenazas cibernéticas requiere alinearse tanto con normativas nacionales en materia de ciberseguridad como con marcos internacionales de gestión de riesgos. En este sentido, resulta fundamental integrar procesos, talento humano y tecnología en un modelo operativo eficiente y sostenible.

En la actualidad, las instituciones educativas presentan una creciente dependencia de los entornos digitales, lo que incrementa la superficie de ataque y la exposición a riesgos. El uso de plataformas virtuales, sistemas de gestión académica, servicios en la nube y redes inalámbricas exige la adopción de estrategias de protección alineadas con estándares internacionales como NIST CSF, ISO/IEC 27001:2022 y MITRE ATT&CK. En el TecNM FCP, la necesidad de garantizar la continuidad operativa y la protección de los recursos institucionales motivó el desarrollo de una propuesta basada en la integración de un modelo SOC-NOC apoyado en herramientas de código abierto.

El presente análisis tiene como objetivo evaluar la viabilidad y efectividad de un modelo SOC-NOC sustentado en software libre dentro del contexto del TecNM FCP. Para ello, se consideran factores como las características propias de la institución, las capacidades del personal técnico, la infraestructura tecnológica disponible y los objetivos estratégicos institucionales. Asimismo, se abordan aspectos relacionados con la arquitectura tecnológica, la interoperabilidad de las herramientas, el cumplimiento de estándares internacionales y los elementos críticos para su implementación exitosa. Finalmente, se reflexiona sobre el impacto de esta propuesta en el fortalecimiento de la cultura de ciberseguridad, así como en el desarrollo institucional.

JUSTIFICACIÓN

El Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto requiere fortalecer sus capacidades de ciberseguridad ante el crecimiento constante de riesgos digitales que afectan a las instituciones educativas. La infraestructura tecnológica del campus, conformada por servidores locales, redes VLAN segmentadas para estudiantes y personal administrativo, conexiones WAN y servicios en la nube, demanda mecanismos integrales que permitan supervisar, detectar y responder oportunamente a incidentes que puedan comprometer la disponibilidad, integridad y confidencialidad de la información institucional. En este contexto, resulta necesario establecer un modelo operativo que incremente la visibilidad de la red y optimice la gestión de eventos de seguridad.

La presente propuesta se justifica en la necesidad de integrar funciones de monitoreo y protección mediante un esquema SOC-NOC que aproveche herramientas de código abierto, permitiendo reducir costos de licenciamiento y facilitar su adopción en una institución pública. El alcance del estudio se centró en las capacidades de monitoreo, detección y respuesta ante incidentes, excluyendo procesos de investigación forense avanzada fuera del entorno institucional, con el propósito de enfocar los recursos en acciones preventivas y correctivas de impacto inmediato.

Asimismo, la investigación se sustentó en normativas recientes y estudios científicos publicados entre 2020 y 2025, relacionados con la implementación de Centros de Operaciones de Seguridad en entornos educativos, la automatización de la respuesta a incidentes y las estrategias de resiliencia digital en universidades públicas. Estos referentes permitieron respaldar teóricamente el modelo propuesto y alinearlos con las tendencias actuales en materia de ciberseguridad, transformación digital y continuidad operativa.

En consecuencia, el desarrollo de esta propuesta no solo responde a necesidades técnicas actuales del TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto, sino que también contribuye al fortalecimiento institucional, la protección de activos críticos y la construcción de una cultura organizacional orientada a la seguridad digital sostenible.

MATERIALES Y MÉTODO

La investigación se desarrolló mediante la implementación de un plan integral estructurado en cuatro fases principales: (1) revisión de literatura científica especializada, (2) análisis de la infraestructura

de red institucional existente, (3) diseño del modelo tecnológico integrado SOC-NOC y (4) validación a través de pruebas controladas. Este enfoque metodológico permitió identificar buenas prácticas internacionales, adaptar soluciones tecnológicas al contexto institucional y evaluar la factibilidad operativa del modelo propuesto.

Para la fase de implementación se seleccionaron herramientas de código abierto ampliamente reconocidas en el ámbito de la ciberseguridad y la administración de redes. Se utilizó Wazuh como plataforma SIEM para la gestión de eventos e información de seguridad; Zabbix para el monitoreo de red, servidores y disponibilidad de servicios; Security Onion como entorno especializado de supervisión y análisis; TheHive para la gestión y seguimiento de incidentes; OpenCTI como plataforma de inteligencia de amenazas; y Suricata/Snort como sistemas de detección de intrusos (IDS). La integración de estas soluciones permitió construir una arquitectura funcional, escalable y orientada a la interoperabilidad.

Como parte del proceso de validación, se realizaron simulaciones controladas de diferentes escenarios de ataque, entre los que se incluyeron campañas de phishing, escaneo de puertos y explotación de vulnerabilidades básicas. Estas pruebas tuvieron como finalidad medir el comportamiento del sistema ante eventos reales y comprobar la eficacia de los mecanismos de detección y respuesta implementados.

Para la evaluación del desempeño se consideraron métricas clave como el MTTD (*Mean Time to Detect* o tiempo medio de detección), el MTTR (*Mean Time to Respond* o tiempo medio de respuesta) y el nivel de correlación efectiva de eventos. Dichos indicadores permitieron determinar la eficiencia operativa, la capacidad de reacción y el grado de madurez tecnológica alcanzado por el modelo SOC-NOC propuesto.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una estrategia integral de ciberseguridad mediante el uso de herramientas Open Source para la creación e integración de un Centro de Operaciones de Seguridad (SOC) y un Centro de Operaciones de Red (NOC) en el TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto, con la finalidad de establecer un modelo escalable y resiliente que fortalezca la detección, monitoreo, correlación y respuesta ante incidentes de seguridad, optimizando al mismo tiempo los recursos institucionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación del plan propuesto permitió integrar la supervisión técnica del Centro de Operaciones de Red (NOC) con las capacidades analíticas del Centro de Operaciones de Seguridad (SOC), favoreciendo la correlación avanzada de eventos e incidentes dentro de la infraestructura tecnológica institucional. Para asegurar la interoperabilidad entre las distintas herramientas empleadas, se utilizaron APIs REST y conectores integrados, lo que facilitó el intercambio de información en tiempo real y la automatización de procesos de monitoreo y respuesta, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Herramientas Open Source Implementadas en el Modelo SOC-NOC

Herramienta	Función Principal	Rol (SOC/NOC)
Wazuh	SIEM y correlación de eventos	SOC
Zabbix	Monitoreo de red y servidores	NOC
Security Onion	Monitoreo, Visibilidad	NOC
TheHive	Gestión de incidentes	SOC
OpenCTI	Inteligencia de amenazas	SOC
Suricata/Snort	Detección de intrusiones (IDS)	SOC

Durante las pruebas controladas, se registró una reducción del 38 % en el tiempo de detección de incidentes y del 42 % en el tiempo de resolución, resultados que evidencian una mejora significativa en la eficiencia operativa. Asimismo, la consolidación de registros provenientes de firewalls, servidores Linux, Windows y dispositivos de red permitió alcanzar una mayor visibilidad del entorno tecnológico, fortaleciendo la capacidad de análisis y toma de decisiones ante eventos críticos.

En el aspecto económico, el uso de herramientas Open Source representó una disminución considerable en los costos asociados a licenciamiento, incrementando la viabilidad financiera del proyecto para una institución pública. De igual manera, se identificó que las comunidades de desarrollo de estas soluciones mantienen un flujo constante de actualizaciones y corrección de vulnerabilidades, lo que aporta sostenibilidad y mejora continua al modelo implementado.

En conjunto, los resultados demuestran que la integración de SOC y NOC fortalece la capacidad institucional de respuesta al vincular incidentes operativos con amenazas cibernéticas potenciales como se muestra en la figura 1. Además, la capacitación técnica del personal y la ejecución de simulacros contribuyeron al fortalecimiento de la cultura de ciberseguridad, promoviendo una mayor preparación organizacional ante escenarios de riesgo y consolidando un enfoque preventivo dentro de la institución.

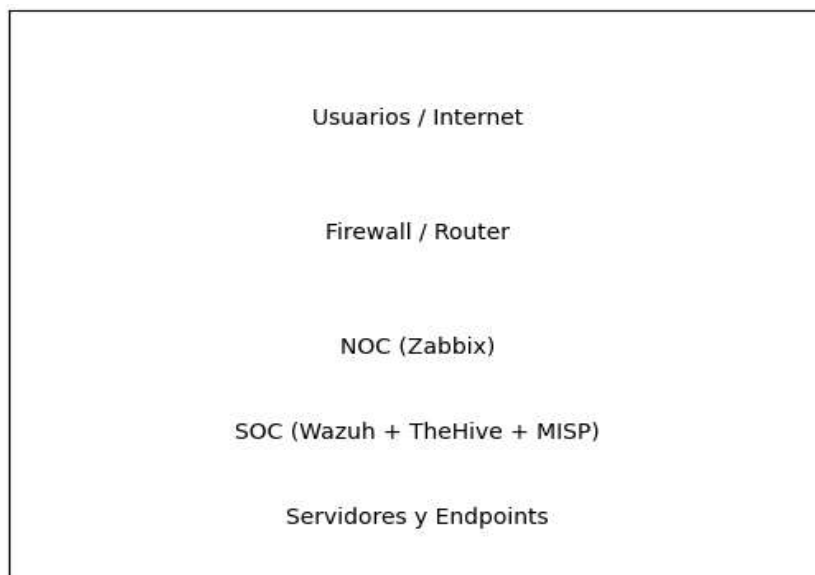


Figura 1. Arquitectura Simplificada del Modelo SOC-NOC. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El análisis realizado permite concluir que el uso de herramientas de código abierto para la implementación de un modelo integrado SOC-NOC constituye una alternativa viable y pertinente para el Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto, tanto en los ámbitos técnico y operativo como en el económico. La convergencia entre las funciones de monitoreo de red y seguridad informática favorece un mejor aprovechamiento de los recursos institucionales, incrementa la visibilidad de la infraestructura tecnológica y fortalece la capacidad de prevención, detección y respuesta ante amenazas digitales.

Asimismo, el empleo de soluciones Open Source representa una oportunidad estratégica para instituciones públicas, al reducir costos de licenciamiento y permitir una mayor flexibilidad en la personalización, escalabilidad y sostenibilidad de la plataforma implementada. Este enfoque contribuye además al fortalecimiento de competencias técnicas internas y a la autonomía tecnológica institucional.

Como líneas de mejora futura, se recomienda incorporar capacidades de *Security Orchestration, Automation and Response* (SOAR), con el propósito de automatizar procesos de respuesta a incidentes, optimizar tiempos de atención y reducir la carga operativa del personal especializado. De igual manera, resulta conveniente proyectar la expansión del modelo hacia entornos híbridos y en la nube, considerando la evolución de las necesidades tecnológicas institucionales.

Finalmente, ante un panorama de amenazas en constante transformación, la adopción de una estrategia integral basada en software libre no solo responde a necesidades inmediatas de ciberseguridad, sino que también consolida una visión orientada a la soberanía tecnológica, la resiliencia institucional y el desarrollo sostenible del ecosistema digital del Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ahmad, A., Maynard, S. B., & Park, S. (2021). Information security strategies in higher education institutions. *Computers & Security*, 105, Artículo 102240.
- Alshaikh, M. (2020). Developing cybersecurity culture in organizations. *IEEE Security & Privacy*, 18(2), 60–67.
- ANUIES-TIC. (2024). *Estudios e informes sobre el estado actual de las tecnologías de la información en las instituciones de educación superior de México*. Comité de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la ANUIES.
- Delgado Ramos, W., & Ruiz Vieira, K. E. (2018). *Implementación de una solución de seguridad perimetral Open Source en la Red Telemática de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
- ENISA. (2023). *Threat landscape 2023 report*. European Union Agency for Cybersecurity.
- Guarneros, J. (2021). *Implementación de procesos de seguridad informática bajo el estándar ISO 27001 en el Tecnológico Nacional de México* [Tesis de maestría, Tecnológico Nacional de México].
- ISO/IEC. (2022). *ISO/IEC 27001:2022 Information security management systems*. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission.
- Janampa Patilla, H., Huamani Santiago, H. L., & Meneses Conislla, Y. (2021). Snort Open Source como detección de intrusos para la seguridad de la infraestructura de red. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(3), 55–73.

- Juárez Elías, E. (2024). *Modelo de negocios de una consultoría en ciberseguridad para profesionales en el Estado de México* [Trabajo de grado/Informe técnico, TecNM de Ixtapaluca].
- Martínez Martínez, Á. (2025). *Diseño de una infraestructura de red OT industrial con requisitos de ciberseguridad* [Trabajo de grado, Institución correspondiente].
- MITRE. (2024). *ATT&CK framework version 14*. The MITRE Corporation.
- Mogrovejo Bucheli, J. A. (2017). *Implementación del ERP Open Source ODOO en una PYME* [Tesis de maestría, Institución correspondiente].
- Nguyen, D. H. (2026). *Aplicación de ELK Stack en el monitoreo y visualización de datos de alertas generados por IDS/IPS de código abierto*.
- Peñaranda Fajardo, J. A., & Escobar Román, S. (2025). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de seguridad basado en Wazuh y Elastic Stack en entornos virtuales*.
- Scarfone, K., & Mell, P. (2022). *Guide to intrusion detection and prevention systems* (NIST Special Publication 800-94). National Institute of Standards and Technology.
- Shameli-Sendi, A., Aghababaei-Barzegar, R., & Cheriet, M. (2021). Taxonomy of cybersecurity strategies. *Journal of Information Security*, 12(3), 155–172.
- Stallings, W., & Brown, L. (2021). *Computer security: Principles and practice* (5th ed.). Pearson.
- Tankard, C. (2022). Advanced persistent threats and detection strategies. *Network Security*, 2022(7), 5–11.

DENSIDAD DE TRICOMAS DE HOJAS DE FRESA Y OVIPOSICIÓN DE ARAÑA ROJA POR EFECTO DE APLICACIONES FOLIARES DE SILICIO

Luis Patricio Guevara Acevedo

luis.ga@roque.tecnm.mx

Juan Carlos Buenavista Centeno¹

L22980421@roque.tecnm.mx

Fernando Germán Flores Guillen

fernando.fg@roque.tecnm.mx

Carlos Moisés Paredes Rodríguez¹

L22980473@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue, evaluar el efecto de la residualidad a 24 y 48 h de la aplicación de silicio en la densidad de tricomas y oviposición de *Tetranychus urticae* en hojas de fresa. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B, siendo A aplicación de silicio y B tiempos de residualidad y un testigo, se tomaron fragmentos foliares de 2 cm² de la cuarta hoja de plantas tratadas y no tratadas colocados en cajas de Petri, sobre algodón saturado con agua destilada. A cada cuadro se transfirieron 10 hembras grávidas de *T. urticae*. Durante cuatro días se registraron la supervivencia, mortalidad, repelencia y oviposición. Para la determinación el conteo de tricomas, se empleó la técnica Pérez y Chan (1986). Los resultados muestran que los

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

tratamientos y tiempos de residualidad mostraron efecto altamente significativo en la oviposición de araña roja.

Palabras clave: Ácaro, dióxido de silicio, MIP, resistencia, *Tetranychus urticae*.

INTRODUCCIÓN

La araña roja (*Tetranychus urticae*), es una de las plagas más importantes en la agricultura debido a su amplia distribución, alta tasa reproductiva y capacidad de alimentarse de numerosas especies vegetales (InfoAgro, 2026). Su impacto es particularmente relevante en cultivos hortícolas bajo condiciones protegidas, donde puede alcanzar altas densidades poblacionales (Koppert, s.f.) y provocar daños significativos al reducir la fotosíntesis y debilitar las plantas (RedAgro, 2021).

El control de esta plaga se ha basado principalmente en el uso de acaricidas; sin embargo, *T. urticae* presenta una notable capacidad para desarrollar resistencia a múltiples ingredientes activos (Dermauw & Van Leeuwen, 2014). Esta resistencia está asociada a mecanismos metabólicos, como la sobreexpresión de enzimas detoxificantes y modificaciones en los sitios blanco (Van Leeuwen *et al.*, 2010), lo que reduce la eficacia de los productos químicos y limita las estrategias de control. Esta situación ha generado la necesidad de implementar alternativas más sostenibles dentro del manejo integrado de plagas (Sparks & Nauen, 2015).

Una estrategia prometedora es la resistencia inducida en plantas, ya que permite activar mecanismos de defensa físicos y bioquímicos que afectan negativamente el desarrollo y reproducción de los herbívoros (Alhousari & Greger, 2018). Entre los inductores más estudiados destaca el silicio, elemento que, aunque no es esencial para todas las plantas, ha mostrado efectos positivos en la tolerancia al estrés biótico (Acevedo *et al.*, 2021), este puede contribuir a la resistencia vegetal mediante dos mecanismos principales; actúa como barrera física al depositarse en las paredes celulares, incrementando su rigidez y dificultando la alimentación de los ácaros (Ma & Yamaji, 2015) e induce respuestas fisiológicas, como el aumento en la actividad de enzimas antioxidantes y la activación de rutas de defensa, lo que fortalece la resistencia sistémica de la planta (Debona *et al.*, 2017).

La eficacia del silicio en el manejo de *T. urticae* mediante aplicaciones en cultivos como fresa han mostrado reducciones significativas en la densidad poblacional del ácaro, así como una relación negativa entre el contenido de silicio en los tejidos y la incidencia de la plaga (Reynolds *et al.*, 2009).

Asimismo, nuevas formulaciones de silicio han evidenciado efectos aún más marcados, incluyendo disminuciones importantes en poblaciones de ninfas y mejoras en las características estructurales de las plantas (Suriyaprabha *et al.*, 2012). Es por ello que el objetivo de esta investigación fue, el efecto de la residualidad a 24 y 48 h de la aplicación de silicio en la densidad de tricomas y oviposición de *Tetranychus urticae* en hojas de fresa bajo condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció una colonia madre de *Tetranychus urticae* Koch a partir de individuos colectados en cultivos de maíz y fresa. Los ácaros se mantuvieron y multiplicaron en plantas de fresa cv Sayulita. Para el establecimiento del material vegetal se trasplantaron plántulas de fresa de la misma variedad con 20 días de enraizamiento. Las plantas se cultivaron en contenedores de plástico de 1 L, utilizando un sustrato compuesto por turba canadiense (Premier Sphagnum Peat Moss®) y perlita (Hortiperl®) en proporción 7:3 (v/v), y se fertilizaron con una solución nutritiva estándar. Posteriormente, las plantas se mantuvieron en cajas entomológicas de madera (1,0 × 0,75 × 0,50 m) cubiertas con tela organza para evitar infestaciones externas. Cuando las plantas alcanzaron el estado de cuatro hojas verdaderas, se aplicó silicio de forma foliar a una dosis comercial de 15 g/L de Diatomix Organic Technology® (92 % SiO₂ nH₂O; Imerys), más 1 % de adherente Fixed-Gro® (Agro-Science). Plantas sin aplicación de silicio se utilizaron como testigo. El experimento se analizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B, siendo el factor A tratamiento con aplicación de silicio y B tiempos de residualidad y un testigo. Para la evaluación de la residualidad del silicio, se tomaron fragmentos foliares de 2 × 2 cm de la cuarta hoja de plantas tratadas y no tratadas (testigo). Los fragmentos se colocaron con el envés hacia arriba en cajas de Petri, sobre algodón saturado con agua destilada, conformando la unidad experimental. Para cada tiempo de evaluación de 24 y 48 h se utilizaron fragmentos provenientes de cinco plantas por cultivo, obteniendo un total de 10 fragmentos foliares por tratamiento y tiempo. Las cajas de Petri se cerraron con tapas modificadas mediante una abertura circular de 5 cm de diámetro, cubierta con tela organza para permitir la ventilación. Durante un periodo de cuatro días consecutivos se registraron las variables biológicas de *T. urticae*: supervivencia, mortalidad, repelencia (no preferencia, determinada por el abandono del fragmento foliar) y oviposición. Los huevecillos se contabilizaron diariamente y se retiraron con un alfiler entomológico después del conteo. Las variables evaluadas fueron porcentajes de supervivencia, mortalidad y repelencia se calcularon para cada tratamiento y tiempo de residualidad, y se transformaron mediante la función arcoseno antes del análisis estadístico. El número de huevos por hembra por día (HHD) se calculó mediante la

fórmula de propuesta por Ruppel (1983): $HHD = \frac{\text{Numero promedio de huevos puestos}}{\text{Número de hembras vivas} \times \text{Número de días}}$.

Para la determinación el conteo de tricomas, se empleó la técnica Al mismo tiempo se realizó el conteo de tricomas utilizando la técnica de Pérez y Chan (1986), modificada por Benavidez et al., (2004). Se obtuvo un valor promedio a partir de los resultados de las cinco hojas analizadas, y la densidad final fue extrapolada a una superficie de 1 mm²

Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y, cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$), mediante un diseño completamente al azar con 5 repeticiones y arreglo factorial A x B. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el software SAS versión 9.4 para Windows (SAS Institute Inc., 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos aplicados con oxido de silicio no presentaron efecto en el número de tricomas, pero en el numero de huevos por hembra por día (HHD) el efecto fue altamente significativo, estos mismos valores se observaron para los tiempos de residualidad de las aplicaciones de silicio (Tabla 1). Estos valores son similares a los reportados por Samuels, *et al.* (2021), quien menciona que la aplicación de silicio no aumento la densidad de tricomas solamente se acumulo en la base de los tricomas en hojas de pepino, tal como se informó en estudios previos de Samuels, *et al.* (2021) quienes reportaron que en hojas de calabaza y melón, así como en las de pepino, el silicio se acumuló en gran medida en las células que rodean la base de los tricomas. En el propio tricoma, en lugar de silicio, se depositó calcio. Por lo tanto, la intensidad de los tricomas foliares de estas tres plantas aumenta debido a la combinación de calcio en el tricoma y silicio en su base. En la hoja de melón, el silicio se depositó en gran medida tanto en el tricoma como en las células que rodean su base.

La aplicación de óxido de silicio no presento efecto en el número de tricomas, pero en el número de HHD el efecto fue altamente significativo al observar valores de 31.55 HHD y en el testigo un valor de 50.70 oviposiciones, lo que indica que, con aplicación de dióxido de silicio, la oviposición se disminuye en más del 37% en comparación de plantas sin aplicación. Al respecto Roghayeh *et al.* (2025) menciona que el tratamiento con aplicaciones de silicio redujo el número de huevos en un 33% en comparación con las plantas no tratadas.

Tabla 1. Cuadrado medio de las variables de tricomas en hojas de fresa y HHD de *Tetranychus urticae* por efecto de tratamientos con óxido de silicio.

Fuente	Grados Libertad	Cuadro de la Media	
		Tricomas	HHD
Rep	9	26.26 ^{ns}	370.29 ^{ns}
Trat (T)	1	36.1 ^{ns}	3667.22 ^{**}
Tiemp (t)	1	62.4 ^{ns}	2873.02 ^{**}
T x t	1	0.0 ^{ns}	119.02 ^{ns}
E.E.	27	61.37	302.31
Total	51	-	-
	R ²	0.907	0.853
	CV	12.56	12.27

Nota: Elaboración propia

Para los tiempos de residualidad de las aplicaciones de óxido de silicio se observó que no presentaron efecto sobre la densidad de tricomas (Tabla 2), pero efecto altamente positivo sobre los HHD (Huevos por Hembra por Día), observando que a las 24 h presentó los mayores de oviposición con 49.60 HHD y disminuyendo en más del 34% a las 48 h (32.65 HHD). Estos valores indican que el silicio presenta mayor efecto a los 2 días de aplicación, estos valores confirman lo que reportaron Gomes *et al.* (2005) que observaron que la aplicación de sílice foliar tiene su máxima absorción entre los 2 a 4 días y con ello presentar los mayores efectos en esos tiempos.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos y tiempos de residualidad sobre los HHD de *Tetranychus urticae* en hojas de fresa.

Tratamiento	HHD	Tiempo (h)	HHD
Silicio	31.55 b	24	49.60 a
Testigo	50.70 a	48	32.65 b

Nota: Elaboración propia

Los resultados de correlación de la densidad de tricomas de HHD de araña roja en hojas de fresa (Tabla 3), se observa que presentan una correlación negativa que indica que a mayor densidad de tricoma menor oviposición de los ácaros, estos valores confirman lo reportado por Harizanova *et al.* (2020) que mencionan que en investigaciones en cultivos de leguminosas y hortalizas confirman que, a mayor número de tricomas, menor oviposición, debido a que los ácaros prefieren superficies

lisas. En variedades con baja densidad de tricomas, la oviposición es máxima porque el ácaro encuentra menos obstáculos físicos para desplazarse y depositar huevos.

Tabla 3. Correlación de densidad de tricomas de hojas de fresa con HHD de *Tetranychus urticae*

	Tricomas	Huevos
Tricomas	1	-0.02256 0.0012**
Huevos		1

CONCLUSIÓN

La aplicación foliar de dióxido de silicio en plantas de fresa es una alternativa para el manejo integrado de la araña roja al disminuir las oviposiciones en más de 34% a las 48 h posteriores a la aplicación, presentando menor número de adultos y con ello la disminución del ataque del acaro.

