



Variables mediadoras en la intención emprendedora y el emprendimiento universitario

Lechuga-Nevárez, M.D.R.



Implementación de un sistema de Alerta Temprana (SATA-SEEK) para evitar la Deserción Escolar utilizando DeepSeek: Un enfoque para usuarios no expertos en IA

Badillo de Loera, J., Ruiz-Gómez, J., Guzmán-Fernández, A., Guzmán-Valdivia, C., Ramírez-Hernández, L., Rodríguez-González, B., Bañuelos-García, L., Cardoso Pérez, M., Cruz-Domínguez, O., Lebbihi, R., Durán-Muñoz, H.



Diagnóstico del nivel de engagement laboral en pequeñas empresas del sur del estado de Veracruz

Antonio-Pacheco, B., Sainz-Barajas, M.T., Chiñas-Valencia, J.J., Ordaz-Hernández, M.B., Castro-Jiménez, D.



Impacto del estrés académico en el comportamiento alimentario universitario: evidencia para el diseño de estrategias institucionales de bienestar

Villanueva-Echavarría, J., Zarza-García, A., Brito-Cruz, T., Sánchez-Domínguez, J., Torres-Zapata, Á.



Procrastinación académica en estudiantes universitarios: análisis factorial de sus dimensiones y diseño de una app de apoyo basada en autorregulación

Barradas-Arenas, U.D., Vazquez-Aragón, M.R., Pérez-Cruz, J.A., Cocón-Juárez, J.F., Juárez-de la Cruz, G.



Development of an analytical method for the determination of ciprofloxacin, diclofenac, acetaminophen, and carbamazepine by High-Performance Liquid Chromatography

Alvillo-Rivera, A.J., Guillén-Garcés, R.A., Treviño-Quintanilla, L.G., Villegas-Mendoza, I.E., Silva-Luna, C.D.



Impact of cooking methods on antioxidant activity and ascorbic acid content of jalapeño peppers

Eunice-Adefemisoye, A., Moreno-Reséndez, A., Reyes-Carrillo, J.L., Calderón-Leyva, G., Charles-Rodríguez, A.V., Álvarez-Parrilla, E.



Evaluación antagónica de *Bacillus subtilis* aislado de zonas áridas de Sonora contra *Fusarium oxysporum* en sandía

Andrade-Bustamante, G., Martínez-Ruiz, F.E., Rueda-Puente, E.O.

Cintillo Legal

RIIT REVISTA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, Vol. 14, No. 80. Mayo - Junio 2026, es una publicación bimestral editada y publicada por Universidad Autónoma de Coahuila, boulevard Venustiano Carranza s/n colonia República Oriente, C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, Tel. (844) 414 85 82, <https://riit.com.mx/>, correo electrónico: publicacionesriit@uadec.edu.mx. Editor responsable: Dra. Antonia Mtz. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-021512364600-102, ISSN: 2007-9753, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Departamento de Divulgación y Comunicación Digital de la Dirección de Investigación y Posgrado de la UAdeC, Q.F.B. Fernando García, Edificio "D" planta alta, unidad Camporredondo, Saltillo, Coahuila, C.P. 25280, Tel. (844) 414 85 82, fecha de última modificación: 01 Mayo 2026.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de Universidad Autónoma de Coahuila.

Tabla de Contenido

Título artículo/ Autores	Páginas
Variables mediadoras en la intención emprendedora y el emprendimiento universitario Lechuga-Nevárez, M.D.R.	1 – 28
Implementación de un sistema de Alerta Temprana (SATA-SEEK) para evitar la Deserción Escolar utilizando DeepSeek: Un enfoque para usuarios no expertos en IA Badillo de Loera, J., Ruiz-Gómez, J., Guzmán-Fernández, A., Guzmán-Valdivia, C., Ramírez-Hernández, L., Rodríguez-González, B., Bañuelos-García, L., Cardoso Pérez, M., Cruz-Domínguez, O., Lebbihi, R., Durán-Muñoz, H.	29 – 45
Diagnóstico del nivel de engagement laboral en pequeñas empresas del sur del estado de Veracruz Antonio-Pacheco, B., Sainz-Barajas, M.T., Chiñas-Valencia, J.J., Ordaz-Hernández, M.B., Castro-Jiménez, D.	46 – 62
Impacto del estrés académico en el comportamiento alimentario universitario: evidencia para el diseño de estrategias institucionales de bienestar Villanueva-Echavarría, J., Zarza-García, A., Brito-Cruz, T., Sánchez-Domínguez, J., Torres-Zapata, Á.	63 – 73
Procrastinación académica en estudiantes universitarios: análisis factorial de sus dimensiones y diseño de una app de apoyo basada en autorregulación Barradas-Arenas, U.D., Vazquez-Aragón. M.R., Pérez-Cruz, J.A., Cocón-Juárez, J.F., Juárez-de la Cruz, G.	74 – 90
Development of an analytical method for the determination of ciprofloxacin, diclofenac, acetaminophen, and carbamazepine by High-Performance Liquid Chromatography Alvillo-Rivera, A.J., Guillén-Garcés, R.A., Treviño-Quintanilla, L.G., Villegas-Mendoza, I.E., Silva-Luna, C.D.	91 – 105
Impact of cooking methods on antioxidant activity and ascorbic acid content of jalapeño peppers Eunice-Adefemisoye, A., Moreno-Reséndez, A., Reyes-Carrillo, J.L., Calderón-Leyva, G., Charles-Rodríguez, A.V., Álvarez-Parrilla, E.	106 - 117
Evaluación antagónica de <i>Bacillus subtilis</i> aislado de zonas áridas de Sonora contra <i>Fusarium oxysporum</i> en sandía Andrade-Bustamante, G., Martínez-Ruiz, F.E., Rueda-Puente, E.O.	118 - 130