FUENTE DE INFORMACIÓN

- Acevedo FE, Peiffer M, Ray S, Tan C-W and Felton GW. 2021. Silicon-Mediated Enhancement of Herbivore Resistance in Agricultural Crops. *Front. Plant Sci.* 12:631824. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.631824>
- Alhousari, F., & Greger, M. 2018. Silicon and Mechanisms of Plant Resistance to Insect Pests. *Plants*, 7(2), 33. <https://doi.org/10.3390/plants7020033>
- Daniel Debona, Fabrício A. Rodrigues, Lawrence E. Datnoff. 2017. Silicon's Role in Abiotic and Biotic Plant Stresses. *Annual Review Phytopathology*. 55:85-107. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080516-035312>
- Dermauw Wannes & Van Leeuwen Thomas. 2014. The ABC gene family in arthropods: Comparative genomics and role in insecticide transport and resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 45, 89–110. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2013.11.001>
- Harizanova, A., Koleva-Valkova, L., Stoeva, A., Sevov, A. 2020. Silicon Treatment Effects on *Tetranychus urticae* and Physiology of Zucchini Plants. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 64 (2): 183-190.
- InfoAgro. (2026). *Características de la araña roja (Tetranychus urticae)*. Recuperado de <https://mexico.infoagro.com/caracteristicas-de-la-arana-roja-tetranychus-urticae/>
- Koppert. (s.f.). *Araña roja: biocontrol, daños y ciclo de vida*. Recuperado de <https://www.koppert.mx/plagas-en-plantas/aranas-rojas-y-otras-aranas/arana-roja/>

- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2015). A cooperative system of silicon transport in plants. *Trends in Plant Science*, 20(7), 435–442. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.04.007>
- RedAgro. (2021). *Araña roja*. Recuperado de <https://redagro.mx/2021/08/17/arana-roja/>
- Reynolds, O.L., Keeping, M.G. and Meyer, J.H. 2009, Silicon-augmented resistance of plants to herbivorous insects: a review. *Annals of Applied Biology*, 155: 171-186. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2009.00348.x>
- Roghayeh Hossein, H. R., Hamed, A., Nikbakht, A., Aghamohammadi, N., 2025. Effects of silicon nano-chelate on *Tetranychus urticae* populations and plant structural and physiological traits in rose cultivars. *Scientific Reports* 15:36014 | <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19979-4>
- Samuels, A.L., Glass, A.D.M., Ehret, D.L. and Menzies, J.G. 2011. Distribution of Silicon in Cucumber Leaves during Infection by Powdery Mildew Fungus (*Sphaerotheca fuliginea*). *Canadian Journal of Botany*, 69, 140-146.
- Samuels, A.L., Glass, A.D.M., Ehret, D.L. and Menzies, J.G. 2021. Mobility and Deposition of Silicon in *Cucumber Plants*. *Plant Cell and Environment*, 14, 485-492.
- Sparks Thomas C., Nauen Ralf. 2015. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014>
- Suriyaprabha, R., Karunakaran, G., Yuvakkumar, R. 2012. Growth and physiological responses of maize (*Zea mays* L.) to porous silica nanoparticles in soil. *J Nanopart Res* 14, 1294. <https://doi.org/10.1007/s11051-012-1294-6>
- Van Leeuwen Thomas, Vontas John, Tsagkarakou Anastasia, Dermauw Wannes & Tirry Luc. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40(8), 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008>

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL SEGÚN LA NOM035-STPS-2018 EN LA SUBDIRECCIÓN DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN

Guadalupe María Barreras Álvarez

guadalupe.ba@huatabampo.tecnm.mx

Leyva Valenzuela Griselda

Eleazar Rios Valdez

Elisabet Alcantar Quintero¹

l20600146@huatabampo.tecnm.mx

Ximena Castro Barreras ¹

l25600092@huatabampo.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Huatabampo.

RESUMEN

La presente investigación identifica y analiza los factores de riesgo psicosocial bajo la norma NOM-035-STPS-2018, en una Institución de Educación Superior. Inicialmente, se analizaron los antecedentes sobre los factores de riesgo psicosocial, el marco normativo que las regula en México, incluyendo la NOM-035-STPS-2018. Se abordaron los conceptos relacionados con los factores de riesgo psicosocial, el estrés, estrés laboral, burnout y mobbing. La metodología utilizada para la investigación, se basa en un enfoque cualitativo no experimental. La recolección de datos se realizó a través de la guía de referencia I y III, y se explica el proceso de selección de la muestra. Por

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Huatabampo.

último, se incluyen los hallazgos de la guía de referencia III, un mapa de riesgos, y un análisis de los factores de riesgo psicosocial. Las conclusiones y recomendaciones sugieren estrategias específicas para mejorar la carga de trabajo, la jornada laboral y la relación trabajo-familia.

Palabras clave: *Burnout, Entorno organizacional, Estrés laboral, Mobbing, Salud mental.*

La salud mental constituye un componente esencial de bienestar y permite a las personas afrontar las situaciones de estrés, desarrollar sus capacidades, desempeñar adecuadamente sus actividades laborales y contribuir al desarrollo de la sociedad. Asimismo, representa un derecho humano fundamental y un elemento indispensable para el funcionamiento de las organizaciones. (Organización Mundial de la Salud, 2022).

En el ámbito laboral es indispensable distinguir entre las exigencias propias del trabajo y los factores de riesgo psicosocial. Las demandas propias de una actividad pueden representar retos que favorezcan el desarrollo profesional cuando existen condiciones adecuadas de apoyo, capacitación y motivación. Sin embargo, cuando dichas exigencias se convierten en carga excesivas o se desarrollan en ambientes organizacionales deficientes pueden afectar la salud física y mental de los trabajadores. (Agencia Europea para la Salud en el Trabajo, 2022).

En México, el reconocimiento de la importancia de prevenir los factores de riesgo psicosocial dio origen a diversas disposiciones legales. En 2014 se incorporó se reglamentó la necesidad de identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo psicosocial publicándola en el DOF (DOF, 2014). Posteriormente el 23 de octubre de 2018, se publicó, la Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, cuyo propósito es establecer los elementos para la identificación, análisis y prevención de los factores de riesgo psicosocial, la violencia laboral, y la promoción del entorno organizacional favorable en los centros de trabajo (DOF, 2018). Para lograr una prevención efectiva, resulta indispensable que las organizaciones implementen políticas basadas en buenas prácticas, instrumentos de diagnóstico confiable y estrategias de intervención orientadas a fortalecer la salud ocupacional. (Potter, et al, 2019)

En concordancia con este marco normativo el reglamento federal de seguridad y salud en el trabajo, establece que los empleadores deben identificar los puestos con riesgo psicosocial, detectar a los trabajadores expuestos a acontecimientos traumáticos severos o violencia laboral, implementar medidas preventivas, realizar las evaluaciones clínicas cuando sea necesarias, informar a los

trabajadores sobre los posibles de estos riesgos y conservar los registros correspondientes. El incumplimiento de estas disposiciones puede dar lugar a sanciones conforme a la legislación vigente. (Diario Oficial de la Federación, 2014)

En ese contexto, la NOM-035-STPS-2018, tiene como objetivo identificar y evaluar los factores de riesgo psicosocial, comprender su impacto en la salud de los trabajadores e implementar acciones preventivas que favorezcan un entorno organizacional saludable y contribuyan al bienestar del personal. (NOM-035-STPS-2018)

Es importante diferenciar entre factores psicosociales y factores de riesgo psicosocial. Los primeros describen aspectos relacionados con la estructura organizacional, el diseño del trabajo, el liderazgo, la cultura institucional y las relaciones laborales, los cuales pueden influir positiva o negativamente en el desempeño. En cambio, los factores de riesgo psicosocial hacen referencia a aquellas condiciones organizacionales que incrementan la probabilidad de generar efectos adversos sobre la salud física y mental de los trabajadores, convirtiéndose en desencadenantes del estrés laboral y otros problemas de bienestar. (Moreno Jiménez, 2011)

De manera similar, la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo señala que los riesgos psicosociales surgen como consecuencia de una inadecuada organización y gestión del trabajo, así como de un contexto laboral desfavorable, pudiendo ocasionar efectos psicológicos, físicos y sociales negativos (Agencia Europea para la Salud en el Trabajo, 2022).

Entre las principales consecuencias de estos riesgos destaca el estrés laboral, considerado uno de los problemas más relevantes en la salud ocupacional. Hans Seyle lo definió como “La respuesta no específica del cuerpo a cualquier demanda” (Seyle, 2013, pág. 15). Posteriormente Organización Internacional del Trabajo amplió este concepto al señalar que el estrés aparece cuando existe un desequilibrio entre las exigencias del trabajo y los recursos o capacidades del individuo para hacerles frente. (OIT, 2016). Cuando esta condición se prolonga en el tiempo puede provocar alteraciones emocionales, dificultades para concentrarse, disminución del compromiso laboral y diversas afectaciones físicas, entre ellas enfermedades cardiovasculares, trastornos digestivos, hipertensión y cefaleas. (Gobierno del Estado Colombiano, s. f.)

Otro término estrechamente relacionado es el síndrome de burnout. Este concepto se originó en la década de 1970 para describir el agotamiento físico, emocional y mental que experimentaban los

profesionales que trabajaban en áreas de ayuda social, como terapeutas, trabajadores sociales y personal sanitario. (Aris Redó, 2009)

Asimismo, el mobbing o acoso psicológico laboral constituye una forma de violencia caracterizada por conductas hostiles repetidas y sistemáticas dirigidas hacia un trabajador durante un periodo prolongado. Estas acciones generan un deterioro del bienestar emocional, afectan las relaciones interpersonales y repercuten en el clima organizacional (Rojo & Cervera, 2005).

El impacto que puedan tener las situaciones antes analizadas en la salud de los trabajadores hace que surja la siguiente pregunta, ¿Qué factores de riesgo psicosocial afectan al personal de la Subdirección de Planeación, Programación y Presupuestación de una Institución de Educación Superior?

El objetivo de la investigación, es, por tanto, identificar los factores de riesgo psicosocial bajo la norma NOM-035-STPS-2018 y proponer estrategias que mitiguen estos factores en el personal del área de la Subdirección de Planeación, Programación y Presupuestación de una Institución de Educación Superior.

La Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, establece elementos para identificar, analizar y prevenir factores de riesgos psicosociales, además de promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo. Por ello, las instituciones de educación superior con un número mayor de 50 empleados tienen que trabajar en la implementación de dicha norma en su centro de trabajo. Al implementarse la norma en un centro de trabajo, ayuda a garantizar que los trabajadores cuenten con un ambiente seguro, ayuda a reducir el riesgo de problemas de salud mental y física provocados por las funciones del puesto que se desempeña. Ayuda, además, a mejorar la productividad y el rendimiento de los empleados, mejora la cultura laboral y la satisfacción del personal del centro de trabajo.

Finalmente, el estudio se delimita al análisis de los factores de riesgo psicosocial y de las condiciones del entorno organizacional en el personal de la Subdirección de Planeación, Programación y Presupuestación de una institución de educación superior del estado de Sonora. Asimismo, contempla la identificación de trabajadores expuestos a acontecimientos traumáticos severos y la formulación de estrategias de prevención orientadas a disminuir los factores de riesgo psicosocial, prevenir la violencia laboral y fortalecer un entorno organizacional favorable.

MÉTODO

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un enfoque deductivo, descriptivo y transeccional, no experimental, lo que permitió comprender, de manera integral, los factores de riesgo psicosociales presentes en la organización y su posible impacto en la salud y bienestar de los trabajadores. (Hernández, et al, 2018)

La recolección de información se realizó mediante la aplicación de la guía de referencia III establecida en la NOM-035-STPS-2018, instrumento diseñado para la identificación y análisis de los factores de riesgo psicosocial, así como la evaluación del entorno organizacional en centros de trabajo. El cuestionario fue aplicado al personal de base de una Institución de Educación Superior del Estado de Sonora, siguiendo las condiciones y lineamientos establecidos por la propia norma. (NOM-035.STPS-2018)

Los datos obtenidos permitieron identificar los principales factores de riesgo psicosocial que influyen en el desempeño laboral, así como evaluar las condiciones del entorno organizacional. A partir de estos resultados, fue posible establecer áreas prioritarias de intervención y proponer estrategias orientadas a fortalecer un entorno organizacional favorable dentro de la Subdirección de Planeación, Programación y Presupuestación y sus departamentos.

Finalmente, el análisis de la información, se realizó de forma paralela al proceso de recolección de datos, considerando según Hernández et. al. (2018), que, en la investigación cualitativa, no existe un esquema único de análisis, sino que este caso debe responder a los objetivos planteados y al marco de referencia utilizado, en este caso, la NOM-035-STPS-2018.

RESULTADOS

La evaluación inició con la aplicación de la guía de referencia I, para identificar trabajadores expuestos a acontecimientos traumáticos severos y posteriormente la aplicación de la guía de referencia III, para analizar los factores de riesgo psicosocial y entorno organizacional. Los resultados indicaron que ningún trabajador requiere de valoración clínica especializada.

Mapa de Riesgo

El mapa de riesgo constituye una herramienta que permite representar de forma visual los resultados obtenidos mediante los cuestionarios de evaluación, facilitando la clasificación e identificación de los factores de riesgo psicosocial conforme a los criterios establecidos en la NOM-035-STPS-2018. A partir de esta representación es posible identificar las áreas prioritarias de intervención y orientar la toma de decisiones para la prevención de riesgos.

Los resultados que muestra la tabla 1, de las seis áreas evaluadas, la mayoría presenta un nivel de riesgo medio en la categoría factores propios de la actividad, mientras que una sola área se ubica en riesgo bajo. En la categoría organización del tiempo de trabajo se observa una mayor variabilidad, con departamentos clasificados en niveles nulo, bajo, medio y un caso de riesgo muy alto. En contraste, la categoría entorno organizacional presenta un nivel de riesgo nulo en todas las áreas, lo que evidencia una percepción favorable del ambiente institucional.

En el análisis por dominios destacan la carga de trabajo, jornada de trabajo, y la interferencia en la relación trabajo-familia, como los principales factores de riesgo, mientras que las condiciones en el ambiente de trabajo, falta de control en el trabajo, liderazgo, violencia laboral, el reconocimiento del desempeño y el insuficiente sentido de permanencia e inestabilidad, muestran niveles de riesgo nulo o bajo. Finalmente la evaluación global de la institución es de 83 puntos, correspondiente a un nivel de riesgo medio, lo que indica la necesidad de implementar acciones preventivas y de mejora continua.

Fuente: Elaboración Propia.

CATEGORÍA	GLOBAL	SUBDIRECCIÓN DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN					
		CENTRO DE INFORMACIÓN	DEPARTAMENTO DE ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES	DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN	DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN	DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES	SUBDIRECCIÓN
Ambiente de Trabajo	5	1	2	3	3	3	2
Factores Propios de Organización del Tiempo de Liderazgo y Relaciones en el Entorno Organizacional	38	50	27	34	32	49	34
	7	10	5	6	6	7	6
	23	18	9	13	28	12	3
	8	4	8	8	9	8	5

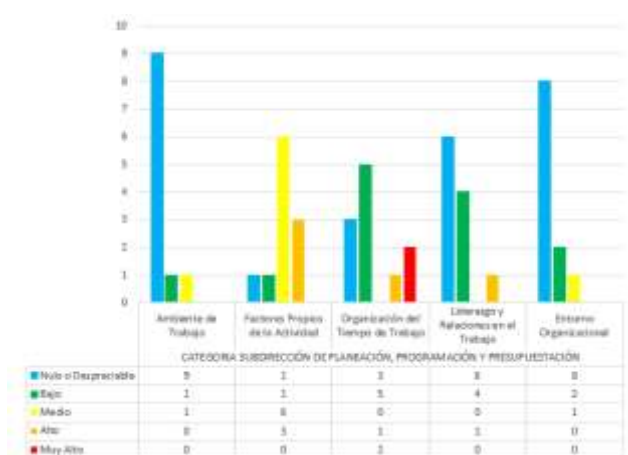
DOMINIO	GLOBAL	SUBDIRECCIÓN DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN					
		CENTRO DE INFORMACIÓN	DEPARTAMENTO DE ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES	DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN	DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN	DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES	SUBDIRECCIÓN
Condiciones en el ambiente de trabajo	3	2	2	3	3	3	2
Carga de Trabajo	24	38	19	13	23	26	22
Falta de Control sobre el Trabajo	10	14	12	12	13	15	10
Jornada de Trabajo	1	1	1	2	2	3	1
Interferencia en la Relación Trabajo-Familia	5	10	4	4	4	4	2
Liderazgo	5	8	0	5	5	7	3
Relaciones en el Trabajo	9	6	3	6	15	5	8
Violencia	3	4	1	3	3	4	3
Reconocimiento del Desempeño	4	3	3	4	4	4	3
Insuficiente Servicio de Permanencia Acreditada	2	1	2	4	3	2	2

Tabla 1. Mapa de Riesgo

La gráfica 1 presenta los resultados globales por categoría de los factores de riesgo psicosocial, ofreciendo una visión general de la percepción de los trabajadores respecto a las condiciones laborales. Los resultados muestran que la categoría ambiente de trabajo es percibida en su mayoría con un nivel de riesgo nulo o despreciable, lo que refleja condiciones físicas y sociales favorables para el desempeño de las actividades.

La categoría factores propios de la actividad concentra la mayor cantidad de evaluaciones en niveles medio y alto, lo que evidencia que las exigencias inherentes al puesto, las responsabilidades y la carga de trabajo representan el principal factor de riesgo psicosocial para el personal. En cuanto a la organización del tiempo de trabajo, aunque predominan las percepciones de riesgo bajo o nulo, se identifican algunos casos con nivel alto y muy alto lo que sugiere la necesidad de revisar la distribución de la carga laboral, los horarios y las condiciones de flexibilidad.

Fuente: Elaboración Propia.



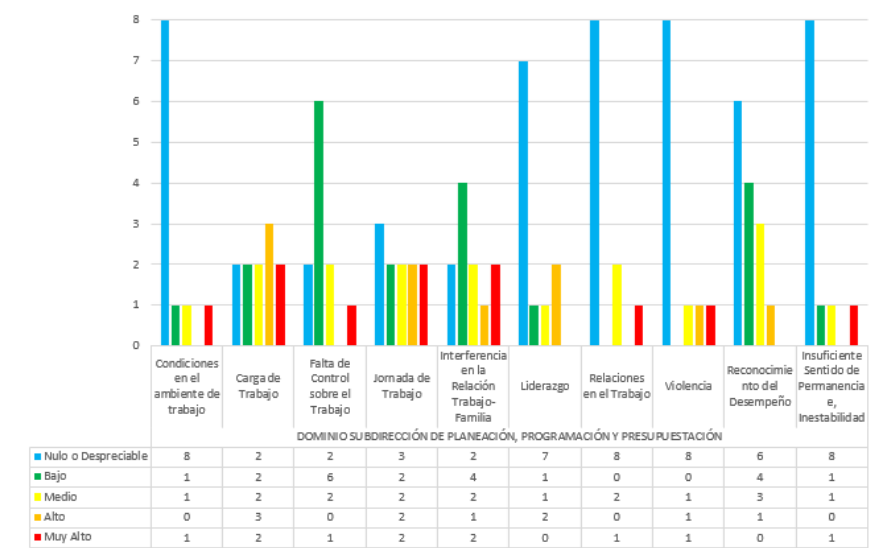
Gráfica 1. Resultados Globales por Categoría

Asimismo, la categoría liderazgo y relaciones en el trabajo presentan una percepción favorable en términos generales, la existencia de evaluaciones elevadas, indica áreas susceptibles de mejora mediante acciones preventivas. Finalmente, el entorno organizacional es valorado positivamente por la mayoría del personal, constituyendo una fortaleza institucional, aunque se recomienda mantener un monitoreo continuo para prevenir el surgimiento de nuevos factores de riesgo psicosocial.

En la gráfica 2 se presentan los resultados globales por dominio de los factores de riesgo psicosocial. En el dominio condiciones en el ambiente de trabajo, la mayoría de los trabajadores perciben un nivel de riesgo nulo o despreciable; sin embargo, la presencia de evaluaciones en nivel medio y muy alto, evidencian casos aislados que requieren seguimiento preventivo.

Respecto a la carga de trabajo la evaluación es homogénea, que tiende a niveles medios y altos, que refiere sobrecarga laboral y exigencias excesivas. En falta de control sobre el trabajo existe una percepción mínima, pero destacable con evaluación de los factores de riesgo medio y muy alto, lo que podría reflejar una limitada autonomía en el desempeño de las funciones. Los dominios jornada de trabajo e interferencia en la relación trabajo-familia presentan evaluaciones de nivel de riesgo medio, alto y muy alto, indicando que el equilibrio entre la vida personal y laboral puede verse comprometido en parte del personal.

Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica 2. Resultado Globales por Dominio

En cuanto al liderazgo y las relaciones en el trabajo, la percepción general es favorable, no obstante, algunos trabajadores reportan niveles de riesgo medio, alto y muy alto, lo que podría estar asociado con deficiencias en la comunicación, conflictos interpersonales o falta de apoyo directivo.

Finalmente, aunque la violencia en el trabajo y el reconocimiento del desempeño presenta una percepción predominantemente positiva existen casos que demandan atención inmediata. Por su parte, el dominio sentido de permanencia e inestabilidad laboral reflejan niveles altos de satisfacción, lo que constituye una fortaleza para la institución.

DISCUSIÓN

El resultado global 83, que refleja un nivel medio de riesgo, obtenido en el presente trabajo al aplicar la guía de referencia III, Identificación de los factores de riesgo psicosocial y evaluación del entorno organizacional en los centros de trabajo, de la Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018 en una institución de educación superior de Sonora indica, que es necesario una mayor difusión de la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral. Es importante destacar los resultados por categoría. De las cinco categorías, tres, la categoría ambiente de trabajo, liderazgo y relaciones en el trabajo y entorno organizacional, obtuvieron un riesgo nulo, y las otras dos categorías, factores propios de la actividad y organización del tiempo de trabajo son las que obtuvieron un riesgo medio. Los dominios que representan ese

resultado en un nivel medio de riesgo son carga de trabajo y jornada de trabajo. Y a pesar de que en los resultados globales por dominio de interferencia en la relación trabajo-familia se obtuvo un nivel bajo de riesgo, hubo un departamento que indicaron un nivel muy alto de riesgo.

CONCLUSIONES

El objetivo general de este trabajo es identificar los factores de riesgo psicosocial bajo la norma NOM-035-STPS-2018 y proponer estrategias que mitiguen estos factores en el personal de la Subdirección Planeación, Programación y Presupuestación de una institución de educación superior del estado de Sonora, se logró, ya que se identificaron los dominios que representan un mayor riesgo para el bienestar de los empleados, además de identificarse por departamento los riesgos y los niveles que los afectan.

RECOMENDACIONES

Con base a en los datos recabados en el diagnóstico, se proponen diversas estrategias orientadas a reducir los factores de riesgo psicosocial identificados y fortalecer el bienestar del personal, en cumplimiento con los lineamientos de la NOM-035-STPS-2018. Las recomendaciones se central principalmente en atender la sobrecarga laboral, la organización del tiempo de trabajo y la conciliación entre la vida laboral y familiar.

Para disminuir los efectos de la carga de trabajo, se recomienda, optimizar los procesos organizacionales, promover una distribución equitativa de las actividades, delegar responsabilidades de manera eficiente establecer prioridades y metas alcanzables, así como implementar horarios flexibles cuando las funciones lo permitan. Asimismo, reducir las largas jornadas de trabajo mediante la incorporación de herramientas de gestión colaborativa, rotación de funciones, la conformación de círculos de mejora continua, **y la implementación de pausas activas y espacios de descanso.**

Respecto a la interferencia entre el trabajo y la vida personal, se plantea fortalecer las políticas de conciliación laboral-familiar mediante programas de apoyo al personal, permisos para atender responsabilidades familiares, servicios de apoyo como guarderías y actividades de integración que favorezcan el equilibrio entre ambos ámbitos. En conjunto estas acciones buscan mejorar la salud mental, incrementar la satisfacción laboral, fortalecer el clima organizacional y favorecer un entorno laboral saludable, productivo y sostenible.

REFERENCIAS

- Agencia Europea para la Salud en el Trabajo. (2022). Los riesgos psicosociales y el estrés en el trabajo. Obtenido de: <https://osha.europa.eu/es/themes/psychosocial-risks-and-stress>
- Aris Redó, N. (Septiembre de 2009). Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa. 7. Obtenido de <https://doi.org/10.25115/ejrep.v7i18.1324>
- Diario Oficial de la Federación. (13 de Noviembre de 2014). Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. Obtenido de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&fecha=13/11/2014#gsc.tab=0
- Diario Oficial de la Federación. (23 de Octubre de 2018). Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo Identificación, análisis y prevención. Recuperado el 21 de diciembre de 2022, 103 Bibliografía de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018#gsc.tab=0
- Gobierno del Estado Colombiano. (s.f.). Función Pública. Obtenido de: https://www.funcionpublica.gov.co/preguntas-frecuentes/-/asset_publisher/sqxafjubsrEu/content/el-estres-laboral/28585938?_com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_sqxafjubsrEu_assetEntryId=28747616&redirect=https%3A%2F%2Fwww.
- Hernandez Sampieri, R., Hernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación (Cuarta Edición ed.). México: Mc-Graw Hill.
- Moreno Jiménez, B. (2011). Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales. Scielo, 57(1), 4-19. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2011000500002>
- Organización Internacional del Trabajo. (2016). Estrés en el trabajo: un reto colectivo. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_466549.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (17 de Junio de 2022). Salud mental: fortalecer nuestra respuesta. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>
- Organización Panamericana de la Salud. (28 de Abril de 2016). Estrés laboral es una carga para los individuos, los trabajadores y las sociedades. Obtenido de: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11973:workplace-stress-takes-a-toll-on-individuals-employers-and-societies&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0

- Potter, R., O'Keeffe, V., Leka, S., Webber, M., & Dollar, M. (enero de 2019). Revisión analítica del contexto de la política australiana para la salud psicológica y los riesgos psicosociales relacionados con el trabajo. *Ciencias de la seguridad*, 111, 37-48. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092575351830242X>
- Rojo, J. V., & Cervera, A. M. (2005). *Mobbing o Acoso Laboral*. Madrid: Tebár, S. L.
- Seyle, H. (2013). *Stress Health and Disease*. Boston: Butterworth-Heinemann.

DIOXIDO DE SILICIO EN LA RESISTENCIA DE FRESA A ARAÑA ROJA

María Victoria Rodríguez García

maria.rg@roque.tecnm.mx

Sarahyt S. González Figueroa

sarahyt.gf@roque.tecnm.mx

Carlos Moisés Paredes Rodríguez¹

L22980473@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

Se evaluó el efecto de Diatomix Organic Technology® (92% SiO₂·nH₂O Imerys), como factor de resistencia a diferentes tiempos de residualidad, en la antibiosis, antixenosis y repelencia del ácaro *Tetranychus urticae* Koch en hojas de fresa (*Fragaria × ananassa*). Se trasplantaron plántulas en bolsas de siembra. Al alcanzar la cuarta hoja, se asperjaron con la solución a dosis comercial de 3 kg ha⁻¹, a las 24, 48, 72, 96 h y 192h de residualidad, repitiendo en el testigo. Se obtuvieron cuadros de 2x2 cm de las hojas, que fueron colocados en cajas Petri, por cuadro se transfirieron 10 hembras grávidas. Para HHD se aplicó la fórmula de Ruppel, análisis de varianza y prueba de medias Tukey (p≤0.05) para la separación de medias. Los resultados evidencian un efecto altamente significativo en el porcentaje de hembras repelidas y en HHD presentando la mayor repelencia a las 24h (21.05%) y 48h (31.80%).

Palabras Clave: Antibiosis Antixenosis, Ovoposición, Repelencia, Residualidad.

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria × ananassa*) es un fruto que contiene antioxidantes para combatir el envejecimiento celular y fortalecer el sistema cardiovascular. De acuerdo con el DGSIA, al cierre de 2024 se cosecharon 696 mil 913 toneladas. Michoacán, Baja California y Guanajuato, conformaron el top 3 en aportación al volumen nacional. *México se posiciona en el quinto lugar en la producción mundial, con 124 por ciento más rendimiento que el promedio.* (SADER, 2026; DGSIA, 2024). En la actualidad, uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores de fresa es el llamado ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Bollan et al 1998), esto es debido a que el ácaro ha rebasado los daños comparados con otras plagas insectiles, por lo que han adquirido relevancia en la investigación de su ecología química, fomentando la búsqueda de alternativas viables para su control. (Mérida-Torres, 2026) *T. urticae* presenta una distribución cosmopolita y una alta capacidad de reproducción en plantas como la fresa, tiene tendencia a formar agrupaciones de colonias densas que se localizan en envés de las hojas, provoca daños al insertar sus estiletes succionadores, extrayendo el contenido de la célula, generando una coloración amarillenta, reduciendo la capacidad fotosintética y alterando el ciclo regular del crecimiento de los cultivos vegetales, generando una disminución en el tamaño de las hojas y defoliación de la planta, pudiendo incluso llegar a afectar el desarrollo foliar y del fruto (Mesa, 2000; Klamkowski, et al. 2007).

Se han generado alternativas para el manejo de esta plaga en el cultivo de fresas, siendo algunas de ellos control químico, biológico, cultural y particularmente el empleo del silicio, del cual se han indicado que su aplicación eleva la resistencia frente al ataque de organismos fitopatógenos en algunos cultivos vegetales, formando una barreta mecánica en la pared celular, funcionando también como un estimulador en los mecanismos de resistencia de la planta. (Cuacango 2023).

El objetivo de este trabajo es evaluar la resistencia que adquieren las plantas de fresa al ser tratadas con silicio frente a la plaga de la araña roja (*T. urticae*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Fitosanidad del TecNM en Roque, donde se evaluó el efecto de una solución de silicio, sobre la repelencia, supervivencia y ovoposición de *Teranuchus urticae* Koch en fresa (*Fragaria × ananassa*). Se trasplantaron las plántulas en cepellón de fresa de CV Warrior de 40 días de edad en bolsas de siembra con un sustrato de tezontle y fibra de coco en

proporción 1:1. Una vez que la planta alcanzó la cuarta hoja se asperjaron con una solución dióxido de silicio Diatomix Organic Technology® (92% $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Imerys) a dosis comercial de 3 Kg ha^{-1} , y a las 24 h posteriores se cortaron cuadros de $2 \times 2 \text{ cm}$, los cuales se colocaron con envés hacia arriba en cajas Petri con una base de algodón y agua destilada, asegurando condiciones adecuadas de humedad. Las cajas se cerraron con una tapa que contenía un orificio cubierto con tela organza para garantizar su supervivencia. Al mismo tiempo se recolectaron hembras grávidas provenientes de cultivos de fresa criadas en el laboratorio de Fitosanidad del TecNM-Campus Roque y se colocaron en los cuadros 10 ácaros por cuadro y se mantuvo en una cámara ambiental Biotronette con condiciones de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 55-65% HR y fotoperiodo 16:8 horas luz oscuridad. A las 24 h se evaluó la mortalidad, supervivencia, repelencia y huevos ovopositados los cuales fueron eliminados después del conteo.

El ensayo se realizó en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, tratamiento que consistió en la residualidad a 24, 48, 72 y 96 h y 192h, repitiendo la metodología ya antes descrita en el testigo, se recopilaron los mismos datos ya antes descritos. Los resultados se transformaron a porcentaje y de ahí a arcoseno. Para los Huevos por Hembra por día (HHD) se aplicó la fórmula de Ruppel (1983), expresada como $\text{HHD} = \frac{\text{Numero promedio de huevos puestos}}{\text{Numero de hembras vivas} \times \text{Número de días}}$. Los resultados referentes al número de hembras muertas, repelidas y a la producción de huevos (H/H/D) se analizaron mediante un ANOVA, aplicando un diseño completamente al azar con cinco repeticiones. Los valores porcentuales fueron transformados de manera angular antes del análisis. Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Investigaciones anteriores han destacado la utilidad del análisis con discos foliares para evaluar antibiosis, mostrando mayor eficiencia que el uso de plantas completas (De Ponti, 1985; Kamali et al., 1989). Los análisis estadísticos se realizaron con el software SAS System para Windows, versión 9.0 (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del experimento evidencian que la aplicación foliar de una solución dióxido de silicio Diatomix Organic Technology® (92% $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Imerys), mostró un efecto altamente significativo tanto en el porcentaje de hembras repelidas ($\text{Pr} > F = 4.71$; $p < 0.0001$), como en el número de huevos por hembra por día (HHD) ($\text{Pr} > F = 35.14$; $p < 0.0001$). Respecto a la repelencia del testigo (13.67%), el tratamiento presentó un incremento a las 24h y 48h, con 21.05% y 31.80%, respectivamente, siendo estos los valores más elevados de repelencia, pero, sin evidenciar una

diferencia estadísticamente significativa, a las 72h presentó una disminución (16.68%) , finalmente a las 96 h y 7 días (192 h) los porcentajes se mantuvieron en niveles cercanos, sin marcar una diferencia estadísticamente significativa, con un 18.76% y 11.32 %, respectivamente, lo que evidencia una tendencia decreciente en la efectividad del tratamiento a lo largo del tiempo.

Estos resultados resaltan la importancia de establecer una frecuencia de aplicación adecuada para mantener la acción repelente del silicio frente a *Tetranychus urticae* Koch. Los valores obtenidos difieren significativamente de los reportados por (Hincapié et al., 2019), quienes observaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) en los tratamientos con fracciones hexánicas a 10, 50 y 100 ppm (66.20 %, 95.78 % y 100 %, respectivamente, a las 24 h de observación), así como con fracciones de acetato de etilo a 250 ppm (75.01 %) y 500 ppm (95.75 %), cuyos efectos se mantuvieron constantes durante todos los tiempos evaluados.

Los resultados que se presentan para los ácaros vivos presentan una correlación referente a los ácaros muertos y la repelencia, siendo estos: Testigo vivos: 80%, muertos 6.33%; 24h, vivos: 40.09%, muertos: 28.05%, 48h, vivos: 44.56%, muertos: 31.80%, a partir de las 72h, el comportamiento de invirtió, mostrando la relación antes mencionada entre ácaros vivos y muertos en cada determinación, 72h, vivos:88.88%, muertos: 16.61%; 96h, vivos: 65.60%, muertos: 18.76% y finalmente a las 192h, vivos:80.37%, muertos: 11.32%.

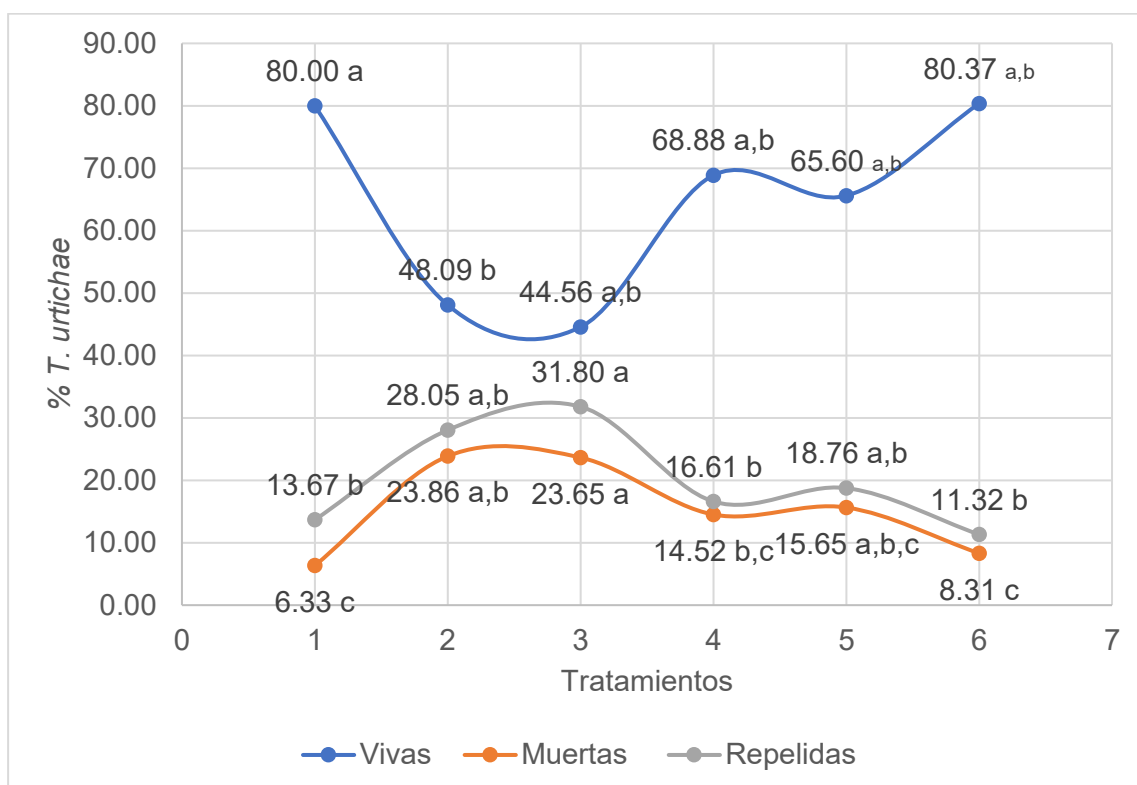


Figura 1. Efecto de la aplicación foliar de una solución dióxido de silicio Diatomix Organic Technology® (92% SiO₂·nH₂O Imerys) en hojas de fresa

Por consiguiente, los resultados de residualidad de la aplicación foliar de una solución dióxido de silicio Diatomix Organic Technology® (92% SiO₂·nH₂O Imerys) en la reducción del número de huevos por hembra por día (HHD), con un valor estadístico de ($Pr > F = 35.15$; $p < 0.0001$). El valor más alto de HHD se registró en el testigo con 99.64 %, mientras que los tratamientos con aplicación de silicio presentaron una disminución progresiva a las 24h y 48h con 97.17% y 94.28%, siendo ambas estadísticamente significativas respecto al testigo. El valor mínimo se observó a las 48 horas con 94.28 %, lo que evidencia un efecto notable del tratamiento sobre la reducción de la oviposición. Sin embargo, a partir de las 72h (98.26%), la ovoposición se incrementó paulatinamente hasta las 96h y 192h con (98.15% y 99.40%) que se concretó el estudio indicando una pérdida parcial de eficacia debido a la degradación del compuesto activo y a la disminución de su residualidad en el follaje.

En comparación, (Sadeghi *et al.*, 2016) evaluaron cuatro dosis de silicio (0, 1, 1.5 y 2 mg L⁻¹) en el control de *T. urticae* en frijol, reportando que la concentración de 2 mg L⁻¹ redujo la población en un 27%, además de afectar el desarrollo, la longevidad y el periodo de oviposición de las hembras. Dichos resultados refuerzan la evidencia de que tanto el silicio como los extractos naturales pueden

influir significativamente en la biología reproductiva del ácaro, actuando como agentes de control alternativos sostenibles.

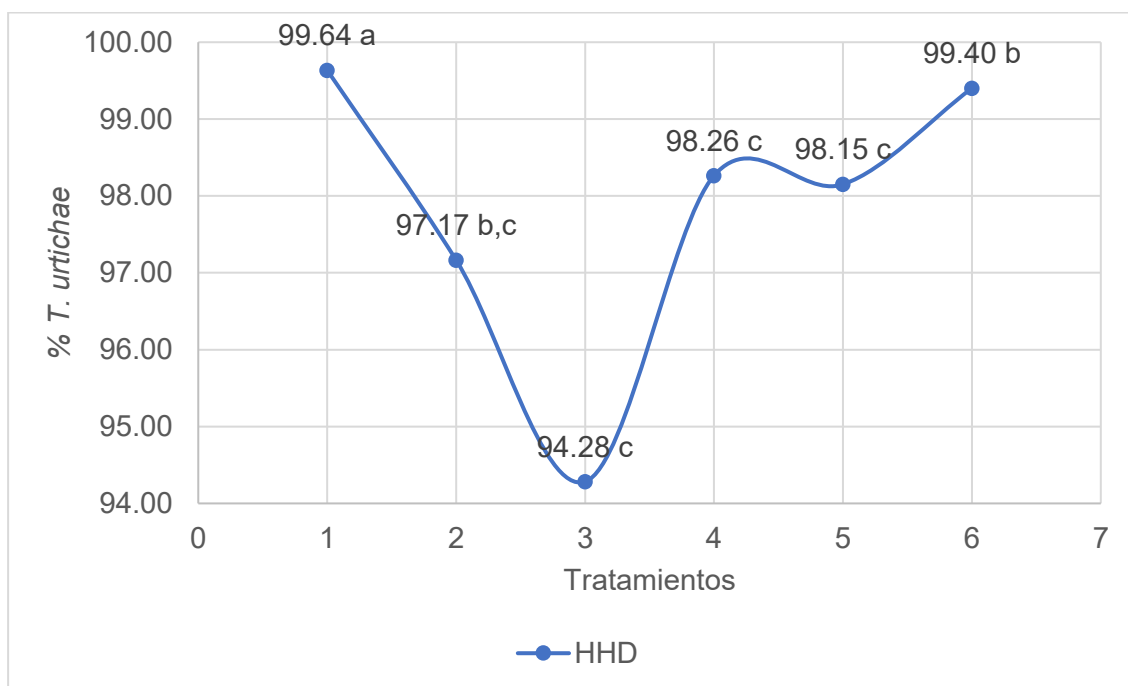


Figura 2. Efecto de de la aplicación foliar en HHD de una solución dióxido de silicio Diatomix Organic Technology® (92% $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Imerys) en hojas de fresa

CONCLUSIONES

El uso de una solución dióxido de silicio Diatomix Organic Technology® (92% $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Imerys) en hojas de fresa demostró un efecto significativo sobre la biología reproductiva y el comportamiento de *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa*), reflejándose en una reducción progresiva del porcentaje de hembras repelidas y del número de huevos por hembra por día (HHD) conforme aumentó el tiempo de residualidad en las primeras horas evaluadas. Los valores más bajos registrados a partir de las 72h evidencian la efectividad del tratamiento durante las primeras etapas posteriores a la aplicación, así mismo la disminución de eficacia a partir de este tiempo sugiere una residualidad limitada.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bolland, H. R., Bottrell, R. G., Phillips, W. G. (1998). Interactions between plant-feeding insects and their hosts. Annual Review of Entomology 43: 703-731.

- Cacuango Robalino, D. N. (2023). Evaluación de silicio para el control de araña roja (*Tetranychus Urticae* Koch) en fresa (*Fragaria Vesca*), cantón Pedro Moncayo [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13533>
- De Ponti O M B (1985) Host plant resistance and its manipulation through plant breeding. In: Helle, W. and Sabelis, M.W. (Eds.) Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume 1B, pp. 395-403. Elsevier, New York, NY.
- DGSIAP. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2024). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Ecología química de la araña roja de dos manchas. Neby Melina Merida-Torres, *et. al.* Gobierno de México. Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. INECOL (Instituto de Ecología AC). Revisado 27-ABR-2026 a las 17:00h
- Hincapié, C. A., Alarcón, J., Monsalve, Z. I., & Céspedes, C. L. (2020). Actividad acaricida y repelencia de *Blechnum cordatum* (Blechnaceae) contra *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Revista colombiana de entomología*, 45(2), e7957. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i2.7957>
- <https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/ecologia-quimica-de-la-arana-roja-de-dos-manchas>
- Klamkowski K, Treder W, Marasek A, Borkowska B. (2007). Stomatal characteristics, leaf gas exchange and growth of strawberry plants as affected by various growing conditions. *Acta Physiol. Plant.* 29.
- Landeros, E. (2003). *Efectos del estrés hídrico en el tamaño de las hojas y defoliación de la planta.* Revista de Botánica Aplicada, 15(2), 45-56.
- Mesa, N. (2000). Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52 (1), 321-363. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/23730/24411>
- Ruppel, R.F. 1983. Cumulative Insect-days as an index of crop Protection. *Journal of Economic Entomology* 375-377.
- Sadeghi, E., Shoushtari, R. V., & Madani, H. (2016). The influence of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) life table and reproductive parameters by applying Si on bean at library condition. *Advances in Entomology (Irvine, Calif.)*, 04(05), 260–267. <https://doi.org/10.4236/ae.2016.45027>
- SADER. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (2026). <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/con-frutas-de-temporada-cumple-tu-proposito-de-2026>

¿DESERCIÓN O AUTOEXCLUSIÓN? UN ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE ABANDONO ESCOLAR EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

Fernando Germán Flores Guillén

Fernando.fg@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

El abandono escolar en la educación media superior constituye un fenómeno complejo. Este estudio analiza si la interrupción de los estudios responde principalmente a factores externos que expulsan a los estudiantes del sistema educativo o a procesos de autoexclusión derivados de experiencias académicas, sociales y emocionales acumuladas. Se examinan variables como el bajo rendimiento académico, las condiciones socioeconómicas, la necesidad de incorporarse al trabajo, la falta de apoyo familiar, y la limitada motivación escolar. El abandono escolar es el resultado de la combinación de factores estructurales e individuales, por lo que requiere estrategias integrales de acompañamiento, inclusión y permanencia escolar que fortalezcan.

Palabras clave: *aprendizaje, deserción, familia, motivación y permanencia.*

INTRODUCCIÓN

Se define deserción como el abandono de las actividades escolares antes de terminar algún grado o nivel educativo (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2004). La CEPAL (2003) reporta que, en promedio, cerca de 37% de los adolescentes latinoamericanos que tienen entre 15 y 19 años de edad, abandona la escuela a lo largo del ciclo escolar. Asimismo, se afirma que la mayor parte de la deserción se produce una vez completada la secundaria y frecuentemente, durante el transcurso del primer año de la enseñanza media superior.

En México, existen dos tipos de programas para la educación media superior: el bachillerato y la educación tecnológica. Estos se imparten, a su vez, en tres modalidades: bachillerato general, tecnológico y bivalente. El bachillerato general concentra 89.5% de la matrícula nacional, y el tecnológico 10.5%, lo que muestra el escaso interés de la población juvenil por los estudios con orientación tecnológica. Sin embargo, independientemente de la popularidad de las modalidades, la eficiencia terminal de ambas es insatisfactoria, ya que solo la mitad lo termina: en bachillerato, 57% y en tecnológico, 45% (SEP, 2004).

Algunos estudios asocian el problema de la deserción con diferentes factores:

- 1) Económicos, que incluyen tanto la falta de recursos en el hogar para enfrentar los gastos que demanda la asistencia a la escuela, como la necesidad de trabajar o buscar empleo.
- 2) Problemas relacionados con la oferta o ausencia de establecimientos destinados a impartir educación de este nivel, lo que se relaciona con la disponibilidad de planteles, accesibilidad y escasez de maestros.
- 3) Problemas familiares, mayormente mencionados por niñas y adolescentes, relacionados con la realización de quehaceres del hogar, el embarazo y la maternidad.
- 4) Falta de interés de los y las jóvenes, lo que incluye también el desinterés de los padres para que continúen con sus estudios.
- 5) Problemas de desempeño escolar, como el bajo rendimiento, la mala conducta y problemas asociados a la edad (Merino, 1993; Piña, 1997; Espíndola y León, 2002; Orozco, 2004).

Tal información se reafirma en un estudio realizado en Chile, donde se expone que las principales causas de deserción escolar en los jóvenes que tienen entre 15 y 19 años, son su ingreso al mercado laboral, problemas económicos y la falta de motivación.

En las mujeres, está también el embarazo y la falta de apoyo familiar para continuar estudiando (Goicovic, 2002).

Otras investigaciones muestran que la deserción se vincula con la escasa capacidad de retención de los sistemas educativos. Esto se refleja en las altas tasas de deserción en la mayoría de los países latinoamericanos, que a su vez se traducen en un bajo número de años de educación aprobados (Christenson, Hurley, Evelo y Sinclair, 1998; Vera y Ribón, 2000; Jurado, 2003; Brewer, 2005). Información similar se encontró en un estudio realizado en Latinoamérica por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2003); en siete países, de ocho analizados,

se observó que la principal razón de abandono escolar en adolescentes, se relaciona con factores económicos.

Entre las mujeres, los factores económicos son igualmente importantes, pero las tareas del hogar, el embarazo y la maternidad se mencionan con mucha frecuencia (CEPAL, 2004).

Marco Teórico

En México, el incremento de la deserción en nivel medio superior, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), está asociado a un bajo presupuesto para la educación, sumado al bajo ingreso percibido por sus habitantes. La OCDE llegó a esta conclusión después de aplicar el *Programa Internacional para la Evaluación del Estudiante* (PISA), en donde México obtuvo el penúltimo lugar en aprovechamiento en español y matemáticas.

En el documento se indica, además, que tanto estudiantes como escuelas tienen un desempeño mejor cuando el clima escolar se caracteriza por altas expectativas apoyadas en relaciones cercanas entre maestros y alumnos (OCDE, 2004). (Valdez, Román, Cubillas, y Moreno (Mayo 2008). ¿Deserción o autoexclusión? Un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior. REDIE, Vol. 10. Núm. 1, n).

MÉTODO

Existe una gran variedad de comportamientos denominados con el rótulo común de "deserción"; mas no debe definirse con este término a todos los abandonos de estudios, ni todos los abandonos merecen intervención institucional.

El campo de la investigación del abandono escolar se presenta desordenado, fundamentalmente, porque hay falta de voluntad para convenir los tipos de comportamientos que merecen, en sentido estricto, la denominación de deserción. Como resultado existe confusión y contradicción en lo que se refiere al carácter y a las causas del abandono de la educación superior.

Por ejemplo, mientras algunos estudios han afirmado que la probabilidad de desertar está en relación inversa con la capacidad del estudiante, otros han sostenido que la situación contraria es la verdadera, es decir, que los alumnos brillantes tienden más a abandonar los estudios. Aunque es obvio que ambas conclusiones no pueden ser ciertas para el mismo tipo de comportamiento, los investigadores tardaron algún tiempo en descubrir que esos estudios describían de hecho dos tipos

de comportamiento muy diferentes, esto es, la exclusión académica y la deserción voluntaria. Como en otras situaciones, los investigadores que se ocupaban del abandono escolar aplicaron con frecuencia el término "deserción" a formas por completo distintas de ese abandono. El propósito de este artículo es introducir cierto orden en el problema de determinar qué es deserción. Plantearemos no sólo cómo puede definirse la deserción sino también cómo esa definición puede variar de acuerdo a las diferentes partes interesadas, en relación con el tipo de abandono de la educación superior. Para los fines de este análisis, aquellas partes se refieren a los estudiantes que adoptan comportamientos de abandono escolar, a los funcionarios universitarios dedicados a reducirlo en sus instituciones, y a los responsables estatales y nacionales encargados de formular políticas destinadas a limitar ese abandono a nivel regional o nacional.

La deserción como comportamiento individual El punto de partida para desarrollar una definición de deserción adecuada a la perspectiva del individuo, es el conocimiento de que los significados que un estudiante asigna a su comportamiento pueden diferir sustancialmente de los que un observador atribuye a ese mismo comportamiento.

El simple acto de abandonar una universidad puede tener significados múltiples y en absoluto diferentes para aquellos que están implicados o son afectados por ese comportamiento. Aunque un observador, tal como el funcionario universitario, puede definir el abandono como un fracaso en completar un programa de estudios, los estudiantes pueden interpretar su abandono como un paso positivo hacia la consecución de una meta; sus interpretaciones de un determinado abandono son distintas porque sus metas e intereses difieren de los del funcionario. La definición de deserción, desde una perspectiva individual, debe referirse a las metas y propósitos que tienen las personas al incorporarse al sistema de Educación Superior, ya que la gran diversidad de fines y proyectos caracteriza las intenciones de los estudiantes que ingresan a una institución, y algunos de ellos no se identifican con la graduación ni son necesariamente compatibles con los de la institución en que ingresaron por primera vez. Más aún, las metas pueden no ser perfectamente claras para la persona que se inscribe en la universidad y cambiar durante la trayectoria académica.

Siempre habrá en una institución estudiantes cuyas metas educativas son más limitadas o más amplias, que las de la universidad a la que han ingresado. Para los alumnos con metas educativas restringidas, su actuación en la educación superior a menudo sólo implica acumular una cantidad determinada de créditos necesarios para certificaciones con fines profesionales, ascensos en el trabajo.

Para estudiantes que trabajan medio tiempo, asistir a la universidad puede implicar el propósito de adquirir un conjunto de habilidades específicas (más bien que generales) requeridas por las tareas que desempeñan. Para estos estudiantes, como para otros, completar un programa de estudios puede no constituir un fin deseable; una corta asistencia a la universidad, en vez de la prolongada necesaria para terminar una carrera, puede resultar suficiente para lograr sus metas. Es posible encontrar la misma situación en aquellos alumnos cuyas metas educativas superan a las de la institución. En particular, un gran número de estudiantes puede entrar en instituciones con carreras de dos años con la intención de transferirse a otras universidades; han llevado a cabo lo que se proponían hacer en esa institución y, por lo tanto, la identificación de ese comportamiento con la deserción en su sentido estricto (es decir, como fracaso) es inexacto, porque tal denominación tergiversa sus intenciones, y engañosa, porque distorsiona el significado que ellos atribuyen a sus acciones.

La utilización del término "deserción" en este contexto, también deforma las metas educacionales de muchas instituciones y programas que aspiran a proporcionar a esas personas experiencias educativas limitadas o alentarlas para transferirse a universidades con mejores niveles académicos. Cualquiera que sea el tipo de sus metas personales, ciertos estudiantes pueden modificarlas durante el curso de la carrera, ya sea a causa de una mayor madurez o por efecto de la experiencia universitaria. Aunque algunos de estos alumnos llegan a comprender que la educación superior en general (o la que se proporciona en una determinada institución) no es lo que les conviene, esta toma de conciencia no constituye estrictamente un intento fracasado. Para unos estudiantes significa una identificación más práctica y madura de sus necesidades, intereses a largo plazo y tipos de actividades adecuadas para satisfacerlas; para otros, expresa la comprensión del alumno de que las metas anteriormente adoptadas no correspondían a sus intereses reales, y que pueden requerirse más tiempo y variadas experiencias para determinarlos. En cualquiera de estos casos, no resulta sorprendente que muchas personas abandonen las instituciones para cambiarse a otras, o que simplemente suspendan sus estudios para renovarlos tiempo después. Rotular estos comportamientos como abandono con la connotación de fracaso significa, en realidad, desconocer la importancia de la maduración intelectual y del efecto deseado que se supone tiene la universidad en el proceso de desarrollo individual. Lo señalado anteriormente implica, por supuesto, que las personas tienen metas claramente definidas cuando se inscriben en la universidad, aunque, de hecho, no ocurre así: un número de estudiantes que ingresan tienen una idea poco clara acerca de las razones por las cuales están allí y no han reflexionado seriamente sobre la elección de institución. Para muchos egresados de las escuelas del nivel educativo medio, el proceso de elegir universidad es notablemente fortuito, a menudo basado en información insuficiente. No hay que

sorprenderse, entonces, de que tantos estudiantes en etapa temprana de su recorrido académico se pregunten las razones por las que están involucrados en la educación superior.