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Variables mediadoras en la intención emprendedora y el emprendimiento universitario

Mediating variables in entrepreneurial intention and university entrepreneurship

Lechuga-Nevárez, M.D.R.

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Durango (<https://orcid.org/0000-0003-3221-0742>).
mlechuga@itdurango.edu.mx

Innovación tecnológica: Búsqueda de oportunidades, correr riesgo e innovación como mediadoras en la intención emprendedora.

Área de aplicación industrial: Emprendimiento universitario.

Recibido: 10 agosto 2025

Aceptado: 04 febrero 2026

Abstract

This study analyzes the influence of three mediating variables: opportunity search, risk-taking, and innovation on the relationship between entrepreneurial intention and university entrepreneurship in graduate students at a higher education institution in Durango, Mexico. Based on the Theory of Planned Behavior, this study sought to explain how certain intermediate factors can facilitate or limit the transition from entrepreneurial intention to concrete action, considering the academic, economic, and social context of the region. The study adopted a quantitative approach, using a descriptive, explanatory, non-experimental, cross-sectional design. The population comprised 155 students. Data were collected using a survey, and a structured questionnaire was administered to 111 graduate students. The Sobel test was used for data analysis, using the PROCESS macro for SPSS (Model 4) to estimate and identify the direct and indirect effects among the variables in the multiple mediation model. The results indicate that entrepreneurial intention has a direct and significant effect on university entrepreneurship. Additionally, significant indirect effects were identified through the mediating variables of opportunity seeking and risk-taking, confirming that these competencies are fundamental in the entrepreneurial process. On the other hand, innovation, although it presents a high average in the perception of students, does not exhibit a statistically significant mediating effect, in this context, suggesting that innovation is conceived more as a valued attitude than as an applied action. This study contributes to the field of university entrepreneurship by integrating and empirically validating a model with mediating variables, enriching the understanding of the process that turns intention into action. Furthermore, the findings can guide public policies and

university programs that seek to promote entrepreneurship based on practical, context-specific competencies.

Keywords: Entrepreneurial Intention, University Entrepreneurship, Search for Opportunities, Taking Risks, Innovation.

Resumen

El presente estudio analiza la influencia de tres variables mediadoras: búsqueda de oportunidades, correr riesgos e innovación en la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario en estudiantes de posgrado de una institución de educación superior en Durango, México. Con base en la Teoría del Comportamiento Planificado, se buscó explicar cómo ciertos factores intermedios pueden facilitar o limitar la transición de la intención emprendedora hacia la acción concreta, considerando el contexto académico, económico y social de la región. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño descriptivo, explicativo, no experimental y transversal. La población estuvo conformada por 155 estudiantes, para la recopilación de la información se usó la técnica de la encuesta y se aplicó un cuestionario estructurado a 111 estudiantes de posgrado. Se usó el test de Sobel para el análisis de los datos, utilizando la macro de PROCESS para SPSS con el modelo 4, permitiendo estimar e identificar los efectos directos e indirectos entre las variables incluidas en el modelo de mediación múltiple. Los resultados indican que la intención emprendedora tiene un efecto directo y significativo sobre el emprendimiento universitario. Adicionalmente se identificaron efectos indirectos significativos a través de las variables mediadoras búsqueda de oportunidades y correr riesgos, confirmando que estas competencias son elementales en el proceso emprendedor. Por otra parte, la innovación, aunque presenta una media elevada en la percepción de los estudiantes, no expone un efecto mediador estadísticamente significativo, en este contexto explica que, la innovación es concebida más como una actitud valorada que como una acción aplicada. Este estudio aporta valor al campo del emprendimiento universitario al integrar y validar empíricamente un modelo con variables mediadoras, lo que enriquece la comprensión del proceso que convierte la intención en acción. También, los hallazgos pueden orientar tanto políticas públicas como programas universitarios que busquen potenciar el emprendimiento con base en competencias reales y contextuales.