RESULTADOS

El proceso de clarificar la meta conduce invariablemente a algunos alumnos a abandonar definitivamente los estudios o a transferirse a otras instituciones o programas, y esto puede probablemente ocurrir si la institución no invierte recursos adecuados para la orientación académica de sus estudiantes.

El problema de definir la deserción desde la perspectiva individual es, por lo tanto, más complejo que un simple registro de las metas o de los propósitos con que cada persona ingresa al sistema de educación superior; también se vincula con el hecho de que las experiencias de una persona en una determinada institución son percibidas por esa persona como un fracaso o como lo que se proponía concretar en ella.

Es en este sentido que el término "deserción" está mejor aplicado, pues comprende una comunidad de intereses entre el sujeto que ingresa en la universidad y los observadores externos que se proponen aumentar la retención en la educación superior. Para los funcionarios institucionales en particular, este fracaso representa un fracaso de la institución que no ayudó al estudiante a lograr lo que originalmente se había propuesto al ingresar en la universidad. (Tinto 1989).

El Instituto Nacional de Evaluación de la Educación (INEE), en su tasa de deserción escolar (2010-2011), indica que Guanajuato ocupa la vigésimo primera posición en deserción a nivel secundaria, con un total de 5.2%. Mientras que a nivel de educación media superior, refiere la misma fuente, Guanajuato empata en cuarto lugar con el estado de Morelos, con una tasa de deserción de 17.5% Nuevo León, Distrito Federal y Chihuahua ocupan las primeras posiciones con 23.6, 28.5 y 17.6%, respectivamente.

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media Superior, el 57.9% de los jóvenes que abandonaron sus estudios declaró que al momento de dejar sus estudios quería seguir estudiando. El porcentaje aumenta hasta 64.4% en el caso de las mujeres en comparación con el 51% de los hombres. Del mismo modo, fueron más los alumnos de menores ingresos que querían seguir estudiando al momento de desertar.

Según datos de la Subsecretaría para el Desarrollo Educativo, Guanajuato ocuparía el primer lugar en rezago educativo en jóvenes de 15 a 20 años. Y pese a que León se encuentra por debajo de la media estatal, existe casi un 7% de habitantes sin escolaridad, es decir, que probablemente no saben leer ni escribir adecuadamente. Esto además del 6% que oficialmente no lo hace.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía, con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, detalla que más de 194 mil 500 habitantes en edad escolar de nivel primaria, secundaria, bachillerato y nivel superior en el estado no asistían a la escuela.

DISCUSIONES

El Observatorio Ciudadano de León (OCL) presentó en mayo de 2014 el “Análisis del abandono escolar y sus factores en el municipio de León”, para explicar la deserción escolar en esta ciudad. “La incidencia de los factores en el proceso de abandono se ubica en dos ámbitos, dentro y fuera de la institución escolar. Los factores intraescolares (dentro de la escuela) son caracterizados por los indicadores de rendimiento académico y reprobación, repetición, rezago, bajo rendimiento académico, así como por las situaciones de problemas de conducta, las prácticas y estilos de enseñanza, incluyendo el autoritarismo y preparación docente, la responsabilidad de los directivos y docentes ante las situaciones de los alumnos, entre varios.

“Los factores extraescolares (fuera de la escuela) son las condiciones marginales de bajo ingreso económico y situaciones de pobreza, inequidad de género en las exigencias sociales y familiares que impidan a las y los jóvenes continuar con sus estudios, la falta de apoyo y de una estructura funcional familiar, los embarazos tempranos, la escolaridad de los jefes y madres de familia”, señala el análisis. (Delgado 2015).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cacho Carranza Y. (2015). Deserción escolar y propuestas para evitarlas. 2017, de Agencia Informativa Conacyt Sitio web: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/humanidades/2097-desercion-escolar>.
- Delgado D. (2015). Alarma en estado deserción escolar. 2017, de Editorial Martinica S.A de C.V.). Sitio web: <http://www.am.com.mx/leon/local/alarma-en-estado-desercion-escolar-172630.html>.

- Erazo Santander O.E.. (2011). El rendimiento académico, un fenómeno de múltiples relaciones y complejidades. 2017, de Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica Sitio web: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4815141>.
- Fuentes M.L.. (2013). El Drama de la deserción escolar. 2017, de Excelsior Sitio web:http://www.intranet.cij.gob.mx/Aplicaciones/sint_info/archivo/El%20drama%20de%20la%20deserci_n%20escolar.pdf.
- Navarro Sandoval N.L. (2001). Marginación escolar en los jóvenes. Aproximación a las causas de abandono. 2017, de Revista de información y análisis Sitio web: <http://www.carm.es/ctra/cendoc/haddock/13412.pdf>.
- Salas J.C.. (2014). Guanajuato destaca en rezago educativo. 2017, de Grupo Editorial Promerba. Sitio web: <http://www.012.mx/revista/el-aparador/349-guanajuato-destaca-en-rezago-educativo>.
- Secretaria de Educación de Guanajuato. (2015). Indicadores del Sistema Educativo del Estado de Guanajuato. 2017, de Secretaria de Educación de Guanajuato Sitio web:http://www.seg.guanajuato.gob.mx/Ceducativa/SIIE/AnalisisyDiagnostico/Documento_sdeAnalisis/INDICADORES%20DEL%20SISTEMA%20EDUCATIVO.pdf.
- Valdez E.A., Román Pérez R., Cubillas Rodríguez M.J., Moreno I. (Mayo 2008). ¿Deserción o autoexclusión? Un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior. REDIE, Vol. 10. Núm. 1, n.
- Tinto V. (1989). definir la deserción: una cuestión de perspectiva. 2017, de Editorial Jossey-Bass Inc. Publisher. Sitio web: https://www.researchgate.net/profile/Vincent_Tinto2/publication/252868573_DEFINIR_LA_DESERCION_UNA_CUESTION_DE_PERSPECTIVA/links/571d596008aee3ddc56ac879.pdf.

ENTORNOS SEGUROS DE LA MUJER EN EL SECTOR LOGÍSTICO

Ana Gabriela Rodríguez Juárez¹

L22980344@roque.tecnm.mx

Fabiola Barrera Vargas

fabiola.bv@roque.tecnm.mx

María Concepción González Cuevas

Maria.gc@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

La participación de la mujer en el sector logístico constituye un factor estratégico para fortalecer la competitividad, sostenibilidad e innovación dentro de las organizaciones. No obstante, la incorporación femenina continúa enfrentando barreras relacionadas con la desigualdad de oportunidades, los estereotipos de género, la discriminación y la limitada implementación de políticas orientadas a garantizar entornos laborales seguros e inclusivos.

La indagación analiza las condiciones de seguridad para la mujer en una empresa del sector logístico ubicada en la Celaya, Guanajuato, la investigación bajo un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y diseño no experimental de corte transversal utilizando como instrumento una encuesta estructurada aplicada al personal femenino de la organización.

Los hallazgos muestran una cuestión de fortaleza por la disposición generalizada para participar en programas de liderazgo y mentoría, lamentablemente persiste inequidad laboral, y los protocolos de prevención de acoso requieren fortalecerse.

Palabras Clave: *ambiente, estereotipos, igualdad, participación, talento.*

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

ABSTRACT

Women's participation in the logistics sector is a strategic factor for strengthening organizational competitiveness, sustainability, and innovation. However, the integration of women continues to face barriers related to unequal opportunities, gender stereotypes, discrimination, and the limited implementation of policies aimed at ensuring safe and inclusive work environments. This study analyzes safety conditions for women at a logistics company in Celaya, Guanajuato; the research employs a quantitative approach, a descriptive scope, and a non-experimental, cross-sectional design, utilizing a structured survey administered to the organization's female staff as the data collection instrument. The findings reveal a strength in the widespread willingness to participate in leadership and mentorship programs; however, workplace inequity persists, and harassment prevention protocols need to be strengthened.

Keywords: environment, stereotypes, equality, participation, talent.

En el contexto actual de la globalización, la logística se ha consolidado como un elemento estratégico para el desarrollo económico y la competitividad de las organizaciones, al integrar los procesos relacionados con el abastecimiento, almacenamiento, transporte y distribución de bienes y servicios. La eficiencia de las cadenas de suministro depende, en gran medida, de la capacidad de las empresas para gestionar de manera efectiva sus recursos humanos, tecnológicos y organizacionales, favoreciendo la innovación, la sostenibilidad y la mejora continua (Generix Group, 2024; Gartner, 2024).

Durante las últimas décadas, la creciente participación de las mujeres en el ámbito laboral ha transformado significativamente diversos sectores productivos; sin embargo, el sector logístico continúa siendo considerado una actividad predominantemente masculina.

Esta percepción obedece, entre otros factores, a las características históricas de los puestos operativos, a la persistencia de estereotipos de género y a la limitada representación femenina en posiciones de liderazgo y toma de decisiones (Drivin, 2025; CEVA Logistics, 2024).

Diversas investigaciones han demostrado que la incorporación de mujeres en las cadenas de suministro genera beneficios que trascienden el cumplimiento de políticas de igualdad. La diversidad de género favorece la creatividad, fortalece la innovación, mejora la resolución de problemas complejos y promueve una cultura organizacional más colaborativa, repercutiendo positivamente en la

competitividad y sostenibilidad empresarial (Food Logistics, 2023; Supply Chain Connect, 2023; Cárdenas-Barrón, Sharma y Goh, 2020).

De acuerdo con el estudio Women in Supply Chain Survey desarrollado por Gartner (2024), la representación femenina en las organizaciones logísticas continúa creciendo; no obstante, persisten brechas importantes en el acceso a cargos directivos y ejecutivos. Asimismo, Food Logistics (2023) reporta que únicamente el 26% de las posiciones ejecutivas de mayor nivel dentro de las cadenas de suministro son ocupadas por mujeres, lo que evidencia que aún existen desafíos para alcanzar una participación equitativa en la toma de decisiones estratégicas. Además de las limitaciones relacionadas con el acceso a puestos de liderazgo, las mujeres enfrentan obstáculos asociados con prácticas discriminatorias, desigualdad salarial, sesgos en los procesos de contratación y promoción, así como dificultades para equilibrar las responsabilidades laborales y familiares. Estas condiciones limitan su desarrollo profesional y afectan directamente la percepción de justicia organizacional y calidad laboral (Gartner, 2024; Organización Internacional del Trabajo, 2023). Mientras que, la calidad laboral comprende las condiciones que permiten a las personas desarrollar sus actividades en ambientes seguros, equitativos y favorables para su bienestar físico, psicológico y profesional. En este sentido, la equidad de género constituye uno de los principios fundamentales para garantizar igualdad de oportunidades, acceso a la capacitación, reconocimiento del desempeño y posibilidades de crecimiento profesional, independientemente del sexo de las personas trabajadoras (Buk, 2023; Organización Internacional del Trabajo, 2023).

Otro aspecto relevante corresponde a la seguridad en el entorno laboral. Las mujeres que participan en operaciones logísticas pueden encontrarse expuestas a situaciones de acoso laboral o sexual, discriminación, violencia, infraestructura poco adaptada a sus necesidades y ausencia de protocolos eficaces para la prevención y atención de incidentes. La Organización Internacional del Trabajo (2022) señala que las empresas deben implementar sistemas integrales de prevención de riesgos psicosociales y violencia laboral, mientras que la Iniciativa de Comercio Ético (2021) destaca la importancia de incorporar la perspectiva de género dentro de las políticas de seguridad y salud ocupacional.

Diversos organismos internacionales coinciden en que la construcción de ambientes laborales inclusivos representa un factor determinante para incrementar la productividad, fortalecer el compromiso organizacional y favorecer la retención del talento humano. El Banco Mundial (2021)

sostiene que la eliminación de barreras para la participación femenina en el transporte y la logística contribuye al crecimiento económico y al desarrollo sostenible, mientras que la Organización Internacional del Trabajo (2023) enfatiza que las políticas de igualdad generan beneficios tanto para las personas trabajadoras como para las organizaciones.

En México, aunque la participación femenina dentro del sector logístico ha mostrado avances durante los últimos años, continúan existiendo importantes áreas de oportunidad relacionadas con la igualdad de oportunidades, la representación en puestos estratégicos y la consolidación de ambientes laborales seguros. Estas condiciones hacen necesario desarrollar investigaciones que permitan conocer la percepción de las mujeres respecto a la calidad de su entorno laboral e identificar los factores que limitan su desarrollo profesional. Bajo este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar el papel de la mujer en el sector logístico para la identificación del contexto laboral, particularmente en relación con la calidad laboral y las condiciones de seguridad existentes en una empresa transportista ubicada en el municipio de Celaya, Guanajuato. El estudio busca generar evidencia que contribuya al diseño de estrategias organizacionales orientadas a fortalecer la igualdad de oportunidades, promover ambientes laborales inclusivos y consolidar una cultura organizacional basada en el respeto, la equidad y el desarrollo del talento femenino dentro del sector logístico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación consigna cuatro etapas, en la primera atestigua la revisión de literatura, la segunda fundamenta el enfoque, sujeto y objeto de estudio, la tercera el diseño de instrumento de recolección de datos, y finalmente la cuarta, es hecho el análisis mediante estadística descriptiva.

La investigación está bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se orientó a la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos mediante la aplicación de un instrumento estructurado, con el propósito de identificar la percepción de las mujeres respecto a la calidad laboral y las condiciones de seguridad en el sector logístico. De acuerdo con Hernández (2018), el enfoque cuantitativo permite medir variables de manera objetiva mediante procedimientos estadísticos que facilitan la descripción e interpretación de los fenómenos estudiados.

El estudio presenta un alcance descriptivo, ya que busca caracterizar las condiciones laborales, los factores asociados a la equidad de género y la percepción sobre el entorno laboral sin manipular

deliberadamente las variables objeto de estudio. Asimismo, corresponde a un diseño no experimental, puesto que las variables fueron observadas en su contexto natural, sin intervención del investigador, y de corte transversal, debido a que la información fue recopilada en un único momento temporal.

La investigación consideró una variable independiente y dos variables dependientes, definidas a partir de la literatura especializada sobre igualdad de género, calidad laboral y seguridad ocupacional.

La variable independiente a considerar fue: Participación de la mujer en el sector logístico.

Hace referencia al grado de incorporación de las mujeres dentro de las actividades logísticas de la organización, considerando aspectos relacionados con el puesto desempeñado, la experiencia laboral y la jornada de trabajo.

Las variables dependientes son:

Calidad laboral: Se entiende como la percepción que tienen las trabajadoras respecto a la equidad, el reconocimiento, las oportunidades de desarrollo y las condiciones de trabajo ofrecidas por la organización (Organización Internacional del Trabajo, 2023).

Entorno laboral seguro: Corresponde a la percepción sobre la existencia y aplicación de políticas, protocolos y acciones orientadas a prevenir el acoso laboral, la discriminación y cualquier forma de violencia de género dentro de la organización (Organización Internacional del Trabajo, 2022).

La población estuvo integrada por las mujeres que laboran en una empresa del sector logístico, ubicada en el municipio de Celaya, Guanajuato. La selección de las participantes fue mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad del personal durante el periodo de levantamiento de la información, treinta y tres colaboradoras respondieron de manera voluntaria, la encuesta estructurada por diez ítems, diseñada en formato digital.

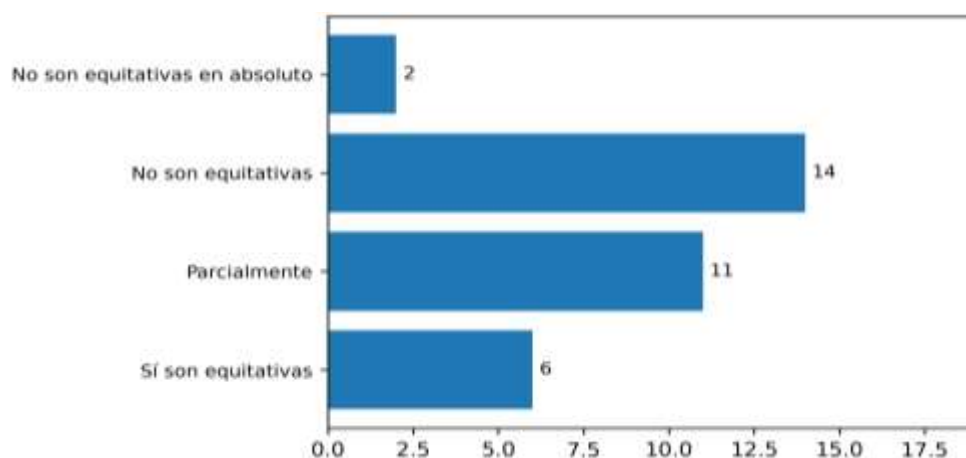
Los ítems en correlación a los principales factores identificados en la literatura especializada sobre igualdad de género, calidad laboral y seguridad en organizaciones logísticas, garantizando la congruencia entre el objetivo de la investigación y las variables analizadas.

RESULTADOS

El instrumento permitió recopilar información relacionada con el perfil laboral de las colaboradoras, la percepción de equidad en las condiciones de trabajo, el reconocimiento organizacional, la existencia de protocolos para prevenir el acoso laboral o sexual, la presencia de discriminación, la influencia de los estereotipos de género y el interés por participar en programas de liderazgo femenino.

En la figura 1, describe la percepción sobre la equidad laboral respecto a los compañeros hombres, catorce mujeres (42%) afirman una falta de equidad, mientras que once (33%), consideran una parcialidad, seis de ellas disciernen una equidad (18%) y dos (7%), coinciden que no son equitativas en absoluto.

Figura 1. Percepción sobre la equidad laboral respecto a los compañeros hombres.



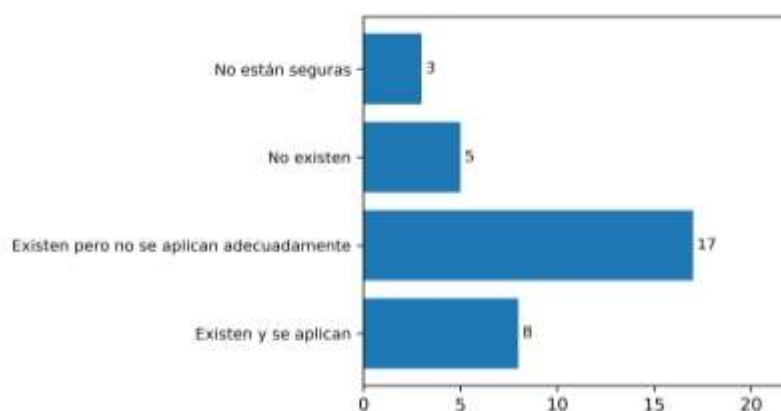
Nota: Elaboración propia.

Respecto a la existencia de protocolos dentro de la organización para prevenir el acoso laboral, la gráfica 2, muestra que diecisiete mujeres (51%) reconocen que existen y la aplicación no es la adecuada, ocho reconocen la existencia y aplicación, mientras que cinco (10%) consideran la falta de ello, y tres (10%) expresan no estar seguras.

La predominancia de respuestas relacionadas con una aplicación insuficiente de los protocolos evidencia un área crítica para la seguridad organizacional y respalda la pertinencia de investigar las condiciones de protección y bienestar de las mujeres dentro del sector logístico.

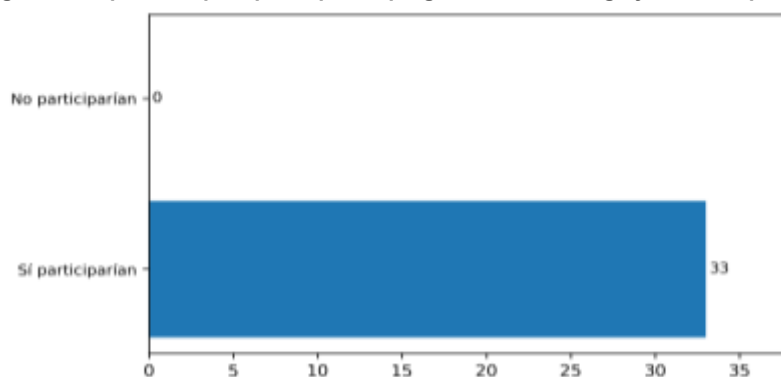
Otra vertiente analizada es la disposición para participar en programas de liderazgo y mentoría para mujeres (Véase figura 3). La totalidad expresan interés para fortalecer competencias profesionales, accediendo a las oportunidades de desarrollo que coadyuve al crecimiento organizacional.

Figura 2. Percepción sobre la existencia de protocolos para prevenir el acoso laboral.



Nota: Elaboración propia.

Figura 3. Disposición para participar en programas de liderazgo y mentoría para mujeres.



Nota: Elaboración propia.

Los resultados justifican la implementación de estrategias institucionales orientada al empoderamiento femenino y al fortalecimiento del liderazgo de las mujeres en las organizaciones logísticas.

DISCUSIÓN

Para discernir la variable independiente sobre la participación de la mujer en el sector logístico, es indudable que hoy en día están dispuestas en ser figuras activas en los programas de liderazgo y mentoría para mujeres.

Respecto a la variable dependiente de la calidad laboral, es susceptible de reconocerse como área de oportunidad por la percepción vulnerable en el eje de la equidad laboral respecto a los compañeros hombres.

En referencia, a la variable del entorno laboral seguro, existe un camino aún sinuoso, por la percepción sobre la aplicación idónea en los protocolos para prevenir el acoso laboral.

La discusión de las variables permite argumentar que el estudio aporta evidencia relevante sobre la situación de las mujeres en el sector logístico analizado. Asimismo, los resultados generan información valiosa para orientar futuras estrategias organizacionales dirigidas a promover una cultura organizacional más equitativa, inclusiva y sostenible.

CONCLUSIÓN

El sector logístico requiere entornos seguros para las mujeres, que coadyuve al reconocimiento profesional, a la par de ejercer oportunidades de crecimiento igualitarias y libre de acoso laboral.

En consecuencia, se concluye que la organización debe fortalecer políticas orientadas a garantizar procesos transparentes de promoción, evaluación y desarrollo profesional para las mujeres que participan en actividades logísticas.

La investigación presentada aporta elementos que justifican la necesidad de incorporar una perspectiva de género dentro de la gestión logística, mediante el diseño de estrategias orientadas a construir ambientes laborales equitativos, seguros, inclusivos y sostenibles para las mujeres en el sector logístico.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Banco Mundial. (2021). Abriendo camino a las mujeres en el transporte y la logística: Prácticas prometedoras en Europa y Asia Central. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/814601623365714281>
- Buk. (s. f.). Equidad laboral: ¿Cómo promover igualdad y la justicia en el trabajo? Buk. Recuperado el 4 de noviembre de 2025, de <https://www.buk.mx/blog/equidad-laboral-como-promover-igualdad-y-la-justicia-en-el-trabajo>
- Cárdenas-Barrón, L. E., Sharma, R., & Goh, M. (2020). ¿Son los problemas de diversidad de género un asunto oculto en la logística y la gestión de la cadena de suministro? Una revisión sistemática de la literatura. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102067. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>
- CEVA Logistics. (2024, 13 de agosto). *Las Súper Empresas para Mujeres 2024*. Expansión. <https://mujeres.expansion.mx/especiales/2024/08/13/las-super-empresas-para-mujeres-2024>
- Drivin. (2025). *Mujeres en logística 2025*. Drivin. <https://driv.in/blog/mujeres-en-logistica-2025>
- Food Logistics. (2023). *Gartner: 26% of supply chain C-suite roles now filled by women*. <https://www.foodlogistics.com/professional-development/mentorship-programs/news/22866336/gartner-inc-26-of-supply-chain-csuite-roles-now-filled-by-women-gartner-study>
- Future Supply Chains. (2019). Las mujeres en el sector de transporte y logística: Situación actual y oportunidades futuras. <https://www.futuresupplychains.com/women-in-transport-logistics>
- Gartner. (2024). *2024 women in supply chain survey highlights*. <https://www.gartner.com/en/supply-chain/trends/women-in-supply-chain-survey-highlights>
- Generix Group. (s. f.). Logística: Definición. Generix Group. <https://www.generixgroup.com/es/glosario/logistica-definicion>
- Iniciativa de Comercio Ético. (2021). Seguridad y salud ocupacional con perspectiva de género en las cadenas de suministro: Guía para las empresas. <https://www.ethicaltrade.org/resources/gender-responsive-occupational-safety-and-health>
- Instituto para las Mujeres Guanajuatenses. (s.f.). Celaya: Monografía igualdad de género. <https://imug.guanajuato.gob.mx/docs/854/Celaya.-Monografia-Igualdad-de-Genero.pdf>

- Kandasamy, S., McCord, J., & Brown, A. (2022). Explorando el papel del género en la cadena de suministro de salud pública. *Global Health: Science and Practice*, 10(1), e2100407. <https://doi.org/10.9745/GHSP-D-21-00407>
- Laborissmo. (s. f.). ¿Qué es lo laboral? Laborissmo. <https://laborissmo.mx/que-es-lo-laboral/>
- Nueva ISO 9001:2015. (2016, septiembre 21). Desarrollo del concepto de Calidad. <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/>
- Organización Internacional del Trabajo. (2022). El acoso en el mundo del trabajo: Medidas de seguridad y salud. <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--es/index.htm>
- Organización Internacional del Trabajo. (2023). Empoderar a las mujeres en el trabajo: Políticas y prácticas para la igualdad de género en las cadenas de suministro. https://www.ilo.org/resources/publications/WCMS_875330
- Runahr. (s. f.). Entorno laboral: qué es, cómo mejorarlo y qué dice la NOM-035. Runahr. <https://runahr.com/mx/recursos/hr-management/entorno-laboral/>
- Supply Chain Connect. (2023). *Women are advancing in supply chain careers*. https://img.supplychainconnect.com/files/base/ebm/sourcetoday/document/2023/07/Women_are_Advancing_in_Supply_Chain_Careers.64aecfe2ce6bb.pdf
- The Logistics World. (2025). *8M: Insights sobre las mujeres líderes en la logística y supply chain*. <https://thelogisticsworld.com/talento-humano/8m-insights-sobre-las-mujeres-lideres-en-la-logistica-y-supply-chain/>

DISEÑO DE SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DIGITAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

Sergio Arturo García Gutiérrez

sergio.gg@roque.tecnm.mx

José Luis Camargo Orduño

jose.co@roque.tecnm.mx

Mariana Rojas Delgado

mariana.rd@roque.tecnm.mx

Diego Mandujano Vázquez¹

L22980266@roque.tecnm.mx

Ángel Francisco Valencia Mandujano¹

L22980265@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

La presente investigación propone el diseño de un sistema web orientado a la gestión digital del registro y control de residuos peligrosos en el Tecnológico Nacional de México, campus Roque, donde actualmente este proceso se realiza de forma manual, generando problemas como pérdida de información, errores en los registros y dificultad para la consulta de datos; ante esta situación, se plantea una solución tecnológica que permita centralizar la información, mejorar su organización y facilitar su acceso mediante el uso de formularios digitales, una base de datos estructurada y un

¹ Estudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

dashboard para la visualización de la información; asimismo, se definen la arquitectura del sistema, los requerimientos funcionales y no funcionales, así como el diseño de la interfaz enfocado en la experiencia del usuario, con el propósito de demostrar la viabilidad de una herramienta digital que contribuya a la optimización del proceso y sirva como base para futuras implementaciones.