Palabras claves: Intención Emprendedora, Emprendimiento Universitario, Búsqueda de Oportunidades, Correr Riesgo, Innovación.

1. Introducción

En el contexto actual de innovación económica, social y tecnológica, el fomento del emprendimiento universitario se ha consolidado como una estrategia clave para impulsar el desarrollo local y regional (Triana et al., 2025). El progreso económico global de una sociedad depende en gran medida de la acción emprendedora de sus individuos (Rahayu, 2023). El emprendimiento es reconocido como motor

clave del crecimiento económico, creación de empleo e innovación a escala global, especialmente en sectores verdes y de energías renovables (Dote-Pardo et al., 2025). El índice compuesto global (Global Entrepreneurship Monitor Index, GEMI) construido para 107 economías (2011–2023) muestra que sistemas nacionales de emprendimiento más eficientes se asocian de forma robusta y positiva con el crecimiento del Producto Interno Bruto

(PIB), con efectos particularmente fuertes en economías de altos ingresos. El GEMI revela variaciones claras por región: Europa y América Latina presentan los mayores beneficios de la actividad emprendedora sobre el crecimiento, mientras que África Subsahariana y Oriente Medio y Norte de África (MENA) se ven limitadas por infraestructura y gobernanza débiles (Iddouch & Jaoual, 2025).

En Asia meridional, el desarrollo emprendedor depende de crecimiento económico, calidad institucional, desarrollo financiero, innovación tecnológica, inversión extranjera directa, capital social y apertura comercial; todos estos factores muestran efectos significativos en los niveles de emprendimiento entre 2010–2023 (Chowdhury, 2025). En África subsahariana, revisiones sistemáticas sobre emprendimiento juvenil documentan barreras persistentes: falta de educación y habilidades emprendedoras, escaso acceso al crédito, ausencia de centros de apoyo empresarial y marcos legales hostiles (Ofosu-Appiah et al., 2025). En India, datos 2019–2023 muestran un crecimiento acelerado del número de *startups*, con tasas anuales que superan el 30%, impulsadas por la digitalización, programas públicos y capital de riesgo; modelos de pronóstico proyectan centenares de miles de *startups* reconocidas para 2026, consolidando su papel en la transformación económica nacional (Patil, 2025). En educación superior, Malasia aumentó la proporción de estudiantes involucrados en actividades emprendedoras de 3% (2016) a 10.2% (2019), y los graduados emprendedores de 2.5% a 4.68%, superando las metas de política pública y evidenciando la priorización del emprendimiento en la agenda nacional hasta 2025 (Omar et al., 2025).

En México, el emprendimiento se inserta en un contexto de alto autoempleo y fuerte peso de la informalidad, donde el trabajo por cuenta propia funciona como

mecanismo de subsistencia para hogares con bajos ingresos más que como emprendimiento innovador orientado al crecimiento (Novela et al., 2025). Estudios basados en el Global Entrepreneurship Monitor para los países de la Alianza del Pacífico incluido México, muestran que la decisión de emprender está fuertemente asociada a la percepción de capacidad empresarial, y negativamente a la aversión al riesgo, lo que sugiere un ecosistema donde las percepciones individuales y el contexto institucional influyen en la dinámica emprendedora (Barceló et al., 2025). En contextos universitarios de México, la intención emprendedora de estudiantes aumenta con las actitudes positivas hacia el emprendimiento como las habilidades y capacidades percibidas, mientras que el miedo al fracaso la reduce; además, el colectivismo se relaciona con la preferencia por emprender en sociedad más que en solitario (Triana et al., 2025), de lo anterior la enseñanza del emprendimiento ha sido fundamental para fomentar actitudes emprendedoras y desarrollar proyectos exitosos (Choperena et al., 2025), además de la importancia de sensibilizar a la comunidad universitaria sobre el valor del emprendimiento y fomentar una cultura emprendedora transversal en todas las áreas académicas (Choperena et al., 2025).

En ciudades como Victoria de Durango, Durango, México donde coexisten retos estructurales y oportunidades emergentes, las Instituciones de Educación Superior (IES) juegan un papel fundamental para promover una cultura emprendedora entre los jóvenes, particularmente a nivel de posgrado. Las IES son reconocidas por organismos internacionales como actores clave para fomentar el espíritu emprendedor y actualizarse a las nuevas demandas laborales y organizacionales ligadas al emprendimiento (Peralta et al., 2020).

La educación en emprendimiento desarrolla competencias emprendedoras como la toma de decisiones, creatividad, innovación,

asunción de riesgos que mejoran la empleabilidad y la creación de empresas, especialmente en contextos de cambios rápidos en el mercado laboral (Rakhimova et al., 2025).

Así, un mayor nivel de educación emprendedora se asocia con mayor autoeficacia en la toma de decisiones y con una intención emprendedora más fuerte (Mei et al., 2020), la enseñanza de emprendimiento como cursos, apoyo a planes de negocio, práctica emprendedora, entre otros, mejora la competencia emprendedora, que a su vez medía la relación con la intención de emprender (Lv et al., 2021). La educación en emprendimiento no solo crea empresarios; forma graduados con una actitud proactiva y capacidad de adaptación a entornos laborales dinámicos (Saputra et al., 2023).

Las IES contribuyen al emprendimiento ofreciendo formación, mentoría, redes, apoyo financiero, y espacios de incubación, lo que favorece la transición de la intención a la acción emprendedora (Rakhimova et al., 2025). Datos del tercer trimestre de 2024 indican que en Durango la población económicamente activa alcanzó 874,000 personas, con una tasa de desempleo del 3.3% y un salario promedio de \$7,520 MXN mensuales (Secretaría de Economía, 2025). Este escenario revela tanto la necesidad de opciones productivas como las condiciones propicias para la creación de nuevas iniciativas empresariales.

La intención emprendedora, entendida como la motivación o el deseo consciente de iniciar un negocio propio, se ha reconocido como un predictor clave del comportamiento emprendedor. Sin embargo, diversas investigaciones sugieren que esta intención por sí sola no garantiza el paso a la acción. Factores como la capacidad para identificar y aprovechar oportunidades, la disposición para innovar y la voluntad de asumir riesgos juegan un papel decisivo en la transición desde la

intención hacia el emprendimiento real (Ajzen, 1991; Shane & Venkataraman, 2000). En esta misma línea, y tiene sentido analizar búsqueda de oportunidades, disposición a correr riesgos e innovación como mediadoras entre intención emprendedora y emprendimiento universitario porque, son características centrales del comportamiento emprendedor. La literatura sobre orientación emprendedora destaca sistemáticamente innovatividad, asunción de riesgos y proactividad/búsqueda de oportunidades como dimensiones clave que distinguen a quienes realmente emprenden de quienes solo expresan intención (Tu et al., 2021). Por otra parte, estas características conectan la intención con la acción emprendedora, es decir, la intención por sí sola no garantiza que el estudiante pase a la acción, de esta forma la capacidad de reconocer oportunidades y la decisión de correr riesgo actúan como mecanismos a través de los cuales la intención se convierte en comportamiento emprendedor efectivo (Gikunda & Miriti, 2025) y la innovación se ha identificado como un predictor fuerte de intención y conducta emprendedora en universitarios (Wathanakom et al., 2020). Así, estos son componentes elementales del perfil emprendedor y mecanismos loables y poco explorados que conectan la intención con el emprendimiento efectivo en contextos universitarios de posgrado.

En Durango, el uso de tecnologías digitales en los negocios ha subido significativamente: el 35.8% de las unidades económicas utilizan internet y el 7.2% realizan ventas en línea, frente al 2.5% en 2018 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2025). Esta tendencia sugiere un espacio fértil para emprendimientos digitales e innovadores, especialmente entre los estudiantes formados en posgrado.

Según el Estudio sobre la Demografía de los Negocios (2019–2023), nacieron 1.7 millones de nuevas micro, pequeñas y

medianas empresas (MiPYMEs) en ese periodo, lo que demuestra vitalidad empresarial (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2025). Sin embargo, también murieron 1.4 millones, lo que indica que muchas iniciativas no consolidan su crecimiento. Analizar la relación de las variables mediadoras puede explicar la brecha entre la intención y la supervivencia empresarial.

Los estudios revelan que los estudiantes universitarios presentan más intención emprendedora en situaciones con apoyo institucional y cultural, donde factores como la innovación y la tolerancia al riesgo tienen un impacto positivo, acentuando la importancia de focalizar el análisis en estudiantes de posgrado, quienes cuentan con conocimientos avanzados, experiencias profesionales y aptitudes críticas para la innovación (Lara et al., 2024).

En Durango, el Plan Estatal de Desarrollo 2023–2028 hace una priorización en elementos como la atracción de inversión, la innovación y el emprendimiento como pilares de competitividad (Comité de Planeación para el Desarrollo [COPLADE], 2023). Realizar una investigación rigurosa aporta información valiosa para hacer ajuste en programas de incubación y formación en emprendimiento al contexto real de la región.

Por lo anterior, resulta pertinente el análisis de cómo las variables actúan como mediadoras entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario, en estudiantes de posgrado, ya que ellos tienen una formación académica avanzada y un potencial estratégico para detonar nuevos negocios. Entender esta dinámica emprendedora permitirá no solo enriquecer la teoría sobre el emprendimiento, sino también orientar políticas educativas y programas de incubación que respondan a las necesidades y características del entorno duranguense.