Palabras clave: *Arquitectura web, Centralización de información, Gestión de residuos, NOM-052-SEMARNAT-2005, Riesgos para la salud.*

ABSTRACT

This paper proposes the design of a web-based system aimed at the digital management of hazardous waste records and control at the Tecnológico Nacional de México, Roque campus, where the process is currently carried out manually, leading to issues such as information loss, record errors, and difficulty in data retrieval. To address this situation, a technological solution is proposed to centralize information, improve its organization, and facilitate access through digital forms, a structured database, and a dashboard for data visualization. Additionally, the system architecture, functional and non-functional requirements, and user interface design are defined, focusing on user experience. The proposal aims to demonstrate the feasibility of a digital tool that can optimize the process and serve as a foundation for future implementations.

Keywords: *Health risks, Information centralization, NOM-052-SEMARNAT-2005, Waste management, Web architecture.*

INTRODUCCIÓN

El control adecuado de la información es fundamental para el funcionamiento de las organizaciones, especialmente en el manejo de residuos peligrosos, donde registros inadecuados pueden representar riesgos para la salud y el medio ambiente (Laudon, 2016). Sin embargo, cuando estos procesos se realizan de forma manual, suelen presentarse errores, pérdida de información y dificultades para consultar los datos oportunamente.

En el Tecnológico Nacional de México, campus Roque, el control de residuos peligrosos se realiza mediante registros manuales, lo que reduce la eficiencia del proceso y dificulta el cumplimiento de la

NOM-052-SEMARNAT-2005 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2005), que establece los lineamientos para su manejo adecuado.

Ante esta problemática, se propone el diseño de un sistema web para digitalizar el registro y control de residuos, facilitando la organización, consulta y gestión de la información.

Desde el punto de vista teórico, los sistemas web permiten centralizar y mejorar el acceso a la información, mientras que las bases de datos estructuradas favorecen su almacenamiento y organización (Ben Shneiderman & Diakopoulos, 2016). Asimismo, las interfaces centradas en el usuario mejoran la interacción y la facilidad de uso.

El objetivo general es diseñar un sistema web para la gestión de residuos peligrosos que optimice el registro y control de la información. Como objetivos específicos, se plantea identificar los requerimientos del sistema, definir su arquitectura, diseñar la base de datos y desarrollar una interfaz que facilite la visualización y gestión de la información.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque y diseño del estudio

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque aplicado con un diseño de tipo descriptivo, orientado al planteamiento de un sistema web para la gestión digital de residuos peligrosos. El estudio se centra en la fase de análisis y diseño del sistema, sin contemplar su desarrollo, implementación o evaluación en un entorno real.

El objetivo metodológico consiste en definir una solución estructurada que permita mejorar el registro, control y consulta de la información, mediante el uso de herramientas tecnológicas accesibles. Para ello, se establecen los componentes del sistema, su arquitectura y la interacción entre sus elementos, tomando como referencia el contexto del Tecnológico Nacional de México, campus Roque.

Alcance del estudio

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que se enfoca en la identificación de la problemática, el análisis de requerimientos y la definición del diseño del sistema (Sampieri, 2018). En este sentido, el

estudio no incluye la programación del sistema ni la validación mediante pruebas, limitándose a la propuesta conceptual y técnica.

Asimismo, el trabajo pretende describir cómo debería funcionar el sistema, qué componentes lo integran y cómo se relacionan entre sí, con el fin de establecer una base sólida para su futura implementación.

Materiales y herramientas propuestas

Para el diseño del sistema se contemplan distintas herramientas tecnológicas que ayudan a definir tanto su funcionamiento como su estructura.

En primera instancia, se propone trabajar con un servidor local utilizando XAMPP y Apache como servidor web. Esta opción resulta práctica para el desarrollo y las pruebas, ya que permite ejecutar el sistema en un entorno controlado sin depender de un servidor externo. Para la gestión de la información, se plantea el uso de MySQL como base de datos, apoyándose en phpMyAdmin para facilitar la administración, organización y consulta de los datos.

En cuanto al desarrollo, se consideran tecnologías web ampliamente utilizadas. HTML se emplea para estructurar las páginas, CSS para darles estilo y mejorar la presentación visual, y JavaScript para añadir interactividad y hacer más dinámica la experiencia del usuario. Por su parte, PHP se utiliza del lado del servidor para procesar la información, manejar la lógica del sistema, validar los datos y conectar con la base de datos.

Procedimiento

El desarrollo metodológico del proyecto se llevó a cabo en cuatro etapas principales.

En la primera etapa, se realizó la identificación de la problemática, enfocada en las limitaciones del registro manual de residuos peligrosos, lo que permitió definir el contexto del estudio y establecer los objetivos de la propuesta.

En la segunda etapa, se llevó a cabo la recopilación y análisis de requerimientos del sistema, clasificándolos en funcionales y no funcionales. Esto permitió definir las necesidades del sistema en términos de registro, consulta, control de usuarios y seguridad de la información.

En la tercera etapa, se diseñó la arquitectura del sistema, estableciendo la organización por capas y la relación entre sus componentes. Asimismo, se desarrollaron los modelos necesarios para representar el funcionamiento del sistema, incluyendo el diagrama de casos de uso, el modelo relacional de la base de datos y el mapa de navegación.

Finalmente, en la cuarta etapa, se elaboraron los diagramas de flujo y el diseño de la interfaz, con el objetivo de representar de manera clara la lógica del sistema y la interacción del usuario con la plataforma, estableciendo así una propuesta integral que puede servir como base para futuras implementaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura de navegación del sistema y caso de uso general del sistema

El diseño del sistema web propuesto inicia con la definición de su estructura de navegación, la cual organiza la interacción del usuario dentro de la plataforma (Figura 1). Esta estructura establece un flujo claro desde el acceso inicial hasta las funcionalidades principales del sistema.

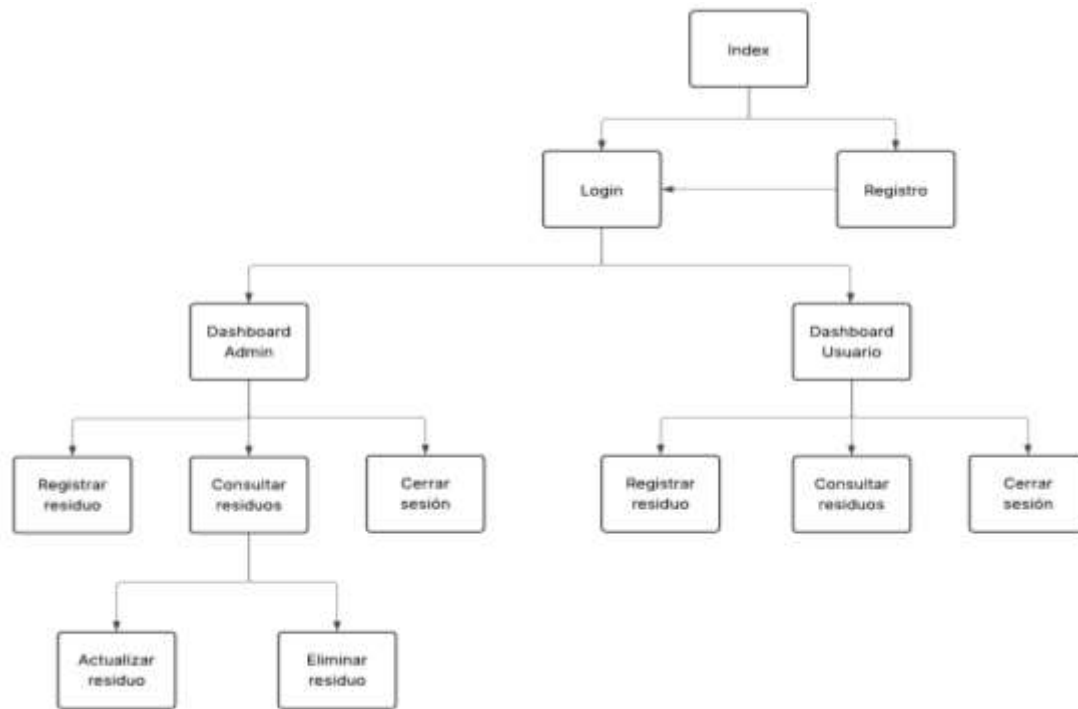


Figura 1: Mapa de navegación del sistema web, Elaboración propia.

El punto de entrada del sistema es la página principal (Index), desde donde el usuario puede registrarse o iniciar sesión. Después de autenticarse, accede al panel principal (Dashboard), el cual se adapta según el tipo de usuario (administrador o usuario estándar), definiendo distintos niveles de acceso.

El administrador puede registrar, consultar, actualizar y eliminar residuos, mientras que el usuario estándar solo tiene acceso al registro y consulta. Esta estructura garantiza un control adecuado de permisos y un uso organizado del sistema.

El mapa de navegación presenta una estructura clara y jerárquica que mejora la usabilidad, facilita la interacción del usuario y simplifica el acceso a las diferentes funciones.

El sistema web permite registrar, consultar y controlar residuos peligrosos. Los usuarios autorizados pueden registrar y consultar información, mientras que el administrador también puede actualizar y eliminar registros, además de gestionar usuarios (Figura 2). Las precondiciones son: 1) el sistema está disponible en línea; 2) los usuarios cuentan con credenciales de acceso; 3) la base de datos está disponible; y 4) la clasificación CRETIB está configurada. Las postcondiciones son: 1) la información

queda registrada o actualizada; 2) los registros pueden consultarse de inmediato; 3) las acciones quedan reflejadas en el sistema; y 4) la sesión puede cerrarse correctamente.



Figura 2: Caso de uso general del sistema, Fuente: Elaboración propia.

Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema se organiza mediante un enfoque por capas que permite estructurar el flujo de información desde su captura hasta su uso dentro del entorno institucional (Figura 4).



Figura 3. Diagrama de capas, Fuente: Elaboración propia.

En la capa de percepción (Figura 5) se realiza la captura de datos a través de formularios web, los cuales permiten registrar información relacionada con los residuos generados.

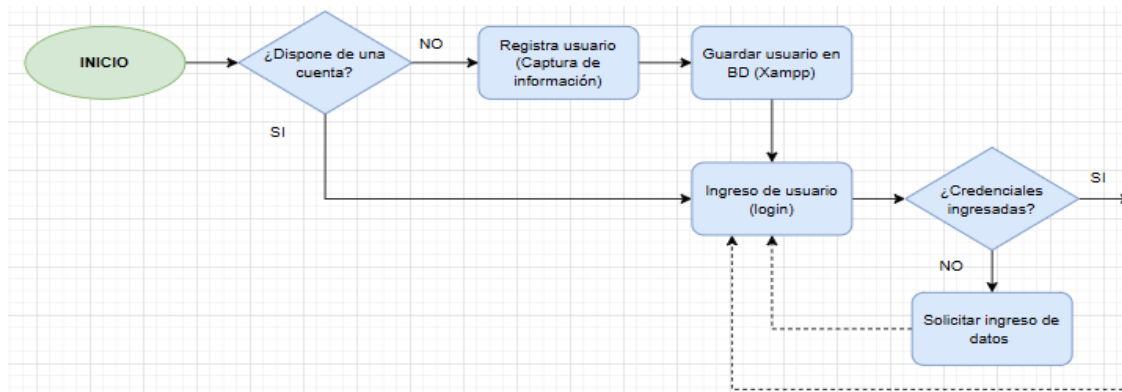


Figura 4. Diagrama de flujo de la capa de percepción, Fuente: Elaboración propia.

La capa de transporte (Figura 6) se encarga de la comunicación de estos datos mediante protocolos HTTP/HTTPS, asegurando su envío desde el cliente hacia el servidor.

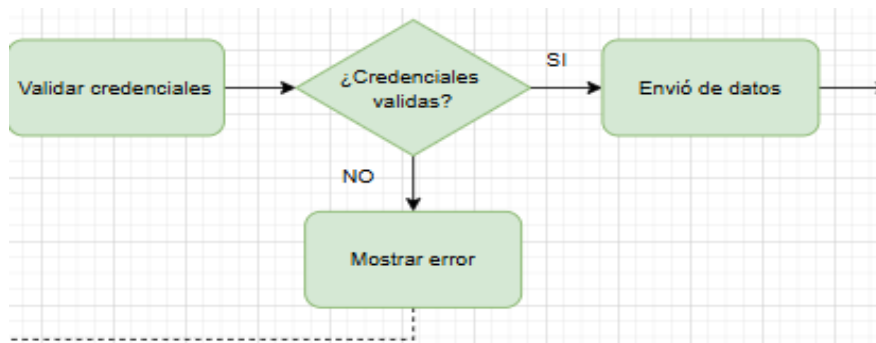


Figura 3: Diagrama de flujo de la capa de transporte, Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la capa de procesamiento (Figura 7) gestiona la lógica del sistema, donde PHP se encarga del manejo de solicitudes, validación de datos y control de sesiones, mientras que MySQL permite el almacenamiento y consulta de la información.



Figura 4: Diagrama de flujo de la capa de procesamiento, Fuente: Elaboración propia.

La capa de aplicación (Figura 8) corresponde a la interfaz del sistema, desarrollada con tecnologías web que facilitan la interacción del usuario.

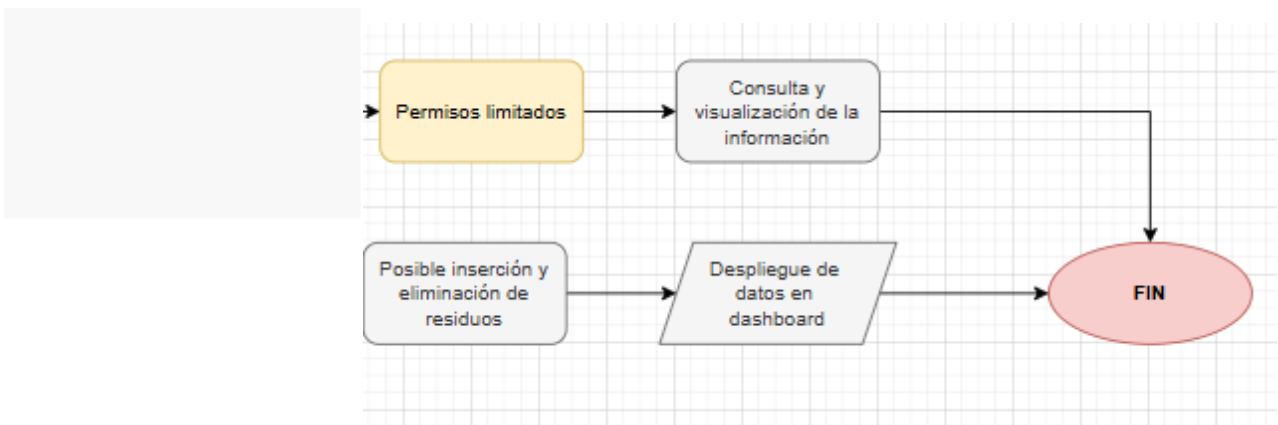


Figura 5: Diagrama de flujo de la capa de aplicación, Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la capa de negocio articula el sistema con el contexto institucional, al posibilitar su utilización por parte del personal administrativo y contribuir al cumplimiento de las disposiciones normativas en materia de manejo de residuos. Esta capa no solo vincula los procesos operativos con los objetivos organizacionales, sino que también favorece la estandarización de prácticas dentro de la institución.

La adopción de una arquitectura por capas permite estructurar el sistema de manera modular y escalable, lo que facilita su comprensión y eventual implementación. Asimismo, la separación de responsabilidades entre cada componente fortalece la organización interna del sistema y simplifica las tareas de mantenimiento y actualización.

CONCLUSIONES

El diseño de un sistema web para la gestión digital de residuos peligrosos representa una alternativa clara para mejorar el registro y control de la información dentro de la institución, al reemplazar procesos manuales por una estructura organizada y más confiable. A partir del análisis realizado, se definieron los componentes del sistema, su arquitectura por capas y la organización de la base de datos, lo que permite visualizar de manera integral su funcionamiento. Por ello, la propuesta considera una interfaz accesible y un esquema de navegación que facilita el uso por parte de distintos tipos de usuarios, contribuyendo a una mejor gestión de la información. En conjunto, el trabajo establece una base sólida para futuras implementaciones, evidenciando que la digitalización de este proceso puede reducir errores, optimizar tiempos y apoyar el cumplimiento de normativas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ben Shneiderman & Diakopoulos, N. (2016). *Designing the user interface* (6 ed.). Nueva York, Estados Unidos: Pearson. Recuperado el 26 de Abril de 2026
- Laudon, K. C. (2016). *Sistemas de información gerencial* (14 ed.). México: Pearson. Recuperado el 26 de Abril de 2026
- microanálisis, G. (s.f.). *grupo-microanalisis.com*. Recuperado el 26 de Abril de 2026, de <https://grupo-microanalisis.com/nom-052-semarnat-analisis-crit-para-residuos-peligrosos/>
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6 ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado el 26 de Abril de 2026
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). *NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 26 de Abril de 2026, de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>

ÉTICA PROFESIONAL DOCENTE: UNA PERSPECTIVA

Georgina Servín Gómez

gina_sg@hotmail.com

RESUMEN

En el presente estudio se considera que la ética profesional docente es un tema que ocupa un lugar básico en la promoción de los valores de solidaridad, convivencia y responsabilidad en el ejercicio profesional y en otros ámbitos sociales. La investigación documental se desarrolló mediante la siguiente estrategia metodológica: revisión del estado del arte, sistematización de las fuentes, diseño de un esquema en dos ejes, a) la ética y b) la ética profesional docente. Se asume que la ética del diálogo permite la interacción con los demás para escucharlos, conocerlos y expresar puntos de vista con base en argumentos.

Palabras clave: *Docente, ética, hombre, profesión y valores.*

ABSTRACT

This study considers professional ethics in teaching to be a fundamental topic in promoting the values of solidarity, coexistence, and responsibility in professional practice and other social spheres. This documentary research was developed using the following methodological strategy: review of the state of the art, systematization of sources, and design of a two-axis framework: a) ethics, and b) professional ethics in teaching. It is assumed that the ethics of dialogue allows for interaction with others in order to listen to them, understand them, and express points of view based on arguments.

Keywords: *Teacher, ethics, person, profession, and values.*

INTRODUCCIÓN

La escuela se encuentra inmersa en las transformaciones del contexto en el que cumple con su función de educar: los estudiantes desde preescolar hasta el posgrado, experimentan pautas culturales distintas; los padres de familia responsabilizan a la institución escolar para que eduque en valores; los fraudes financieros los cometen algunos individuos que son profesionistas.

Pero, si la tarea educativa de la institución escolar está cuestionada, tampoco puede renunciar a su vocación de presentar opciones para que cada estudiante responsablemente elija la mejor, y elabore su proyecto de vida personal y profesional.

El objetivo de este estudio es ofrecer a los profesores, un trabajo académico, en el que se encuentran las bases de la ética profesional docente. Se pretende que los profesores actualicen sus perspectivas sobre las tendencias éticas contemporáneas y las practiquen con sus estudiantes. En el desarrollo de la investigación se incluyen también saberes docentes.

Se pretende demostrar que se ha revisado críticamente la mayor parte de la literatura existente, que interrelaciona puntos de vista diversos, ofrecer así una panorámica que puede ser útil para los profesores interesados en un tema en particular.

En ámbitos: político, económico, educativo, y otros, suceden hechos que van en contra de los principios de la ética. En el caso de la educación, los medios impresos y las redes sociales comunican también la falta de ética; por ello es un reto promover las buenas prácticas docentes.

En parte, la ética y su enseñanza, aborda mediante los métodos tradicionales: la exposición informativa, el sermón y la moralina; se sugiere, un cambio: el diálogo crítico, el seminario, el estudio de casos y el análisis de dilemas.

“Somos seres sociales con distintos horizontes:

- Horizonte psicofísico: nacemos, vivimos, nos reproducimos y formamos parte de un grupo familiar, social, en un tiempo y espacio.

- Horizonte relacional: necesitamos comunicar y comunicarnos; creamos y aprendemos lenguajes, dar y recibir información, expresar emociones, sentimientos y pasiones, comunicación abierta con otros.
- Horizonte cultural: sabemos e ignoramos en relación con los demás, tenemos creencias, costumbres y visión del mundo, transformamos nuestro entorno como labor colectiva, la cultura la creamos individualmente.
- Horizonte técnico creativo y científico tecnológico: explicamos y transformamos el mundo, los objetos y los procesos, partiendo de un legado histórico social. Todo lo que hacemos individual y colectivamente afecta a otros en tiempo y espacio de forma positiva o negativa” (Chabolla, 2008,p.41).

Schujman (2002,p.71) afirma que la vida del hombre se va conformando como una cadena de fines. Actuamos para conseguir un fin que nos proponemos, pero ese fin a la vez es un medio para llegar a otro. El fin del hombre tiene un valor intrínseco, es necesario que exista porque si no existiera, su vida quedaría vacía. Todo ser humano desea como fin último la felicidad.

El concepto de ética. “La palabra ética viene del vocablo griego ethos, que quiere decir ‘carácter’, y la ética tiene que ver con la forja del carácter... vamos forjándonos un carácter mientras vamos tomando decisiones: quien toma decisiones justas se predispone a ser justo, quien toma decisiones prudentes se predispone a ser prudente” (Cortina, 2009,p.22).

La ética nos invita a participar en actividades de grupo, debates, mostrando con una actitud constructiva, crítica y tolerante, con argumentos que fundamenten las propias opiniones o propuestas mediante el respeto de los demás.

“La ética es la teoría o ciencia del comportamiento moral de los hombres en la sociedad. Es la ciencia de la conducta humana” (Sánchez, 1969,p.22).

“La ética consiste en poner nuestra libertad al servicio de la camaradería vital que nos emparenta con nuestros semejantes en desesperación y alegría... sostenerse en la alegría es el equilibrio más arduo, pero el único capaz de conseguir que todas las penas humanas merezcan efectivamente la pena. A eso le llamamos ética: a penar alegremente” (Savater, 1998,pp.38-39).

El objeto de estudio material de la ética lo constituyen los actos humanos: su conducta, su realización, sus decisiones, sus intenciones, la búsqueda de la felicidad, sus sentimientos, acciones y omisiones.

Para Münch (2010,p.17) las características de la ética son las siguientes:

- Es una disciplina filosófica.
- Su objetivo de estudio es la moral.
- Es reflexiva, porque examina los actos, no como son, sino como deberían ser.
- Es práctica, es decir, su validez proviene de su aplicación en la vida cotidiana; lleva implícito el sentido de acción y de justificación universal.
- Es normativa de la actividad humana en el orden del bien. Postula juicios acerca de lo que constituye un comportamiento o intención moral.

“La dimensión de la ética empieza cuando entra en escena el otro. Toda ley, moral o jurídica, regula siempre las relaciones interpersonales, incluidas las relaciones con ese Otro que la ley impone... Nosotros (así como no conseguimos vivir sin comer o sin dormir) no conseguimos entender quiénes somos sin la mirada y la respuesta del otro” (Eco, 2012,p.103).

Recordar la importancia de la toma de decisiones es libre para cualquier ser humano, siempre y cuando sus actos no afecten a terceros; pensando de acuerdo con la ética, mi libertad está en relación con la libertad que tienen los demás en cualquier situación cotidiana.

Edgar Morin define como la ética de la comprensión a la que implica el bien pensar, la introspección, la conciencia de la complejidad y la tolerancia. “La ética de la comprensión es un arte de vivir... Si sabemos comprender antes de condenar estaremos en la vía de la humanización de las relaciones humanas” (Morin, p.1999:94).

El objeto de estudio de la ética. Los actos humanos son los que se realizan basados en la deliberación racional y son voluntarios. La persona actúa al realizar actos humanos, tiene conciencia de lo que hace y es responsable de ello.

El objetivo de la ética no consiste en justificar nuestros actos, sino en conocer y comprender claramente las relaciones que se establecen entre el actuar humano, los valores y las normas que rigen en la vida social.

El objeto de estudio de la ética, son los actos humanos en el que intervienen la inteligencia y la voluntad, los actos pueden ser enjuiciados como buenos o malos, a diferencia, por ejemplo, de los actos del hombre los cuales obedecen a acciones propias de nuestra naturaleza, como respirar, no requiere voluntad para hacerlo.

El fundamento de la ética es el ser humano, ya que ésta estudia la conducta de él y de su entorno, parte de su vida individual a lo espiritual, moral, familiar, con el fin de tener una vida digna buscando el bienestar.

La ética comprende valores y obliga a denunciar algunos códigos morales como “incorrectos” o incluso “inhumanos” al tiempo que otros pueden ser reafirmados, en la medida en que los encuentre “razonables” “recomendables” o incluso “excelentes” (Cortina y Martínez, 2008,p.22).

La ética tiene como fundamento el estudio de la vida del hombre, su capacidad para relacionarse, buscar el bien y por medio de los actos buenos, sin desear la perfección llegar a vivir de forma plena y en búsqueda constante de la felicidad, en donde se sienta realizado en los diferentes ámbitos de su vida.