En este contexto, surge el interés por estudiar este tema cuyo objetivo es analizar la influencia de la búsqueda de oportunidades, la disposición a correr riesgos y la innovación como variables mediadoras en la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario en estudiantes de posgrado de una institución de educación superior y las hipótesis siguientes:

Hipótesis general (H1):

La búsqueda de oportunidades, correr riesgo y la innovación median significativamente la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario en estudiantes de posgrado.

Hipótesis específicas:

H1: La intención emprendedora tiene un efecto positivo directo sobre el emprendimiento universitario.

H2: La búsqueda de oportunidades media positivamente la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario.

H3: El correr riesgo media significativamente la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario.

H4: La innovación actúa como mediador positivo en la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario.

2. Marco Teórico

Conceptualizando emprendimiento

El emprendimiento es un factor clave para el surgimiento de las empresas, ya que el ser emprendedor está ligado a ser innovador, cuestión que se suscribe como un hecho cultural donde el ser humano logra su desarrollo como individuo, a la vez que su entorno empresarial termina proporcionándole beneficios para su crecimiento personal y profesional (Falla, 2020). Las sociedades en sus diferentes territorios acuden a la decisión de optar por el desarrollo empresarial como estrategia para el crecimiento económico (Lara et al.,

2024). De esta manera, queda enmarcado en el contexto del desarrollo la creación de empresas como una de las estrategias posibles que contribuyen al crecimiento del capital y que da lugar a la interacción del capital humano y de una ciudadanía políticamente activa (Falla, 2020).

A partir de lo anterior, se puede decir que el emprendimiento es un proceso impulsado y materializado por los emprendedores, cuyas características, habilidades y competencias pueden variar de acuerdo con el contexto en el que se desenvuelve el individuo, a su formación o el interés y motivación por el cual decide emprender una idea de negocios (Pacheco-Ruiz et al., 2022).

Tipos de emprendimientos

En la actividad emprendedora, las personas pueden iniciar esta acción impulsados tanto por la necesidad como por la identificación de una oportunidad (Global Entrepreneurship Monitor [GEM], 2023). Emprender por necesidad suelen originarse como una alternativa para generar ingresos ante la falta de empleo o condiciones económicas adversas, utilizando principalmente las habilidades, conocimientos y experiencias previas del emprendedor, muchas veces vinculadas a oficios o actividades que ya dominan (Cáceres et al., 2024). Caso contrario, los emprendimientos por oportunidad surgen cuando el emprendedor detecta una demanda insatisfecha en el mercado o una posibilidad de generar valor (Enriquez, 2025). En este caso, no solo se aplican conocimientos y competencias adquiridas, sino que también se desarrollan estrategias orientadas a la innovación y a la creación de propuestas diferenciadas, lo cual puede implicar asumir mayores niveles de riesgo con el objetivo de satisfacer de forma creativa las necesidades de consumidores, usuarios o clientes.

Factores institucionales que promueven el emprendimiento en los estudiantes de posgrado

El ecosistema emprendedor no solo depende de factores individuales o actitudinales, sino también del entorno institucional, el cual influye significativamente en la formación de la intención emprendedora y en su consolidación (Gómez, 2024). Las instituciones de educación superior desempeñan un papel central en el fomento del emprendimiento entre estudiantes de posgrado, al brindar recursos, formación y entornos propicios para el desarrollo de ideas innovadoras (García, 2025).

Algunos de los factores institucionales principales que promueven el emprendimiento se destacan:

El **apoyo académico** brindado por las IES tiene un papel clave en el fomento del emprendimiento al integrar en la estructura académica, contenidos sobre innovación, gestión de negocios y proyectos y desarrollo de competencias emprendedoras en sus planes de estudio. Además, fortalecer y fomentar la mentalidad emprendedora mediante talleres, concursos y redes de mentoría, lo que favorece una actitud positiva hacia el autoempleo (Hierro, 2021).

Las **incubadoras de empresas**, quienes son agentes del ecosistema emprendedor, brindan acompañamiento técnico, legal y financiero a los emprendedores en las etapas iniciales de sus proyectos. Las incubadoras académicas, vinculadas a universidades, tienen un rol estratégico en la reducción del riesgo y en el fortalecimiento del control conductual percibido, al ofrecer infraestructura, asesoría y vinculación con redes de apoyo (Medina, 2024), y.

La cultura emprendedora, definida como el conjunto de valores, normas y creencias que favorecen la innovación, la autonomía y la iniciativa empresarial. Una cultura emprendedora sólida dentro de una institución o comunidad puede incrementar las normas subjetivas favorables hacia el emprendimiento, validando socialmente

esta opción profesional (Álvarez & Ordoñez, 2025).

Conceptualizando Intención Emprendedora

La intención emprendedora se define como la convicción consciente de una persona por iniciar un proyecto empresarial en el futuro (Krueger & Brazeal, 1994). Representa el primer paso en el proceso de creación de una empresa, ya que antecede a la acción y es uno de los mejores predictores del comportamiento emprendedor real. En el caso de los estudiantes de posgrado, la intención emprendedora puede verse fortalecida por el nivel de especialización alcanzado, la capacidad para identificar problemas complejos y la disposición a aplicar conocimientos científicos o técnicos a la solución de necesidades del entorno (González et al., 2024).

Características de la Intención Emprendedora

Entre las características más destacadas de la intención emprendedora se encuentran, es que es intencional y planificada, es decir no responde al azar, sino a una decisión basada en análisis, motivación y percepción de oportunidades (Martínez et al., 2024); está influida por factores personales y contextuales, incluye motivaciones individuales, nivel de autoeficacia, educación, así como el entorno social, económico y académico (Pinillo, 2024); es dinámica ya que puede fortalecerse o debilitarse en función de las experiencias, el acceso a recursos y el acompañamiento institucional (Palma et al., 2025) y precede al comportamiento, su presencia es necesaria para que ocurra la acción emprendedora (Álvarez et al., 2025).

La intención emprendedora, presenta ventajas como la transformación del conocimiento en innovación, es decir los estudiantes pueden aplicar su formación avanzada para resolver problemas reales del entorno local; el desarrollo de habilidades blandas y técnicas, fortalece competencias

como liderazgo, pensamiento crítico, gestión de proyectos y creatividad y la autonomía y desarrollo profesional, ya que el emprendimiento permite una alternativa viable al empleo tradicional, fomentando la independencia laboral (Rucoba del Castillo, et al., 2025).

Por otra parte, la intención emprendedora, también presenta desventajas y limitaciones durante su ejecución, por ejemplo existe un riesgo económico y personal ya que emprender implica asumir incertidumbre financiera, especialmente en contextos con acceso limitado a capital semilla; falta de experiencia en gestión empresarial, es decir muchos estudiantes carecen de conocimientos prácticos para dirigir una empresa y el entorno institucional poco articulado, en donde a pesar de esfuerzos locales, en Durango aún existen desafíos relacionados con la coordinación entre universidades, sector público y mercado (Fernández, 2024).

Emprendimiento en México y en el estado de Durango

El entorno socioeconómico y cultural de México presenta tanto retos como oportunidades para el desarrollo del emprendimiento, especialmente en regiones como Durango. A nivel nacional, se reconocen barreras estructurales como la burocracia, el acceso limitado a financiamiento, la informalidad del mercado y la escasa capacitación en gestión empresarial (INEGI, 2025). Estos factores afectan principalmente a los emprendimientos por necesidad, que suelen carecer de recursos para escalar o consolidarse.

Sin embargo, también existen oportunidades significativas, derivadas del crecimiento de programas públicos y privados orientados al fomento emprendedor, como los apoyos de programas del gobierno y la apertura de espacios de colaboración como los centros de innovación y *coworking*. Durango ha

evolucionado en la implementación de políticas que fomentan el emprendimiento universitario, apoyándose en incubadoras, centros de desarrollo empresarial y ferias de emprendimiento organizadas por IES.

Durango también presenta características favorables como una población joven, una oferta educativa en expansión y sectores con potencial de crecimiento como tecnologías de la información, agroindustria y turismo que pueden ser capitalizados por emprendedores que identifiquen oportunidades de innovación. No obstante, persisten desafíos como la baja cultura del riesgo, el limitado acceso a capital semilla y la necesidad de consolidar redes de apoyo interinstitucionales.

Variables Mediadoras: concepto y aplicación

Una variable mediadora es aquella que explica cómo o por qué se produce la relación entre una variable independiente, por ejemplo, las actitudes o normas subjetivas y una variable dependiente como la acción emprendedora. En otras palabras, la variable mediadora actúa como un mecanismo intermedio que traduce la intención en comportamiento (Baron & Kenny, 1986).

En el caso de la intención emprendedora, las variables mediadoras ayudan a comprender cómo se transforma el deseo de emprender en acción concreta. Esto es especialmente útil cuando se busca explicar por qué algunos estudiantes que tienen intenciones emprendedoras claras logran consolidar proyectos reales, mientras que otros no.

Estas variables no solo fortalecen la intención de emprender, sino que actúan como catalizadores que incrementan la probabilidad de que dicha intención se concrete con éxito, especialmente si son estimuladas desde las universidades mediante políticas de apoyo, incubadoras y redes de emprendimiento.