El mejor camino para lograr la felicidad es la educación y los valores. La educación no sólo obtenida en la escuela, también lo que los padres les enseñan a sus hijos.

La ética se propone orientar, justificar o cuestionar las acciones y decisiones humanas. Esto lo hace al menos en tres niveles de mayor a menor concreción:

- a) La ética se ocupa de reflexionar acerca de los elementos constitutivos de la vida moral, que están presentes y vinculados en toda acción. Es la ética general o ética fundamental.
- b) Reflexión ética que acompaña y busca iluminar y orientar el proceso de toma de decisiones en casos concretos.
- c) Sirve para orientar, justificar o cuestionar las actuaciones y decisiones de los agentes morales en casos como: ética de profesiones, ética de la empresa, ética de la educación, ética aplicada (Hortal, 2002,p.104).

El valor humano es una actitud personal que determina la forma de ser frente a diversas situaciones. Son los principios morales que guían nuestros actos.

Los valores morales son los principios que impulsan y orientan la actitud y conducta cívica y ética del ser humano. Cuando se habla de valores, lo relacionamos con una cualidad que tiene una persona y se le reconoce por el comportamiento ante situaciones propias de la vida y con los demás.

Los valores ayudan a darle un sentido a lo que queremos hacer, son ejes que nos sirven para orientar nuestras acciones y saber cómo reaccionar ante situaciones complejas para saber elegir adecuadamente, además se convierten en un marco de referencia en la toma de decisiones.

A diferencia de las normas, los valores son convicciones. Son comportamientos que se suman con gusto y producen satisfacción. Las normas las podemos acatar a pesar de nuestra voluntad, pero los valores tienen el respaldo de nuestra voluntad.

Desde el punto de vista de Martín y Puig (2009,p.32) existe una clasificación de valores, valores compartidos y no compartidos:

- a) Valores compartidos: son aquellos que suscitan un amplio nivel de acuerdo, más allá de opciones personales y culturales. En su formulación general, son pocos discutibles porque la mayoría de las personas y de colectivos los perciben como imprescindibles para conseguir el desarrollo personal de todos los miembros de una comunidad y una buena convivencia en situaciones de alta diversidad cultural.
- b) Valores no compartidos: son aquellos que responden a opciones personales o culturales restringidas y que no disfrutan de un amplio consenso a nivel social, a pesar de ser compartibles con los anteriores. Se trata de legítimas opciones de valor, pero que no son apoyadas por la mayoría de las personas, ni pueden generalizarse.

Los valores son importantes, se pueden considerar una guía para nuestro comportamiento diario. Son parte de nuestra identidad como personas, y nos orientan para actuar en la casa, en el trabajo, o en cualquier otro ámbito de nuestras vidas.

El valor humano es una forma de actuar personal que determina la forma de ser de cada individuo ante diversas situaciones, son los principios que guían nuestros actos como personas.

Los valores le dan sentido a la vida del ser humano, lo ayudan a vivir y relacionarse con otros sin afectarlos, llevan a la sana convivencia y lograr el desarrollo de una comunidad democrática, basada en el respeto.

Cuando existe una jerarquización de valores, éstos permiten regular la conducta, tomar mejores decisiones y enfrentar situaciones de conflicto, resolver problemas y buscar que todos tengan una mejor calidad de vida.

Los valores mínimos para una sociedad son: respeto a la libertad, trato igualitario, ser solidarios y empáticos con nuestros semejantes, actuar de manera justa, ser responsables de nuestros actos, respetar a las personas y nuestro entorno natural y respeto a la dignidad de los demás.

El poner en práctica en la vida diaria los valores es el mejor ejemplo que se puede observar, esta debe ser una de las preocupaciones del docente. También hay que tomar en cuenta que la parte académica también influye en el desempeño educativo de los alumnos, por eso es necesario la búsqueda constante de estrategias pedagógicas y que a la vez sean innovadoras.

La profesión puede definirse como la actividad personal, puesta de una manera estable y honrada al servicio de los demás, y en beneficio propio a impulsos de la propia vocación y con la dignidad que corresponde a la persona humana.

La profesión es la actividad que realiza el hombre y por medio de la cuál presta un servicio a la sociedad para generar un beneficio con su trabajo que puede ser intelectual, físico, artístico, etc.

Para Martínez (2010,p.74) la profesión es la actividad a la que se dedican las personas que saben hacer bien su labor y se convertirá en su medio de vida, ya que dedican la mayor parte de su tiempo a ella, será su principal actividad en la edad adulta.

Una profesión debe de cumplir algunas características específicas que permitan medir el grado de profesionalización en comparación con las diferentes ocupaciones que existen, la profesión otorga un estatus social, con el que será reconocido intelectual y económico, quien la ejerce.

La profesión se define como una categoría de personas especializadas que son capaces de aplicar sus saberes en la solución de problemas concretos. Es un fenómeno sociocultural conformado por dos grandes componentes: el conjunto de conocimientos, habilidades y valores que objetiva y legítimamente pertenecen a determinada práctica profesional, y el contexto económico, social y cultural en que surge y se desarrolla una profesión (Marín Méndez, 1993,p.29)

Por su parte Adela Cortina, citada por Martínez, (2010,pp.55-61) señala los siguientes rasgos de una profesión:

- La profesión es una actividad humana que presta un servicio.
- La profesión es considerada por la sociedad como una vocación y por eso el público espera del verdadero profesional que se entregue a su quehacer con cierta generosidad y desinterés.
- Se espera que los profesionales no ejerzan su profesión con fines de lucro.
- Los profesionales ejercen la profesión de forma estable y obtienen a través de ella su medio de vida.
- Los profesionales forman con sus colegas un colectivo, que generalmente es un colegio profesional en busca del control monopolístico sobre el servicio que presta a la sociedad.
- Se accede al ejercicio de la profesión a través de un largo proceso de estudio, capacitación teórica y práctica, es decir a través de unos estudios claramente reglados, de los que depende la acreditación o licencia para ejercer la profesión.
- Los profesionales reclaman un amplio ámbito de autonomía en el ejercicio de su profesión.
- Los profesionales asumen su responsabilidad por los actos y técnicas de su profesión.

La profesión del docente es sin duda una de las más reconocidas por su impacto social, económico y político, pero sobre todo en el ámbito familiar ya que repercute en la dinámica social en la que participa. La docencia se caracteriza por ser una actividad en la que el profesorado tiene la responsabilidad de facilitar el desarrollo de sus estudiantes en todas las dimensiones de su personalidad.

Ser profesor es hoy mucho más complejo que tiempo atrás, ahora es necesaria la presencia de educadores flexibles, abiertos y dispuestos a trabajar en situaciones de incertidumbre, se necesitan educadores con personalidades definidas y coherentes (Martín y Puig, 2009,p.26).

El propósito fundamental del docente es la formación educativa, normativa y crítica del estudiante, que al momento de adquirir los conocimientos y saberes pueda actuar conforme a sus principios y valores, que tenga las herramientas básicas para enfrentar cualquier acontecimiento que se presente a lo largo de su vida.

Para Martínez (2010,p162) el profesor ha de enseñar contenidos adaptados a la edad y a la formación previa del alumno, generalmente concretada en aspectos conceptuales (conocimientos) procedimentales (habilidades, destrezas) y actitudinales (valores).

El buen ejercicio profesional docente es la creación de relaciones de confianza mutua, para preguntar y solicitar ayuda académica en caso de necesitarla, esto permitirá al profesor conocer a su alumnado, planteando intervenciones y estrategias educativas en función de los intereses y las necesidades de los estudiantes.

La educación junto con el docente, tienen la misión de impulsar a todos los alumnos sin excepción para que busquen sus mejores capacidades, talentos artísticos, habilidades creativas y hasta deportivas, lo que implica que cada uno de nuestros estudiantes pueda llegar a responsabilizarse de sí mismo, de sus actos y buscar la mejor forma de realizar su proyecto personal.

MÉTODO

El método significa el camino por seguir mediante una serie de operaciones y pasos fijados de antemano para alcanzar el resultado propuesto, ya que procura establecer los procedimientos que deben seguirse y los razonamientos sobre el tema al que se aplica. (Baena, 2020,p.67).

La formación constante del docente representa la base fundamental de su desenvolvimiento como guía, como facilitador de aprendizajes significativos, que promueva actitudes que favorezcan la investigación y el debate entre los educandos.

Dialogar es compartir con los demás, pensamientos expresados con palabras. Para dialogar verdaderamente, es necesario estar dispuestos a hacer a un lado los desacuerdos, en búsqueda de acuerdos fundamentales.

El método para dialogar comienza con un tema específico o la formulación de una pregunta. Los participantes van a contestar la pregunta o desarrollar el tema. Definen, matizan, distinguen, explican, aclaran, corrigen... durante el tiempo disponible para hacerlo. Al final serán capaces de juzgar en qué medida han conseguido alcanzar su objetivo y lo que aún resta por discutir.

El seminario es una estrategia didáctica participativa que se utiliza en los niveles medio superior y superior, de ser posible, con grupos pequeños de hasta doce personas, bajo la coordinación de un especialista, para realizar un curso intensivo.

El estudio de casos es una estrategia didáctica que consiste en presentar ante un grupo constituido, una situación humana específica que tuvo lugar en un momento determinado, para ser analizada a profundidad y valorada desde un punto de vista (legal, psicológico, sociológico, ético, médico, político, etnográfico...).

Análisis de dilemas, un dilema consiste en un relato breve en el que se representa una situación conflictiva de la vida cotidiana, frente a la cuál es necesario decidir, entre alternativas equiparables, cuál es la mejor o la menos mala, desde el punto de vista moral.

En un artículo de revisión -como este- se aplicó el método de conocimiento analítico-sintético, el cual consiste en iniciar un todo por sus partes y viceversa, del todo a las partes para acceder a la realidad. Entonces, se inició la investigación con la búsqueda de la bibliográfica de los autores que han hecho aportaciones significativas al campo de la ética, y en particular a la ética docente; en contexto se hizo una lectura atenta; al mismo tiempo se subrayaron las ideas y conceptos esenciales; una vez hecho lo anterior, se ordenó el material en dos ejes: la ética y la ética profesional docente.

Por último, se procedió al trabajo de escritura del artículo que se presenta. De acuerdo con (Tardif, 2009,p.40), se incluyen también mis experiencias y saberes docentes; es decir, los que se comparten con los colegas en reuniones formales, así como en el trabajo cotidiano.

RESULTADOS

La época actual se caracteriza por logros en el campo científico y tecnológico que se han alcanzado de manera diferenciada en los distintos países. Sin embargo, en este escenario también predomina el individualismo, las exclusiones, la violencia y el desempleo generalizado. La indiferencia y la desesperanza se convierten en actitudes cotidianas.

El docente debe asumir un compromiso ético en el aula, ésta es una de las tareas más destacadas que realiza porque implica el análisis de su práctica, que incluye fomentar valores éticos, sociales, morales y cívicos.

Mediante el diálogo debe de tener la capacidad de crear un clima apropiado para que el alumno se sienta motivado y con deseos de aprender, crear diferentes situaciones didácticas y pedagógicas en las que ellos se beneficien y buscar soluciones cuando entren en una situación de conflicto.

La ética del docente es de suma importancia por el impacto que tiene en la formación de valores de los estudiantes, quienes a su vez los proyectarán en la sociedad.

La ética profesional de los profesores entendida como un discurso racionalmente elaborado desde un enfoque interdisciplinar que tiene en cuenta las aportaciones relevantes provenientes de los docentes de la educación, de otros profesionales afectados, padres, alumnos, la sociedad en su conjunto y las diversas teorías éticas que han reflexionado sobre la profesión docente.

Es responsabilidad del docente prestar sus servicios a personas o grupos, el profesional de la educación debe caracterizarse por poseer un comportamiento digno, responsable, honorable, trascendente y comprometido.

La profesión de la docencia se caracteriza por ser una actividad en la que el profesor tiene la responsabilidad de facilitar el desarrollo de su alumnado en todas las dimensiones de su personalidad para que sea un ciudadano responsable, con consciencia social.

La buena práctica ética de la profesión docente ayuda para construir sociedades que basen su conducta en el respeto a los demás y a que todos tengamos una vida digna.

El desempeño docente sitúa a los profesores ante un desafío de enorme trascendencia moral: contribuir a la felicidad de las personas, es por eso que nosotros somos los ejes principales de la sociedad ya que influimos en los futuros ciudadanos en forma directa.

DISCUSIONES

Los principios éticos expresan los compromisos que los educadores deben de considerar necesarios para desarrollar bien las funciones y tareas que conforman su práctica profesional.

García, Jover y Escámez (2010,pp.23-28) enumeran los siguientes principios de la ética profesional docente:

- El respeto a la dignidad personal de todos los miembros de la comunidad
- La promoción de los derechos humanos y la defensa de los valores de la ética civil.
- Proceder siempre conforme a la justicia.
- Proceder con autonomía profesional.
- El principio de la beneficencia: poner las competencias profesionales al servicio del bien de los usuarios.
- Proceder siempre con responsabilidad profesional.
- El principio de la imparcialidad.
- El principio de la confidencialidad o secreto profesional.
- El principio de la veracidad

En el trabajo docente se puede perfeccionar mediante la carrera profesional, se avanza conforme el maestro construye su propio perfil, el adecuado a las necesidades y las demandas de sus alumnos, combinado con las experiencias laborales que ha tenido, también aprenderá a emplear nuevas herramientas y estrategias que faciliten el proceso de aprendizaje.

La enseñanza existe para proporcionar un servicio a la sociedad y así completar la formación de las personas en el aspecto crítico, creativo y solidario, como profesionales competentes y como ciudadanos cultos y comprometidos con el bien común (Martínez, 2010,p.99).

La educación cívica y la ética buscan el reconocimiento de los derechos y los deberes de los ciudadanos y que se haga la reflexión constante de lo que significa ser parte de una colectividad, del rol que juega dentro de la sociedad, en la que hay libertades, pero también deberes:

“... sin libertad, sin la posibilidad de que las personas sean responsables de sus actos, la ética no tiene mucho sentido... Lo que queremos saber en ética es ¿Cuáles son los límites legítimos que ponemos a la conducta de las personas?” (Muñoz, 2012,p.14).

La escuela brindará al alumno la oportunidad de convivir en la diversidad, con posibilidad de hacer conciencia moral y ética de su desarrollo como individuo desde el ámbito personal, emocional, intelectual y psicológico.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Baena, Paz, G. (2020). *Metodología de la investigación*. México. Editorial Patria.
- Chabolla Romero, J. M. (2008). *Ética para profesionistas en ciernes*. Celaya, Gto. Instituto Tecnológico de Celaya.
- Cortina, A. (2009). *Ética para las profesiones del siglo XXI*. León, Gto. Universidad Iberoamericana de León.
- Cortina, A., & Martínez, E. (2008). *Ética*. Madrid. Akal.
- Eco, H. (2012). *Cinco escritos morales*. México. Random House Modadori.
- García López, R., Gonzalo Jover Olmeda, J., & Juan Escámez Sánchez, J. (2010). *Ética profesional docente*. Madrid. Síntesis.
- Gutiérrez, R. (1998). *Introducción a la ética*. México. Esfinge.
- Hortal, A. (2002). *Ética general de las profesiones*. Bilbao. Desclée de Brouwer.
- Marcelo, C., & Vaillant, D. (2009). *Desarrollo profesional docente ¿Cómo se aprende a enseñar?* Madrid. Narcea.
- Marín Méndez, D. E. (1993). *La formación profesional y el curriculum universitario*. México. Diana.
- Martín García, X., & Josep M. Puig Rovira, J. (2009). *Las siete competencias básicas para educar en valores*. Barcelona. Graó.
- Martínez, E. (2010). *Ética profesional de los profesores*. Bilbao. Desclée De Brouwer.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. México. UNESCO.
- Münch Galindo, L. (2010). *Ética y Valores I*. México. Trillas.
- Muñoz Oliveira, L. (2012, 30 de agosto). *Días de facultad*. México. Campus Milenio, 476, (14).
- Rugarcía Torres, A. (2004). *Los valores y las valoraciones en educación*. México. Trillas.
- Sánchez Vázquez, A. (1969). *Ética*. México. Grijalbo.
- Savater, F. (1998). *Despierta y lee*. Madrid. Alfaguara.
- Savater, F. (2012). *Ética de urgencia*. México. Ariel.
- Schujman, G. (2002). *Formación ética básica para docentes de secundaria*. Bilbao. Desclée De Brouwer.
- Tardif, M. (2009). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid. Narcea.

ESTUDIO OPERATIVO EN TIENDAS DE CONVENIENCIA EN LA REGIÓN LAJA BAJÍO

Alfredo Martín Tapia Díaz

l24980085@roque.tecnm.mx

Jenifher Dayani Godínez Capulín

l23980654@roque.tecnm.mx

Dalia Abigail León Olivares

l23980282@roque.tecnm.mx

Jessica Adonai Medina Ramírez

l23980978@roque.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Roque

RESUMEN

La investigación estudia la operatividad en las organizaciones del retail multisede considerando la sistematización como eje transversal y como variables a los procesos (nivel de claridad), los tiempos de atención al cliente (nivel de saturación) el flujo de clientes atendidos (carga de trabajo) y la utilización del espacio físico (ajustes operativos). Para ello se adopta una metodología aplicada con un diseño mixto que articula la modulación mediante teoría de colas M/M/1, observación sistemática, encuestas tipo Likert y entrevistas semiestructuradas y la revisión mediante la consultora. Los resultados sugieren el predominio del conocimiento tácito y un desajuste entre el manual y la práctica operativa; en cuanto a los procesos, la digitalización no dispone de un método integrado. Desde lo estadístico, se evidencian relaciones entre variables perceptuales-operativas ($0,52 \leq r \leq 0,68$; $p < 0,05$) y diferencias entre condiciones operativas mediante ANOVA ($F(2,253) = 5,87$; $p = 0,003$). La propuesta es que la

sistematización digital del conocimiento podría ser una estrategia para reducir variabilidad e incrementar la eficiencia organizativa.

Palabras clave: *aprendizaje, clientes, digital, modelación, sistematización.*

INTRODUCCIÓN

La variabilidad operativa en organizaciones multisede se produce cuando los procesos no son capaces de continuar siendo homogéneos entre las unidades, aun cuando exista un proceso documentado en manuales o a través de la dotación de protocolos determinados. Es un fenómeno que se conecta de forma cercana con una alta falta de formalización documental, una elevada dependencia del conocimiento tácito y una escasa integración entre tecnología, proceso y cultura organizativa, y lo que permite la estandarización y la mejora continua. Y, a este respecto, la literatura comenta que la gestión del conocimiento lleva implícito integrar la digitalización, la comunicación y la formación para que el conocimiento sea efectivo (Muñoz Zapata & Valencia Rey, 2015), dejando constancia que una débil forma documental dificulta su transferencia y aprovechamiento organizacional (García-Mendoza & Martínez-Sánchez, 2025). También se ha encontrado constancia de que la digitalización sin sistematización reproduce ineficiencias existentes (Torres & Valadez, 2025), lo que pone de manifiesto la necesidad de motorizar metodologías integradas.

Bajo un enfoque operativo, esta variabilidad está incluida en los indicadores del sistema que se pueden ver en tiempos de atención, tasas de servicio, flujo de clientes y en uso del espacio, donde aparecerán las diferencias entre sucursales que dan cuenta de condiciones contextuales y estructurales. Asimismo, la bibliografía se encuentra de acuerdo en que sistematizar la información es condición necesaria para su explotación estratégica (Díaz Romero, 2023), lo que enlaza, entonces la gestión documental con la eficiencia organizativa. Con esta cuestión relevante, la teoría de colas, y especialmente el modelo M/M/1, permite estudiar el sistema con los valores de λ (tasa de llegada), μ (tasa de servicio) y ρ (nivel de utilización), y muestra que unas pequeñas variaciones pueden inducir efectos no lineales en la operación, que dan cuenta de la sensibilidad del sistema.

MÉTODO

Es elaborado un diseño mixto, con una modelación basada en un sistema M/M/1, donde λ es la tasa de llegada, μ la tasa de servicio, y $\rho = \lambda/\mu$ el grado de utilización. Los parámetros fueron estimados a partir de observación sistemática con cronometría estandarizada y registros de punto de venta. Los valores fueron de λ considerando entre 28-32 clientes/hora y para μ entre 34-38, lo que resulta en niveles de utilización entre 0.80 y 0.88.

La muestra determinada mediante la fórmula para una población finita, teniendo, una población de 768 establecimientos.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$N = 768$

$Z = 1.96$

$p = 0.50$

$e = 0.05$

Aplicando la formula da como resultado una muestra de 256.

El modelo considera cuatro relaciones analíticas entre variables que son independientes entre sí. Las relaciones propuestas son:

- Relación 1: variables estructurales (localización y diseño) = variación operativa y parámetros λ , μ , ρ
- Relación 2: estandarización/adaptación de procesos = variación en tiempos y eficiencia
- Relación 3: conocimiento tácito vs. sistematización = homogeneidad operativa y rendimiento
- Relación 4: percepción del personal = parámetros operativos (λ , μ)

El instrumento incorpora la técnica de encuesta, diseñada bajo la escala Likert de 5 puntos para evaluar variables perceptuales relacionadas a carga de trabajo, saturación, claridad de los procesos y ajustes operativos.

Para una primera etapa es delimitado el universo de la investigación a través de un levantamiento directo realizado con el apoyo de la herramienta Google Maps, identificando diez sucursales en Cortázar, seis en Villagrán y cuarenta y ocho en Celaya, determinando un total de 64 unidades operativas lo que sirve como base empírica para realizar la estructura del estudio. El conteo manual sistemático por ciudad evitó duplicidades mediante la validación de nombres comerciales, localización exacta y distancia entre puntos obtenidos.

La consistencia interna fue verificada con el alfa de Cronbach ($\alpha = 0.81$).

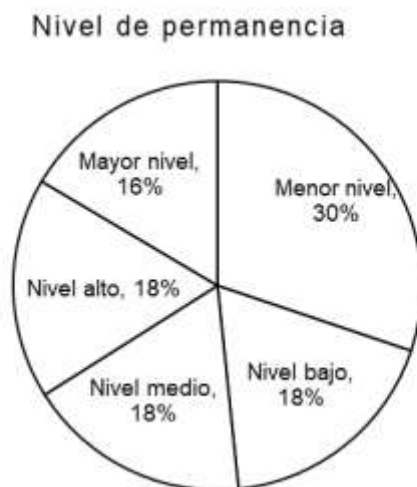
Posteriormente, se realizaron pruebas de normalidad con Kolmogorov-Smirnov ($p > 0.05$) lo que permitió el uso de técnicas paramétricas. Respecto al análisis, es aplicable la correlación de Pearson y el análisis de varianza (ANOVA) de un factor con una prueba post-hoc LSD de Fisher, determinando significancia en $p < 0.05$.

RESULTADOS

Al finalizar la aplicación del instrumento de recolección de datos (encuesta), los hallazgos encontrados de investigación son los siguientes: las variaciones en las experiencias son importantes, presentan heterogeneidad en la muestra (ítem1), porque el 38.9% de los encuestados son encargados y refieren que, las rutinas, lugares y conductas de los clientes influyen en el movimiento, sólo una sucursal reportó movilización escasa (ítem 4), en referencia al equipamiento posee equiparación en infraestructura 41.2% (ítem 3).

La experiencia laboral, de alta experiencia o permanencia, queda establecida con nivel alto 18%, un mayor nivel el 16 %, nivel medio 18 %, nivel bajo 18 % y menor nivel 30%; confirma la dispersión de respuesta (Véase figura 1).

Figura 1. Gráfico del nivel de permanencia

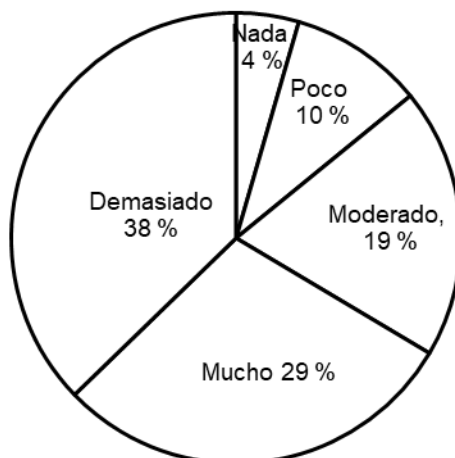


Nota: Elaboración propia

La ubicación es motivo de la demanda en productos específicos, modifica los stocks y maximiza la carga laboral, la figura 2, indica la percepción del efecto, entre localización, demanda y operatividad. El nivel de relevancia es 38 % lo considera demasiado, 29 % mucho, 19 % moderado, 10% poco y 4 % nada.

Figura 2. Gráfico de percepción efecto de la ubicación

Percepción efecto de la ubicación



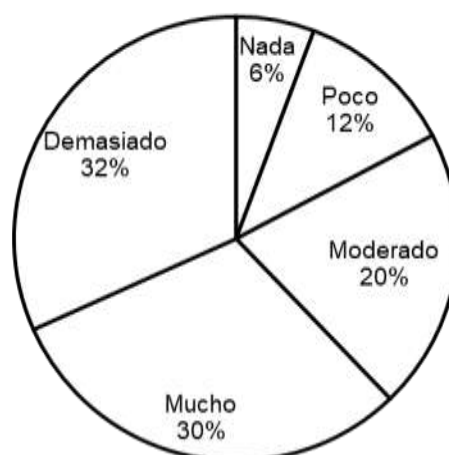
Nota: Elaboración propia

En la infraestructura y diseño, que abarca rubros como el tamaño, distribución y condiciones físicas, es expresado que influye de forma directa la eficacia de la operación y la vía de organización del trabajo, véase figura 3. La percepción de la relación dice el 32% que es demasiado, 30% mucho, 20% moderado, 12% poco y 6% nada.

La variabilidad entre sucursales, muestra una convergencia en la actividad del personal a la hora de detectar diferencias, una situación llamativa que el 50% omite respuestas, siendo posible que tiene una sola experiencia y carece de rotación a otras sucursales, es sugerible observar la figura 4. El resto de las expresiones, tienen el siguiente comportamiento, 14% reconoce una diferencia muy grande, 15% opina mucha discrepancia, 11% le asigna un valor moderado, 7% poca relevancia y un 3% ninguna.