Teoría del comportamiento planificado

La intención emprendedora y el emprendimiento universitario puede explicarse mediante la Teoría del Comportamiento Planificado (TCP) (Ajzen, 1991), la cual plantea que la intención de realizar un comportamiento en este caso, emprende está determinada por tres factores: la actitud hacia el comportamiento, es decir, la valoración personal de emprender, las normas subjetivas, relacionada con la presión social percibida y el control conductual percibido, explicada por la percepción de la capacidad para emprender con éxito. No obstante, entre estos factores y la conducta emprendedora existen variables mediadoras clave que influyen directamente en la configuración de la intención emprendedora y su posterior ejecución.

Búsqueda de oportunidades: definida como la capacidad del emprendedor para identificar necesidades no satisfechas en el mercado y formular propuestas de valor, esta variable en el emprendimiento por oportunidad es especialmente importante, donde el éxito de estos depende de la habilidad y capacidad para detectar nichos y anticiparse a las tendencias (Gimeno & Lara, 2021). En Durango, esta habilidad y/o competencia puede aprovecharse en sectores estratégicos como tecnologías de la información, agroindustria o turismo.

Correr riesgos: se refiere a la disposición que presenta el emprendedor para enfrentarse a situaciones inciertas, asumir responsabilidades y aceptar posibles fracasos. Es una característica elemental del comportamiento emprendedor innovador (McClelland, 1961).

Innovación: entendida como la habilidad para introducir cambios significativos en productos, servicios o procesos. Esta dimensión media la relación entre intención y comportamiento, particularmente en emprendedores por oportunidad que buscan

diferenciarse en mercados competitivos (Schumpeter, 1934).

Desde la lógica de la TCP y de los modelos de evento emprendedor, la intención no se traduce automáticamente en comportamiento, sino a través de procesos cognitivos y conductuales intermedios que permiten pasar de un deseo general a acciones concretas de exploración y explotación de oportunidades (Tahan, 2025). Entre estos procesos destacan precisamente, capacidad de reconocer y buscar oportunidades, el asumir riesgos y la capacidad innovadora, considerados rasgos y competencias centrales de la orientación emprendedora individual (Nemiño et al., 2025). La búsqueda de oportunidades media el efecto de la educación o del contexto universitario sobre las intenciones innovadoras/emprendedoras y, en algunos casos, sobre comportamientos empresariales posteriores (Tahan, 2025); el correr o asumir riesgos se relaciona positivamente con la actitud emprendedora y la intención, y actúa como mediador o moderador en el paso de la intención al comportamiento emprendedor efectivo (Belgaroui & Shili, 2025) y la innovación forma parte del núcleo de características emprendedoras que explican la intención, y se vincula directamente con comportamientos de creación de valor en el contexto universitario (Rudnák et al., 2025).

Estas variables no solo fortalecen la intención emprendedora, sino que también explican cómo esta se traduce en acción. Por ello, su integración con la TCP permite construir un modelo teórico más completo para analizar el proceso emprendedor en contextos diversos.

Estas variables permiten entender por qué algunos emprendedores, más allá de tener una intención favorable, logran transformar ideas en negocios sostenibles. Por ejemplo, quienes emprenden por oportunidad tienden a explorar nichos de mercado emergentes, a innovar en productos o servicios y a asumir riesgos calculados, elementos esenciales

para generar ventajas competitivas. Así, la integración de la TCP con estas variables mediadoras ofrece un marco robusto para explicar las diferencias en la forma en que se manifiestan los comportamientos emprendedores, dependiendo del tipo de motivación subyacente.

3. Metodología

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, un alcance descriptivo, explicativo ya que pretende identificar el efecto mediador de variables como la búsqueda de oportunidades, la disposición a correr riesgos y la innovación en la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario, no experimental dado que busca analizar la relación entre variables mediante el uso de técnicas estadísticas, sin manipulación de condiciones (Hernández, 2018). Con un diseño transversal, la recolección de los datos se hizo en un solo periodo de tiempo.

Diseño de la investigación

Se usará la prueba de test de Sobel la cual permite estimar relaciones directas e indirectas entre variables, así como evaluar modelos de mediación. La prueba de Sobel es una herramienta dentro del análisis de mediación, que busca identificar si una variable intermedia (mediador). Las variables del estudio son:

Variable independiente a la intención emprendedora, definida como el grado en que el estudiante manifiesta el deseo y la disposición para iniciar un proyecto empresarial en el futuro (Pacheco-Ruiz et al., 2022).

Variabes mediadoras:

- Búsqueda de oportunidades: tendencia a identificar y evaluar nuevas posibilidades de negocio en el entorno universitario y profesional (Shahzad et al., 2021).
- Disposición a correr riesgos: inclinación a asumir riesgos

calculados asociados a la creación de nuevas empresas o proyectos innovadores (Cumbicos & Castro, 2023).