Figura 3. Gráfico en infraestructura en relación a la eficacia

Infraestructura en relación a la eficacia



Nota: Elaboración propia

Figura 4. Gráfico variabilidad entre sucursales

Variabilidad entre sucursales

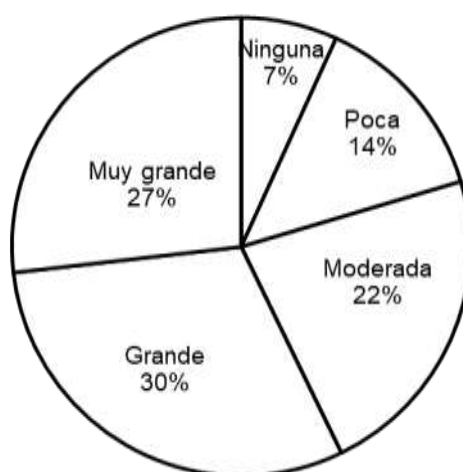


Nota: Elaboración propia

Cierra el análisis, con la adaptación a sistemas, la figura 5, ejemplifica las opiniones vertidas, el 30% concibe como muchas diferencias, 27% grande, 22% moderada, 14% poca, y 7% carece de diferencia, según su percepción de los encuestados.

Figura 5. Gráfico diferencia en adaptación a sistemas

Diferencia en adaptación a sistemas



Nota: Elaboración propia

DISCUSIONES

Se analizaron 64 sucursales asociadas con la región Laja-Bajío. Los resultados descriptivos reflejan valores por encima de 60% en niveles altos de la escala de Likert en variables vinculadas con la ubicación, el diseño de la tienda y el flujo de los clientes, lo que se traduce en una percepción alta de la influencia de los mencionados factores en la operativa.

Los análisis de varianza delinearon diferencias significativas para las sucursales y turnos en los tiempos de la atención ($F(2,253) = 5.87$, $p = 0.003$), confirmando así la existencia de variabilidad operativa. Por otra parte, las correlaciones entre la percepción de saturación y los parámetros del sistema oscilaron entre valores de moderados a altos ($0.52 \leq r \leq 0.68$, $p < 0.05$), lo que avala el uso de variables perceptuales como indicadores aproximativos de la operativa.

El intervalo de confianza del 95% para las medias se ubicó entre 3.8 y 4.4, mostrando coherencia entre los valores observados. De manera complementaria a lo anterior, en las entrevistas los operadores dan cuenta que el aprendizaje operativo se produce mediante experiencia directa; además, los manuales no son representativos de la práctica cotidiana, ya que los ajustes se producen mediante la práctica contextuada. Como consecuencia, en este sentido se produce un predominio del conocimiento tácito y se hace evidente la ausencia de mecanismos formales de captura y transferencia.

Los resultados están alineados con las consideraciones que califican que la digitalización sin ningún tipo de base metodológica con la que desarrollar dicha digitalización tiende a reproducir las ineficiencias organizativas (Torres y Valadez, 2025; Bernal Torra, 2026).

La hipótesis es aceptada, existe correlación entre los parámetros λ (ratio de llegadas), μ (ratio de servicio) y ρ (nivel de utilización).

CONCLUSIONES

La variabilidad operativa en organizaciones con múltiples unidades u oficinas se establece en base a la interacción con los factores organizativos y del contexto y en los factores estructurales, y no solo se debe a la actuación de una o varias personas. La sistematización digital del conocimiento operativo,

basada en criterios metodológicos establecidos, contribuye a aumentar la eficiencia operativa y la transferencia de conocimiento en organizaciones con multifuncionalidad.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Díaz V. (2023). Proceso de sistematización de la información recabada para la transformación digital de las pymes.
- Flores E., Miranda M. & Villasís M. (2017). El protocolo de investigación VI: Cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Revista Alergia México*, 64(3), 364–370. <https://doi.org/10.29262/ram.v64i3.304>
- García-Mendoza, R., & Martínez-Sánchez, L. (2025). Ecosistemas digitales y gestión del conocimiento: impacto en la eficiencia organizacional. **Revista Iberoamericana de Tecnología y Gestión**, 18(3), 210–228.
- González E. & Panteleeva, O. (2017). **Estadística inferencial para ingeniería**. Grupo Editorial Patria.
- Guzmán Vialva, I. C. (2024). *Nuevas tecnologías y cognición organizacional* (Tesis doctoral). Universidad Católica de Córdoba.
- Muñoz Zapata, D. E., & Valencia Rey, J. E. (2015). Gestión del conocimiento organizacional: un encuentro necesario entre plataformas digitales, comunicación, educación y cultura. **Revista Lasallista de Investigación**, 12(2), 105–111.
- Nava-Aguirre, K. M., Salazar-Zozaya, A. A., González-Castillo, A. M., Rodríguez-Saldivar, V. A., & Leyton-Rodríguez, Y. G. (2020). Recursos y capacidades empresariales de la industria del retail: la estrategia de internacionalización en América Latina. **Revista Argentina de Investigación en Negocios**, 6(1), 7–24.
- Torres, I. V., & Valadez, S. A. V. (2025). La digitalización sistematizada de las instituciones como herramienta para la transformación sustentable de sus actividades. **Revista de Estudios Interdisciplinarios del Arte, Diseño y la Cultura**, (14), 90–109.
- Vásquez-Rizo, F. E., & Gabalán-Coello, S. (2015). Gestión del conocimiento organizacional apoyada en herramientas digitales. **Anagramas**, 13(26), 185–202. <https://doi.org/10.22395/angr.v13n26a10>
- Veiga, N., Otero, L., & Torres, J. (2020). Reflexiones sobre el uso de la estadística inferencial en investigación didáctica. **InterCambios**, 7(2), 5–12.

LA APLICACIÓN DEL BALANCED SCORECARD PARA EFICIENTAR LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS EN LAS EMPRESAS TURÍSTICAS

Manuel Antonio Tovilla Espadas

manuel.te@zitacuaro.tecnm.mx

Liliana Venegas Michel

liliana.vm@zitacuaro.tecnm.mx

María del Carmen Clara Arcos Ortega

maria.ao1@zitacuaro.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Zitácuaro

RESUMEN

El Balanced Scorecard es una herramienta creada por Kaplan y Norton, esta estrategia busca eficientar procesos administrativos de las distintas áreas de la organización relacionados desde 4 perspectivas: *financiera, clientes, procesos internos y formación y crecimiento*, el problema a resolver es la falta de liquidez que a su vez afecta en la retención de clientes al no brindar un servicio de calidad, asimismo, debido a la pandemia hubo una disminución en ventas, analizando lo anterior se diseñaron iniciativas o planes de acción para cada perspectiva las cuales resolvieron dicha problemática, traducándose en una mayor capacitación del personal, trabajo en equipo, incremento de liquidez al aumentar las ventas y por ende el control del inventario evitando su obsolescencia, concluyendo que al usar esta metodología se pueden obtener grandes beneficios para empresas de diversos sectores incluyendo el turístico, y que son únicas para cada ente económico que pretenda implementarla, por lo que no se puede generalizar su uso.

Palabras clave: *Cuadro de Mando Integral, Clientes, Procesos Internos, Financiero, Formación y crecimiento.*

ABSTRACT

The Balanced Scorecard is a tool created by Kaplan and Norton, this strategy seeks to streamline administrative processes of the different areas of the organization related from 4 perspectives: financial, customers, internal processes and training and growth, the problem to be solved is the lack of liquidity which in turn affects customer retention by not providing a quality service, likewise, due to the pandemic there was a decrease in sales, analyzing the above, initiatives or action plans were designed for each perspective which resolved this problem, resulting in greater staff training, teamwork, increased liquidity by increasing sales and therefore inventory control avoiding its obsolescence, concluding that by using this methodology great benefits can be obtained for companies in various sectors including tourism, and that they are unique for each economic entity that intends to implement it, so its use cannot be generalized.

Keywords: *Balanced Scorecard, Customer, Internal Processes, Financial, Training and growth.*

INTRODUCCIÓN

La Secretaria de Turismo (SECTUR) considera que México es líder en Latinoamérica y en el mundo como destino turístico, ocupa el lugar número 7 entre los países más atractivos para la inversión de acuerdo a la ONU en la Conferencia sobre Comercio y Desarrollo, y está en el ranking número 9 entre los 25 más interesantes en todo el mundo de acuerdo a la empresa consultora AT Kearney. Es importante resaltar que, en el año 2013 fue el mejor para el sector turístico registrando un promedio de 23,7 millones de turistas extranjeros, lo cual representa un 1.4% más que los 23,4 millones de visitantes alcanzados en el 2012, lo que representó una derrama de 13 mil 819 millones de dólares, es decir, un 8.5% más.

De acuerdo a ProMéxico (2014) esta resalta algunos datos relevantes sobre México para tomarse en cuenta y que respaldan los números anteriores descritos: a nivel mundial ocupa el sexto lugar con más sitios declarados “Patrimonio Cultural de la Humanidad” conjuntamente con su gastronomía, la comida mexicana es una de las tres cocinas declaradas como Patrimonio Cultural Intangible de la Humanidad,

además de poseer 32 destinos declarados como Patrimonio de la Humanidad según la UNESCO, más de 45,000 sitios arqueológicos, 3,000 años de historia preservados en la memoria de 65 grupos étnicos, es el hogar del 10% de la diversidad global de especies, más de 176 áreas naturales protegidas, posee el segundo arrecife de coral más grande del mundo, la Feria Internacional del Libro celebrada en Guadalajara, Jalisco es la segunda a nivel mundial, los extranjeros prefieren a nuestro país para el retiro a nivel mundial, la industria turística equivale al 8.4% del PIB, por lo que es una importante fuente de ingresos, generando 2.5 millones de empleos directos y más de 5 millones de empleos indirectos, y por último, es el principal destino turístico para viajeros del vecino país del norte.

Para conocer más sobre este tópico, se examinan los números que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2020 el Sector Turístico en nuestro país generó el 6.8% del Producto Interno Bruto (PIB). Con los datos anteriores se puede deducir la magnitud de este sector, el cual se vio gravemente afectado por la pandemia y por ende las personas que dependían de los empleos generados para sostener a sus familias. Los datos proporcionados por el INEGI demuestran el papel que juega el turismo en el país, asimismo se deben actualizar estas estadísticas y complementarse con estudios de otros despachos o firmas de consultoría para reforzar estos números en diversas investigaciones.

Después de analizar el contexto anterior y la importancia de este sector, las empresas turísticas necesitan medir la eficiencia en sus operaciones para poder conocer su grado de avance, por lo cual el BSC o CMI es una metodología que puede ser de gran ayuda, esta fue creada por Robert Kaplan y Edward Norton, en la cual afirman que si no se pueden medir ciertos procesos en una compañía no se pueden gestionar, y por ende no se pueden mejorar, el BSC es un conjunto de perspectivas (explicadas más adelante) o dimensiones de las cuales se desprenden indicadores de cada una de ellas, asimismo estos buscan responder a estas 4 vertientes o cuestionamientos en el ámbito organizacional, tomando en cuenta aspectos cuantitativos como cualitativos.

La metodología llevada a cabo comienza con conceptualizar las 4 perspectivas y sus diversos indicadores o métricas, posteriormente se elaboran las iniciativas o planes de acción que permitan implementar estrategias, objetivos, indicadores y metas, esto con la finalidad de orientar a la organización a la resolución de la problemática detectada de acuerdo a la dimensión o perspectiva elegida, sin olvidar los materiales para poder desarrollarlo.

Entre los resultados más relevantes por cada una de las perspectivas, se observó la situación anterior y el cambio posterior, se destaca el aumento de la liquidez de la compañía al incrementarse las ventas, control de inventarios, retención e incremento de los clientes además de su satisfacción, mayor capacitación del personal y el trabajo en equipo, y posteriormente fueron contrastados por diferentes autores de diversos países, asimismo la aportación personal del autor sobre este tópico.

También se agregan las ventajas, aportaciones y desventajas del Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral de manera particular al caso de estudio que es una empresa dedicada al ecoturismo sostenible, asimismo, hacer énfasis que esta herramienta es única para cada ente económico que pretenda implementarla y que se debe conocer el antes y el después de su aplicación para estar en condiciones de medir los resultados en cada proceso.

Dentro de las conclusiones del BSC se puede afirmar que este modelo debe irse adecuando a las necesidades de cada empresa, con una visión compartida por los integrantes de la misma, conocer cada perspectiva de las cuatro que plantea y sus diversos indicadores, asimismo tomar en cuenta el tipo de liderazgo y transmitirse a los demás empleados, sin olvidar la cultura organizacional que es vital para el desarrollo empresarial, dar el seguimiento adecuado a los resultados obtenidos y llevar a cabo una segunda medición para verificar el grado de avance, esta herramienta puede combinarse con un diagnóstico DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) y seguidamente elaborar un CAME (Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar) y finalmente comenzar a desarrollar las estrategias para ponerlas en práctica, su aplicación es universal porque es un enfoque administrativo que busca eficientar los procesos internos y externos de una organización.

MARCO DE REFERENCIA

El proceso administrativo es un conjunto de etapas dentro de un ente económico que busca aprovechar al máximo los recursos con los que cuenta de forma eficiente, Koontz, Weihrich y Cannice (2012) plantean que:

La empresa recibe insumos, los transforma y exporta sus resultados al ambiente; sin embargo, este modelo requiere extenderse y desarrollarse en otro del proceso administrativo u operacional, que indique de qué manera los diversos insumos se transforman mediante las funciones gerenciales de planear, organizar, integrar personal, dirigir y controlar. (p. 27)

Una de las características del proceso administrativo es que se puede aplicar para todo tipo de empresas incluyendo las del sector turístico, haciendo énfasis que entre más grande la compañía es más compleja su aplicación, esta herramienta del Balanced Scorecard (BSC) toma indicadores que la misma compañía provee los cuales se aplican en las 4 perspectivas que son la base de esta herramienta que a la vez es muy robusta y tiene diversas aplicaciones en el ámbito empresarial.

En esencia un Balance Scorecard o simplemente BSC, de acuerdo a Jiambalvo (2003) “es un conjunto de mediciones del desempeño, elaborada por cuatro dimensiones del desempeño finanzas, cliente, proceso interno e innovación” (p. 373), es decir, busca analizar a una organización desde la perspectiva financiera, satisfacción de los clientes, mejorando sus diversos procesos internos y lograr la innovación a través del aprendizaje y crecimiento.

Ahora bien, otro autor Smith (2005) afirma que se “supone un enlace causal entre el desempeño no financiero y el desempeño financiero, y que el aprendizaje organizacional, los procesos internos y las relaciones con los clientes tienen un efecto positivo en el desempeño” (p. 27), esto quiere decir que combina aspectos cuantitativos y cualitativos, ya que los dos son de suma importancia en el desempeño de cualquier compañía que busca mejorar sus diversos procesos y eficientar sus recursos.

El Cuadro de Mando Integral (CMI) según Kaplan & Norton (1996) nos hace referencia a lo siguiente:

Traduce la estrategia y la misión de una organización en un amplio conjunto de medidas de la actuación, que proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición estratégica. El cuadro de Mando Integral sigue poniendo énfasis en la consecución de objetivos financieros, pero también incluye los inductores de actuación de esos objetivos financieros. El cuadro de mando mide la actuación de la organización desde cuatro perspectivas equilibradas: las finanzas, los clientes, los procesos internos y la formación y crecimiento. (p. 14)

En pocas palabras el CMI conforme a Kaplan & Norton (1996) “complementa los indicadores financieros de la actuación pasada con medidas de los inductores de actuación futura. Los objetivos o indicadores de Cuadro de Mando Integral se derivan de la visión y estrategia de una organización” (p. 21), es importante combinar ambos escenarios para obtener indicadores y resultados más objetivos.

La metodología de esta herramienta se fundamenta en el avance de la ciencia, Münch & Ángeles (2015) afirman que “desde sus inicios, la ciencia ha utilizado una serie de métodos y técnicas basados en la lógica y la experiencia, a través de los cuales establece sus leyes y categorías. La ciencia como conjunto sistematizado del saber humano está conformada por la teoría, el método y la técnica” (p.13), es importante mencionar los métodos de la investigación como son: inductivo, deductivo, sintético, analítico y dialectico, siendo el deductivo el utilizado ya que se comienza de lo general a lo particular.

Para la implementación del BSC es importante que todos compartan la misma visión, Hartzler & Henry (1999) comentan que “si usted desea que cada miembro se comprometa con la visión del equipo, esta debe compartirse con tantas personas como sea posible” (p. 92), de lo anterior se puede concluir que el trabajo en equipo es primordial para la implementación de esta herramienta, ya que si tienen mayor participación dentro de la visión estarán más comprometidos en la consecución de sus fines.

El BSC busca en cada compañía un desarrollo organizacional (DO) a través de un cambio planeado que permita estar en condiciones de responder a las demandas del entorno empresarial de manera interna y externa, Audirac (2010) explica que “el desarrollo organizacional involucra a todos los integrantes de la organización, dirigido y sostenido en y por los niveles directivos, para aumentar la eficacia, la productividad y la capacidad para resolver problemas y adaptarse a nuevas situaciones” (p. 12), al aplicarlo la organización debe analizar el antes y el después para medir la eficiencia operacional durante la aplicación de esta herramienta.

El CMI o BSC tiene 4 perspectivas, las cuales se ilustran a continuación:

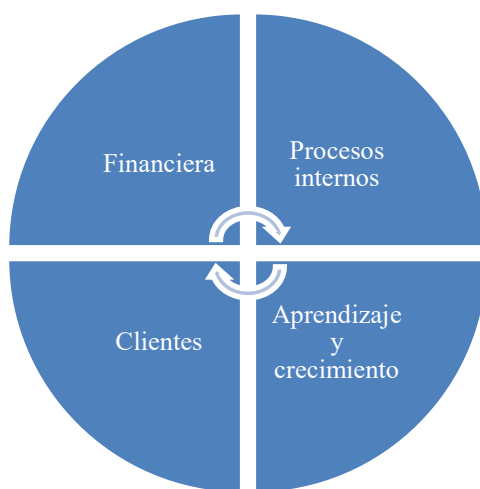


Figura 1. Las perspectivas del BSC. Fuente: creación propia con base en Kaplan y Norton.

Con base en la anterior figura explicaremos las 4 perspectivas necesarias para la elaboración y aplicación de un CMI o BSC:

- **Financiera.** Esta métrica de desempeño busca analizar la creación de valor para los socios o accionistas, es decir, deben utilizarse métodos que permitan conocer el valor actual de la compañía o que puedan aportar ideas de cómo mejorarlo, estos pueden ser: el Valor Económico Agregado (VEA o EVA), Retorno de la Inversión (ROI), Método Dupont, Indicadores claves de desempeño digitales (KPIs), Valor Presente Neto (VPN o VAN) Tasa Interna de Rentabilidad o Retorno (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback Period), Razones financieras de acuerdo a las Normas de Información Financiera (NIFs).
- **Clientes.** Para esta perspectiva se establece la capacidad de la compañía para cumplir las expectativas de los clientes, ya que ellos son la razón de la empresa y están en función de acuerdo a Kaplan y Norton (1992) relacionados con 4 factores: tiempo, calidad, desempeño y servicio.
- **Procesos internos.** En esta tercera perspectiva es importante conocer los factores internos de la compañía, se puede auxiliar de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), que a su vez también nos proporcionan factores externos que de alguna manera pueden influenciar o afectar en la parte interna, aunado a esto se procede a aplicar un análisis CAME (Corregir, Afrontar, Mantener, Explotar), el cual busca de alguna manera orientar para la toma de decisiones y corregir el rumbo de las empresas al eficientar sus procesos.
- **Aprendizaje y crecimiento.** Para la última perspectiva, es imprescindible tener la capacidad de innovar en sus productos para estar vigentes en el mercado, también conocida como de innovación por algunos autores, es necesario producir artículos novedosos para poder sobrevivir ante los competidores nacionales como internacionales, además de establecer metas que busquen llevar a cabo la Investigación y Desarrollo (I+D) y por supuesto destinar recursos necesarios para nuevos proyectos e incursionar en otros mercados.

Se muestra una tabla para su mayor comprensión de las 4 perspectiva con los indicadores de desempeño de cada una de ellas, además de que son enunciativos más no limitativos, por lo que algunos entes económicos pueden utilizar menos o más dependiendo de sus necesidades

Perspectiva Financiera ¿Está alcanzando el ente económico sus metas financieras?	Indicadores de desempeño - Mejorar el flujo de efectivo. - Rentabilidad. - Crecimiento en ventas. - Valor económico agregado. - Reducción del gasto administrativo. - Ciclo operativo y financiero. - Liquidez. - Solvencia. - Apalancamiento operativo, financiero y total.
Perspectiva Procesos internos ¿Está mejorando el ente económico los procesos internos críticos?	Indicadores de desempeño - Índice de defectos. - Tiempos de entrega. - Plazo de inventarios. - Plazo de cuentas por cobrar. - Plazo de cuentas por pagar. - Desarrollo de proveedores. - Desperdicios. - Capacidad tecnológica.
Perspectiva Clientes ¿Está cumpliendo el ente económico las expectativas del cliente?	Indicadores de desempeño - Atención al cliente. - Servicio preventa y postventa. - Retención de clientes. - Desarrollo de clientes. - Participación en el mercado. - Tiempo de respuesta.
Perspectiva Aprendizaje y crecimiento ¿Está mejorando el ente económico su capacidad para innovar?	Indicadores de desempeño - Inversión en capacitación del personal. - Liderazgo en tecnología. - Retención y gestión del talento humano. - Introducción de productos nuevos y los mismos como porcentaje de las ventas totales. - Número de patentes y marcas registradas. - Investigación y desarrollo (I+D).

Tabla 1. Las perspectivas del BSC y sus indicadores. Fuente: creación propia con base en Jiambalvo.

Para Tovilla (2022) “Análisis es el estudio detallado y separación de las cifras de un estado financiero dinámico o estático, con la finalidad de determinar su comportamiento en un periodo o fecha determinada” (p. 17), después de determinar los indicadores se debe analizar la información obtenida y realizar conclusiones, las cuales están contenidas al final del capítulo.

El caso de estudio es una persona física que tributa en el Régimen Simplificado de Confianza (RESICO) dedicada al ecoturismo y posee diversos servicios dentro de su portafolio de productos: renta de cabañas y restaurant, mariposario, alquiler de kayaks, senderismo, camping, picnic, bicicletas de playa, rappel en cascadas, todo esto con el concepto de estar en contacto y rodeado de la naturaleza, se ubica en el oriente del Estado de Michoacán, a solo 2 horas de la capital mexicana, su información financiera es la siguiente:

Turismo Sostenible Monarca*			
Estados de Situación Financiera al 31 de Diciembre			
	2022	2023	2024
<u>Activo</u>			
Efectivo y Bancos	\$ 100,000.00	\$ 30,000.00	\$ 300,000.00
Inventarios	40,000.00	0.00	50,000.00
<i>Activo Circulante</i>	140,000.00	30,000.00	350,000.00
Propiedades planta y equipo	880,000.00	880,000.00	880,000.00
(-) Depreciación acumulada	80,000.00	100,000.00	120,000.00
<i>Activo Fijo Neto</i>	800,000.00	780,000.00	760,000.00
Total de Activos	\$ 940,000.00	\$ 810,000.00	\$ 1,110,000.00
<u>Pasivo</u>			
Proveedores	\$ 80,000.00	\$ 0.00	\$ 100,000.00
Anticipo de clientes	0.00	0.00	0.00
<i>Pasivo a Corto plazo</i>	80,000.00	0.00	100,000.00
Total de Pasivos	\$ 80,000.00	\$ 0.00	\$ 100,000.00
<u>Capital Contable</u>			
Capital propio	400,000.00	325,000.00	400,000.00
Resultado de ejercicios anteriores	0.00	460,000.00	0.00

Resultado del ejercicio neto	460,000.00	25,000.00	610,000.00
Total de Capital Contable	\$ 860,000.00	\$ 810,000.00	\$ 1,010,000.00
Total Pasivo y Capital Contable	\$ 940,000.00	\$ 810,000.00	\$ 1,110,000.00

*Nombre ficticio por la confidencialidad de los datos mostrados y el secreto profesional.

Turismo Sostenible Monarca*			
Estados de Resultados del 1 de Enero al 31 de Diciembre			
	2022	2023	2024
Ingresos netos por ventas	\$ 800,000.00	\$ 100,000.00	\$ 1,200,000.00
(-) Costo de los servicios	200,000.00	25,000.00	400,000.00
Utilidad bruta	600,000.00	75,000.00	800,000.00
Gastos operativos			
Gastos de venta	50,000.00	10,000.00	60,000.00
Gastos de administración	60,000.00	20,000.00	80,000.00
Utilidad de operación (FO)	\$ 490,000.00	\$ 45,000.00	\$ 660,000.00
Resultado integral de financiamiento	30,000.00	20,000.00	50,000.00
Utilidad del Ejercicio**	\$ 460,000.00	\$ 25,000.00	\$ 610,000.00

**Falta considerar el impuesto correspondiente.

MÉTODOS

La metodología para aplicar el BSC al caso de estudio es la siguiente:

- Elaborar tabla de perspectivas.** Como primer paso se elabora una tabla que contiene las 4 perspectivas o dimensiones, en la cual se determinan: **Estrategia, Objetivo, Indicador y Meta**, esto con la finalidad de establecer parámetros de medición y buscar la mejora continua en sus procesos administrativos.

Turismo Sostenible Monarca				
Balanced Scorecard Año 2023				
Perspectiva	Estrategia	Objetivo	Indicador	Meta
Financiera	Incremento de liquidez.	Incrementar el flujo de efectivo y cubrir sus pasivos a corto plazo.	LI= E / PC* LI= Liquidez inmediata E= Efectivo PC= Pasivo Circulante	10%
Procesos internos	Eficiencia en el control de inventarios.	Aumentar la Rotación de los inventarios para evitar la obsolescencia a través del incremento en ventas.	RI= CV / SPI* RI= 10 veces AI= 360 / 10 AI= 36 días	12 veces o 30 días
Clientes	Atención a clientes.	Aumentar y retener clientes de la compañía brindando calidad y servicio.	Porcentaje de clientes satisfechos y retenidos.	20%
Formación y crecimiento	Retención y gestión del talento humano.	Incrementar la retención y lo relacionado con el capital humano a través de la capacitación y oportunidades de desarrollo.	GaV= Gn / VN* GaV= Gastos en sus diferentes tipos a ventas Gn= Pueden ser Gastos de Venta, Administración, Generales, Investigación y Desarrollo VN= Ventas Netas Gastos= 10%	Determinar qué porcentaje se aplicará a capacitación y creación de incentivos.

Tabla 2. Elaboración del BSC. Fuente: creación propia.

*Consultar las Normas de Información Financiera (NIFs) del 2022 (pp. 141-146)

- a) **Realización de iniciativas o planes.** Posteriormente se realiza la iniciativa o plan de acción para cada una de las perspectivas, estableciendo: ¿el Que?, ¿Iniciativa o Como?, Responsables, Fecha y el Presupuesto asignado.

Plan de Acción Perspectiva: Financiera			
Que: ¿Como incrementar la liquidez en la empresa?			
Iniciativa / Como	Responsable (s)	Fecha	Presupuesto
Elaborar paquetes y promociones en temporada baja o en días que no hay mucho turismo, es conveniente utilizar las redes sociales como Facebook y WhatsApp explicando claramente lo que contiene cada paquete y para cuantas personas.	Dueños. Vendedores o guías. Área de Mercadotecnia.	Enero / 2024	Bajo costo

Tabla 3. Plan de acción perspectiva financiera. Fuente: creación propia.

Para esta perspectiva se planteaba incrementar el flujo de efectivo, para lo cual se elaboraron diversos paquetes para diversas estaciones del año, asimismo, se empezó a realizar promociones de **2 x 1** en el catálogo de productos y servicios que la empresa ofrece, las redes sociales jugaron un papel muy importante, logrando incrementar los ingresos por ventas en el primer cuatrimestre.

Plan de Acción Perspectiva: Procesos Internos			
Que: ¿Como ser más eficiente en el control de inventarios?			
Iniciativa/ Como	Responsable (s)	Fecha	Presupuesto
Evitar la obsolescencia a través del incremento en ventas, por lo que se debe verificar que productos tienen mayor y menor rotación.	Dueños. Área de compras.	Enero / 2024	Bajo costo

Tabla 4. Plan de acción perspectiva procesos internos. Fuente: creación propia.

En la segunda perspectiva se buscó darles más rotación a los insumos relacionados con el servicio de cabañas y restaurante, además de los “box lunch” que se proporcionan para comodidad del turista y que ellos no tengan que preocuparse por los alimentos y que disfruten de la experiencia con la naturaleza.

Plan de Acción Perspectiva: Clientes			
Que: ¿Cómo podemos aumentar y retener a los clientes?			
Iniciativa / Como	Responsable (s)	Fecha	Presupuesto
Revisar la actual cartera de clientes para conocer el número de clientes. Aplicar encuesta de satisfacción a los clientes. Ofrecer un pequeño presente de la región que incluya los datos de la empresa para futuras visitas.	Dueños. Vendedores o guías. Área de Mercadotecnia.	Enero / 2024	Bajo costo

Tabla 5. Plan de acción perspectiva clientes. Fuente: creación propia.

En la tercera perspectiva se enfocó a conocer el número de clientes y posteriormente medir la satisfacción de los mismos, además se incluyó un pequeño presente de la región con los datos de contacto para futuras visitas dando un buen resultado porque varios regresaron a disfrutar de los diversos servicios que la operadora turística ofrece.

Plan de Acción Perspectiva: Formación y crecimiento			
Que: ¿Cómo incrementar la capacitación en fuerza de ventas?			
Iniciativa / Como	Responsable	Fecha	Presupuesto
Incrementar lo relacionado con el capital humano a través de la capacitación y oportunidades de desarrollo, en este caso es el 10% para aplicarse a capacitación. Capacitar a los empleados en el manejo del inglés como segundo idioma.	Dueños. Vendedores o guías. Área de Mercadotecnia.	Enero / 2024	10% del total de Gastos de Venta.

Tabla 6. Plan de acción perspectiva formación y crecimiento. Fuente: creación propia

En la cuarta perspectiva se acordó en capacitar a todos los empleados en el manejo del inglés como segundo idioma, debido a que cada vez es más notoria la visita de turistas de Europa, Estados Unidos y Canadá, por lo cual se destinó el 10% del total de los Gastos de Venta para la capacitación

correspondiente, esta se realizó de manera escalonada, primeramente, a los vendedores o guías y, posteriormente, al resto del personal de la empresa.

- a) **Análisis de resultados.** Finalmente se analizan y se discuten los resultados obtenidos al aplicar esta herramienta en la empresa caso de estudio obtenidos en cada uno de los planes de acción elaborados, resaltando el antes y después del Balanced Scorecard.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos al aplicar el BSC o CMI se presentan por cada perspectiva para poder apreciarlos de una manera más detallada:

a) Perspectiva financiera.

Perspectiva: Financiera	
Situación anterior	Resultados
No existía paquetes y promociones en temporada baja.	Se realizaron diversos paquetes los cuales impactaron de manera positiva en el flujo de efectivo, consiguiendo mayor liquidez.
No se les daba el uso adecuado a las redes sociales.	Se apoyaron en las redes sociales para dar a conocer nuevos productos como son cabañas, restaurant y el mariposario, sin olvidar los primeros servicios que se ofertaron.
No se ofrecían promociones en temporada alta ni baja.	Se ofertaron promociones de 2 x 1 para incentivar al cliente, propiciando mayor movimiento y derrama económica.

a) Perspectiva procesos internos.

Perspectiva: Procesos internos	
Situación anterior	Resultados
Debido a la pandemia no se disponía de inventario y solo se compraba lo necesario debido a que no se contaba con liquidez suficiente.	En la actualidad existe control de los insumos que se adquieren para abastecer el restaurant y las cabañas.
Había insumos perecederos y por lo regular no se utilizaban o tardaban mucho en el inventario.	Existe una adecuada planeación de las compras y una mayor rotación del inventario, por lo que se evita la obsolescencia y la inversión de efectivo en el mismo.
No se conocía los insumos con mayor o menor rotación.	Se conoce que insumos tienen mayor rotación y cuáles no, incluso se realizó una selección de los mejores proveedores.

b) Perspectiva clientes.

Perspectiva: Clientes	
Situación anterior	Resultados
Se desconocía la actual cartera de clientes.	Se analizaron los archivos anteriores con la finalidad de conocer la actual cartera de clientes y así se crearon estrategias para aumentar y retener a los usuarios.
No se aplicaba una encuesta para medir la satisfacción del servicio prestado.	Elaboración y aplicación de encuesta de satisfacción a los clientes, pudiendo conocer que tan bueno es el servicio prestado.
La empresa no ofrecía ningún presente de la región como agradecimiento al contratar los servicios.	Ahora se ofrece un pequeño presente de la región que incluye los datos de la empresa para futuras visitas, asimismo, se busca permanecer en la mente de los consumidores.

1. Cómo calificarías el servicio de nuestros guías?
a) Excelente b) Muy bueno c) Regular d) Malo
2. ¿El guía te ayudó de forma cortés a resolver tus dudas durante el servicio?
a) Siempre b) A veces c) Nunca
3. ¿Cómo calificarías los tiempos de espera en cada lugar a visitar?
a) Excelente b) Muy bueno c) Regular d) Malo
4. ¿Recomendarías nuestros servicios a otras personas?
a) Si b) Tal vez c) No d) Nunca
5. ¿Volverías a contratar a esta operadora turística?
a) Si b) Tal vez c) No d) Nunca

b) Perspectiva formación y crecimiento.

Perspectiva: Formación y crecimiento	
Situación anterior	Resultados
Existía mucha rotación del personal.	Se está trabajando en la retención y gestión del talento humano.

No se destinaba mucho presupuesto para la capacitación y profesionalización del personal.	Del total de los Gastos de Venta se aplica un 10% para capacitar a los empleados en el manejo del inglés como segundo idioma, lo cual se traduce en un mejor servicio para los extranjeros que visitan la zona.
---	---

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados presentados permitieron verificar el objetivo de la herramienta BSC, elaborando iniciativas e involucrando a los implicados del proceso correspondiente, tomando en cuenta los indicadores en cada una de las 4 perspectivas, aunque es importante contrastarlos con las investigaciones de otros estudiosos sobre el tema en cuestión. Como limitante de este estudio es que solo se aplicó a una empresa del sector turístico, es conveniente su aplicación a un mayor número de empresas del mismo giro, con la finalidad de obtener datos duros de comparación que podrían aportar o enriquecer esta herramienta y generar conocimiento en un futuro.

La utilidad del Balanced Scorecard no depende del tipo de empresa, sino de los problemas a los que se enfrenta. El Cuadro de Mando Integral se ha implantado en empresas grandes y pequeñas, en sectores regulados y no regulados, en organizaciones con y sin ánimo de lucro, así como en empresas con alta rentabilidad y con pérdidas. El cambio depende de nuestro grado de satisfacción con el actual modelo de gestión y con la comprensión de la estrategia de la empresa que demuestran las personas de nuestra organización (Fernández, Alberto, 2001). Se puede afirmar que el BSC se puede implementar en cualquier tipo de empresa y depende de la problemática que deba resolverse la que motivará su aplicación en las perspectivas planteadas, asimismo el cambio planeado dependerá de que tan satisfechos estamos con la situación actual y hacia dónde queremos estar como organización. Esta empresa configuró la implantación del BSC como un vehículo para apoyar y gestionar los cambios derivados de la adopción de una filosofía de gestión de la calidad total, realizándose de forma conjunta la planificación estratégica y el diseño del sistema de indicadores. Por ello, los pasos seguidos en la implantación siguieron las pautas establecidas en el modelo del BSC, y estaban enfocadas a sustentar el cambio radical en todos los ámbitos de la gestión de la empresa (Martínez, Ramos, Miguel, et.al. 2003). La aplicación en una mediana empresa ALFA dedicada a la fabricación de azulejos y pavimentos es una de las mas importantes del sector cerámico, en el momento del estudio contaba con 350

empleados, se dieron a la tarea de identificar diversos indicadores para llevar a cabo la planeación estratégica, lo que resalta la importancia de las 4 perspectivas.

La implantación y puesta en marcha del Cuadro de Mando Integral en Instituciones de Educación Superior, en una forma responsable, brindará aportes y beneficios en los procesos internos, satisfacción de los clientes y buenos resultados sociales, creando un clima laboral organizado a partir de la satisfacción del recurso humano, como la principal fuerza impulsora de innovación y desarrollo. El Balanced Scorecard ayudará a que se dé una efectiva planificación, a entender y comunicar la estrategia trazada, y a gestionar mejor, con una visión global y a largo plazo el plan de desarrollo de la institución, comprometiendo de esta forma a todos sus funcionarios. El Balanced Scorecard es un instrumento que da prioridad a lo importante, siendo esto lo clave de la institución, y el aspecto que se debe tener en cuenta para mejorar los procesos internos con miras a obtener mayor beneficio y satisfacción tanto del cliente interno como externo (Arias Montoya, L., et.al, 2005). Esta herramienta también ha sido aplicada en el ámbito educativo a nivel superior, resaltando que brinda beneficios en los procesos internos (es una de las 4 perspectivas), buscando satisfacer a los usuarios y buscando un clima laboral más organizado.

En la publicación de lo mejor de HBR, muchas empresas adoptaron conceptos iniciales del Balanced Scorecard para mejorar sus sistemas de medición del desempeño. Obtuvieron resultados tangibles, pero limitados. La adopción de esos conceptos les entregó clarificación, consenso y foco sobre las mejoras deseadas en el desempeño. Más recientemente, hemos visto a empresas expandir su uso del Balanced Scorecard, empleándolo como la base de un sistema de gestión estratégica integrado e iterativo. El Balanced Scorecard permite a una empresa alinear sus procesos de gestión y enfoca a toda la organización en la implementación de una estrategia a largo plazo (Harvard Business Review, 2007). En años posteriores su aplicación también ha sido realizada en la gestión bibliotecaria, desde una perspectiva amplia, el control de gestión estratégico garantiza el éxito del desempeño organizacional y que la calidad en el control estratégico es una responsabilidad prioritaria del quehacer dentro de la gestión bibliotecaria, y constituye una exigencia creciente de los usuarios.

No obstante, ser una herramienta nacida en el ámbito empresarial, el CMI les brinda a las bibliotecas una metodología aplicable que le permitirá a la alta dirección centrar sus esfuerzos para conseguir los resultados previstos. Por ello la herramienta válida para trabajar con mejor desempeño el control estratégico en la gestión bibliotecaria es el Cuadro de Mando Integral (Muñoz, Edith, 2009),

complementando podemos afirmar que esta metodología se puede aplicar en diversas organizaciones como en este caso relacionado con una biblioteca o centros de información.

En el presente estudio empírico la Gestión Estratégica de Recursos Humanos se erige como antecedente del modelo Balanced Scorecard. El objetivo de dicho estudio es examinar la relación entre la Gestión Estratégica de Recursos Humanos implementada en las organizaciones con las tres perspectivas (clientes, finanzas y procesos) del Balanced Scorecard. En la muestra han participado 222 directivos a los cuales se les aplicaron varias pruebas auto-administradas que contemplaban aspectos como: los datos demográficos del entrevistado y de la empresa, la escala BSC-14 y la escala GERH-53. Los resultados y las conclusiones obtenidas hacen referencia a que la Gestión Estratégica de Recursos Humanos predice los parámetros del Balanced Scorecard (Joan Boada-Grau, et.al, 2009). Aquí se resalta las variables relacionadas con el capital humano y su gestión estratégica utilizando solamente 3 perspectivas de las 4 que plantea el modelo originalmente.

Otras investigaciones, comentan que esta es una metodología útil para la implementación estratégica que “traduce” la misión, la visión y la estrategia de las diferentes unidades de negocio de la empresa en objetivos e indicadores tangibles, los cuales son agrupados en forma de causa y efecto, en cuatro perspectivas que permiten visualizar el desempeño organizacional: perspectiva financiera, clientes, procesos internos y crecimiento y aprendizaje (Sánchez Córdoba, Francisco, 2010). Aquí se puede destacar la mención de las 4 perspectivas y los indicadores que son necesarios para llevar a cabo su implementación y que lleva esta causalidad entre lo cuantitativo y lo cualitativo.

La revista científica *Visión de Futuro*, en la cual se presenta un artículo científico “El Balanced Scorecard como herramienta de evaluación en la gestión administrativa” concluye que esta herramienta es mucho más que una moda, que le permite a los diferentes niveles de la dirección empresarial enfocarse hacia los niveles críticos de la organización (Alveiro Montoya, Cesar, 2011).

Estudios plasmados en la revista Contaduría Pública de la UNAM, afirman que al utilizar la metodología del Balanced Scorecard para extraer el capital intelectual de la innovación tecnológica permite identificar los puntos clave donde se relacionan la tecnología y el conocimiento individual y organizacional para alcanzar los objetivos institucionales, además de brindar oportunidades de mejora (Méndez García, F. et.al, 2011). Debido a lo anterior es conveniente invertir en Investigación + Desarrollo (I+D) para poder aprovechar al máximo las capacidades del ente económico y el capital humano.

Los beneficios de la implantación son los más variables, donde podemos apuntar que el BSC ofrece una metodología de gestión empresarial que sólo propone como indicadores de medición del desempeño operativo. La aplicación estratégica transforma esa metodología en una herramienta de gestión y al alcance de toda la organización (Scaramussa, Sadi A., et.al, 2010). Es indudable la contribución que realiza esta metodología, la cual es utilizada como instrumento de manera estratégica como apoyo a la alta gerencia y de ahí parte hacia toda la organización para la consecución de sus objetivos.

Ahora bien, el procedimiento propuesto permite la correcta identificación y definición de los procesos logísticos, contribuyendo a la alineación de las áreas y procesos con la estrategia de la organización y al análisis de la consecución y cumplimiento de los objetivos estratégicos a través de información eficiente, relevante y oportuna. Permite medir el nivel de desempeño del proceso logístico y analizar en qué medida el proceso cumple con la misión y los objetivos relativos a su diseño y gestión en correspondencia con la estrategia de la empresa y la filosofía del modelo SCOR, conjugando criterios relacionados con el nivel de servicio al cliente, costos y activos. La integración con la herramienta Balanced Scorecard permite abarcar todos los procesos y actividades que conforman el proceso logístico con indicadores (KPI's) apropiados, facilitando la toma de decisiones y el mejoramiento continuo del sistema para el logro exitoso de la estrategia de la organización (Díaz, Curbelo, Alina; et.al, 2014). La cadena de suministro es vital para cualquier compañía y si se combina con el BSC arroja resultados sorprendentes, lo cual se traduce en la mejora de sus diversos procesos.

Es interesante su aplicación al combinarse con otra, contrariamente a su imagen como herramienta complicada y asociada a la gestión de grandes corporaciones, se propone el BSC permite al emprendedor partir del modelo de negocio esbozado en el CANVAS para, sin mucha complicación añadida, identificar y traducir el modelo de negocio en una estrategia trazada a través de un conjunto coherente e integrado de objetivos e indicadores. Numerosos estudios señalan la utilidad para los emprendedores de disponer de métricas y de analizarlas. En este sentido se están desarrollando multitud de indicadores a partir de los cuales las nuevas empresas puedan inferir sus ventas y tomar decisiones respecto de la oferta que presentan al mercado (Sánchez, Vázquez, J. et.al, 2016).

Se realizó un estudio sobre las principales causas por las que una empresa entra en crisis y se resaltó la importancia de observar que cada caso en cada empresa es único, por lo que su instauración debe

realizarse de una manera contextual, es decir, directamente frente a la organización y su contexto económico y social. En primer lugar, es importante aclarar que si bien el BSC es una herramienta que puede ser de utilidad para las empresas en crisis, no es una herramienta mágica que saque a una organización de su posible liquidación, puesto que en este artículo se expone más como una herramienta de control, autoconocimiento, seguimiento y evaluación. En segundo lugar, hay múltiples razones por las que una empresa puede llegar a presentar un estado de crisis, como se expusieron anteriormente algunos elementos o factores son abordados mediante la herramienta del tablero de mando balanceado (Quintero-Beltrán, L., et.al, 2018). En este artículo se habla sobre el uso de la metodología para empresas en estado de crisis, si bien es importante aclarar que su aplicación no necesariamente es una panacea que resuelve todos los males de una organización, pero si puede servir para buscar oportunidades de mejora.

Aplicaciones más recientes del BSC en la Fundación Caritas se demostró el cumplimiento de las diversas actividades de la presente organización en objetivos medibles, además el cumplimiento de las metas propuestas, es decir, que se mejoró una comunicación organizacional a su vez la revisión constante y continua que cuando se detecte un error en alguna de sus operaciones se la corrige inmediatamente, por lo que el aprendizaje y realizar cambios serán pilares estratégicos para optimizar el funcionamiento global de la organización (Osejos-Vásquez, A. E., et.al, 2022). Es conveniente revisar las estrategias implementadas para poder establecer estándares de cumplimiento y seguir avanzando en la mejora continua.

Ventajas y aportaciones del Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral.

Entre las ventajas y aportaciones se pueden destacar las siguientes:

- a) Involucra a los implicados en cada proceso.
- b) Se busca la mejora continua.
- c) Alineación con los objetivos de toda la estrategia en la organización.
- d) Utilización de información cuantitativa y cualitativa.
- e) El método científico a utilizar es el “Método Deductivo” porque va desde un razonamiento general hacia lo particular.
- f) Se agiliza la comunicación entre todos los empleados.
- g) Fortalece el aprendizaje en la compañía al corregir sus errores.

- h) Prioriza los objetivos, realiza mediciones para monitorear los procesos, además de dar el seguimiento a las iniciativas planteadas, existe una estructura en su estrategia.
- i) Si se elabora y se aplica a conciencia puede tener resultados a corto y mediano plazo.
- j) Comunicación de la visión en objetivos medibles al utilizar indicadores.
- k) Revisa periódicamente las estrategias implementadas.
- l) Mejora la gestión de la información y se traduce en la toma de decisiones más asertivas.
- m) Hay control de cada uno de los procesos.
- n) Mide el antes y después en cada perspectiva.

Entre las desventajas de esta herramienta se pueden mencionar:

- a) Este tipo de herramientas son únicas para cada ente económico que pretenda implementarla, por lo que no se puede generalizar su uso.
- b) Es importante dosificar la información para llevar a cabo su uso correspondiente, ya que son muchos indicadores que deben tomarse en cuenta.
- c) Los dueños o la alta dirección deben estar convencidos de la aplicación de esta herramienta, ya que si no existe compromiso no se alcanzarán los resultados planeados.
- d) La cultura organizacional juega un papel muy importante porque es una metodología poco flexible, y se debe de trabajar mucho al momento de implementarla.
- e) No todos los empleados tendrán las aptitudes y actitudes para estar en la misma sintonía que el resto de la organización.

CONCLUSIONES

El BSC o CMI es una metodología extensa que requiere de mayor comprensión y análisis, tomando en cuenta esa relación causal entre la parte cuantitativa y cualitativa.

Este modelo administrativo debe irse puliendo y adecuándose poco a poco a las necesidades de cada organización, pero trabajando en equipo con la visión compartida.

Conocer cada una de las perspectivas además de los indicadores que manejan cada una de ellas, para poder familiarizarse y sacar el mayor provecho del mismo.

Involucrar a los implicados de cada uno de los procesos para que tengan conciencia de lo que se busca y los resultados a obtener en el corto y mediano plazo.

Debe tomarse en cuenta el tipo de liderazgo que la empresa lleva a cabo, además de transmitirse a los demás empleados sin olvidar la cultura organizacional que es vital para el desarrollo empresarial.

Sería de gran ayuda combinarlo con un diagnóstico DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) y seguidamente elaborar un CAME (Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar) y finalmente comenzar a desarrollar las estrategias para ponerlas en práctica.

Llevar a cabo el seguimiento correspondiente y realizar una posterior medición de los resultados obtenidos y de ahí partir para volver a aplicarlo de manera cíclica.

Su aplicación es universal porque es un enfoque administrativo, además la metodología tiene un procedimiento que busca eficientar los procesos internos y externos de una organización.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alveiro Montoya, C., (2011) El Balanced Scorecard como herramienta de evaluación en la gestión administrativa. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, 15 Número 2.
- Arias Montoya, I. ., Castaño Benjumea, J. . C., & Lanzas Duque, A. M. (2005). Balanced Scorecard en instituciones de educación superior. *scientia et technica*, 1(27)
- Audirac Camarena, Carlos Augusto. (2010) *Desarrollo organizacional y consultoría*, 1ª. Edición, México: Grupo Editorial Trillas (p. 12)
- Consejo Mexicano de Normas de Información Financiera CINIF. (2022) *Normas de Información Financiera*, México: Editorial del Instituto Mexicano de Contadores Públicos (pp. 141-146)
- Díaz Curbelo, Alina, & Marrero Delgado, Fernando. (2014). El modelo SCOR y el Balanced Scorecard: una poderosa combinación intangible para la gestión empresarial. *Revista Científica Visión de futuro*, 18(1)
- Fernández, Alberto. (2001) El Balanced Scorecard: ayudando a implantar la estrategia *Revista de Antiguos Alumnos IESE Marzo de 2001* (pp 31-42).
- Hartzler, Meg y Henry, Jane E. (1999) *Teoría y aplicaciones del trabajo en equipo, como preparar equipos de trabajo eficaces*, México: Editorial Alfa y Omega (p. 92)

- Harvard Bussiness Review. (2007) Usar el Balanced Scorecard como un sistema de gestión estratégica, *Revista Gestionar para el largo plazo, lo mejor de HBR* (pp. 1-11)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022) *Censos Económicos 2020*, Información relacionada con el Turismo en México.
- Jiambalvo, James. (2003) *Contabilidad Administrativa Managerial Accounting 1ª. Edición México*: Grupo Editorial Limusa Wiley (pp. 373-374).
- Joan Boada-Grau Carme Gil-Ripoll. (2009) Gestión Estratégica de Recursos Humanos como Antecedente del Balanced Scorecard, *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones Vol. 25, n.º 2, 2009* - Págs. 123-134
- Kaplan, Robert y Norton, David. (1996) *El Cuadro de Mando Integral, The Balanced Scorecard 2ª. Edición*, España: Editorial Gestión 2000 (pp. 14-21)
- Koontz, Harold, Weihrich, Heinz, Cannice Mark. (2012) *Administración una perspectiva global 14ª. Edición*, México: Editorial Mc Graw Hill (p. 12)
- Martínez Ramos, Miguel, Heredia Álvaro, José Antonio (2003) El Balanced Scorecard. estudio del proceso de implantación en una mediana empresa, *Revista iberoamericana de contabilidad de gestión, ISSN 1696-294X, Vol. 1, Nº. 2, 2003*, págs. 147-168
- Méndez García, F., Domínguez Sosa, O. E. y Ortiz Hernández, F. E. (2011). Balanced Scorecard para extraer conocimiento de la tecnología. *Contaduría y Administración UNAM*, (234), 33-54.
- Münch, Lourdes y Ángeles, Ernesto. (2015) *Métodos y técnicas de investigación 5ª. Edición*, México: Grupo Editorial Trillas (pp. 13-16)
- Muñoz, Edith Carmen. (2009) Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) para la gestión bibliotecaria: pautas para una aplicación, *Revista Investigación bibliotecológica*, Vol. 23, Núm. 48, mayo/agosto, México, (pp. 105-126)
- Osejos-Vásquez, A. E., Baque-Sánchez, S. M., & Basurto-Vinces, C. E. (2022). Balanced Score Card en el Cumplimiento de los Objetivos de la Fundación Caritas, Manta. *Dominio De Las Ciencias*, 8(1), 3–17
- Quintero-Beltrán, L., & Osorio-Morales, L. (2018). Balanced scorecard como herramienta para empresas en estado de crisis. *Revista CEA*, 4(8), 75-94.
- Ramírez Padilla, David Noel. (2008) *Contabilidad Administrativa, Octava edición*, México: Editorial McGraw Hill Interamericana Editores (pp. 474 - 477)
- Sánchez Córdoba, Francisco E. (2010) El Balanced Scorecard como herramienta de gestión en las organizaciones del siglo XXI
Revista Gestión y Desarrollo (pp.123-132)

- Sánchez Vázquez, J. M., Vélez Elorza, M. L., & Araújo Pinzón, P. (2015). Balanced Scorecard para emprendedores: desde el modelo canvas al cuadro de mando integral. *Revista Facultad De Ciencias Económicas*, 24(1), 37–47.
- Scaramussa, Sadi A., Reisdorfer, Vitor K., & Ribeiro, Antonio A. (2010). La contribución del balanced scorecard como instrumento de gestión estratégica en el apoyo a la gerencia. *Visión de futuro*, Año 7 No. 1 Vol 13(1)
- Smith, Malcom (2005) *The Balanced Scorecard, Financial Management*, Febrero de 2005; ABI / INFORM Global (p. 27)
- Tovilla, Espadas, Manuel Antonio. (2022) *Métodos para interpretar estados financieros, Análisis de indicadores en casos prácticos*, México: Editorial del Instituto Mexicano de Contadores Públicos, IMCP (p. 17)