- o Innovación: capacidad para generar y aplicar ideas novedosas en el desarrollo de productos, servicios o procesos emprendedores (Shahzad et al., 2021).

Variable dependiente, el Emprendimiento universitario definido como la participación del estudiante en actividades emprendedoras dentro del ámbito universitario, es decir, creación de empresas, proyectos de innovación, incubadoras, concursos de emprendimiento, entre otros, explica la relación entre una variable independiente y una variable dependiente (Pacheco-Ruíz et al., 2022). Este diseño resulta idóneo para probar el modelo teórico propuesto y validar las hipótesis planteadas.

Para la presente investigación, se definen:

- X (variable independiente): Intención Emprendedora.
- M (M1, M2, M3): (variable mediadora): Búsqueda de Oportunidades, Correr riesgo e Innovación.
- Y (variable dependiente): Emprendimiento Universitario.

La mediación se da si:

X afecta a Y es decir si Intención Emprendedora afecta significativamente a Emprendimiento Universitario.

X afecta a M (M1, M2, M3) es decir si Intención Emprendedora afecta significativamente a Búsqueda de Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación.

M (M1, M2, M3) afecta Y controlada por X.

De lo anterior se plantea el siguiente modelo conceptual mostrado en la figura 1.

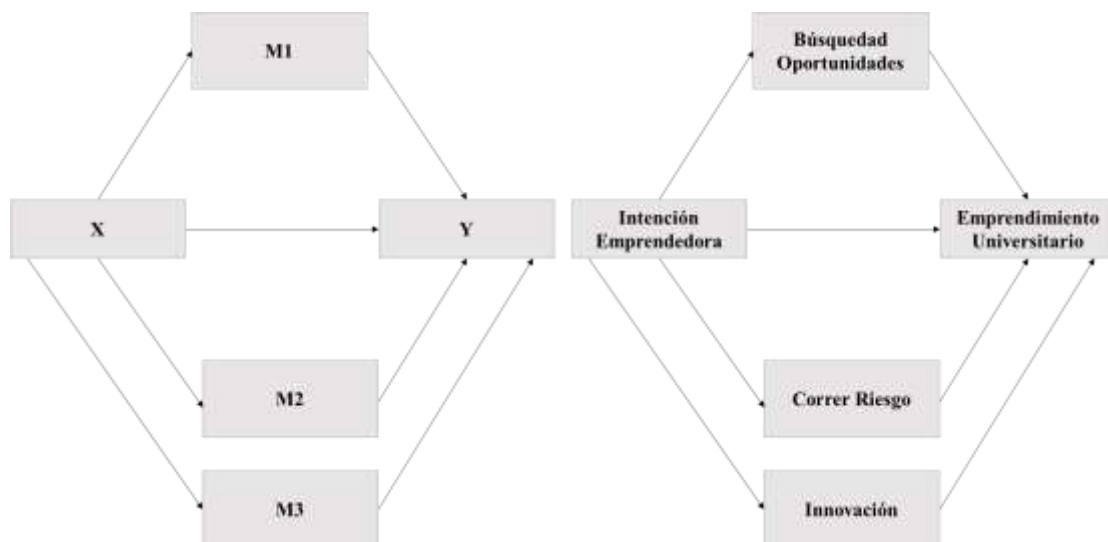


Figura 1. Modelo conceptual.
Fuente: elaboración propia a partir de la revisión de literatura (2025).

Población

La población estuvo conformada por 155 estudiantes, información proporcionada por la organización de educación superior con fecha de enero del 2025.

Muestra

La muestra se calculó con la fórmula de poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del

5%, obteniéndose una muestra poblacional de 111 estudiantes.

Recopilación de los datos

Para recopilar los datos se usó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario. El cuestionario se aplicó en línea haciendo uso de formulario de *Google*. El trabajo de campo se realizó durante el periodo de noviembre 2024-febrero del 2025. Los datos se depuraron, eliminando respuestas incompletas o inconsistentes.

Cuestionario

El instrumento se diseñó a partir de la revisión de la literatura, la operacionalización de las variables y el marco conceptual proporcionado por la TCP (Ajzen, 1991), la cual establece que la intención de realizar una conducta, como emprender, está determinada por tres factores principales: la actitud hacia el comportamiento, que refleja la valoración positiva o negativa que una persona tiene respecto al emprendimiento; las normas subjetivas, que aluden a la percepción de aprobación social sobre dicha conducta; y el control conductual percibido, es decir, la percepción de la persona sobre su capacidad para ejecutar ese comportamiento. Estos tres componentes interactúan para formar la intención emprendedora, considerada el principal antecedente del comportamiento real de emprendimiento.

No obstante, investigaciones recientes han señalado que esta relación entre la intención y el comportamiento no es lineal ni automática, sino que puede estar influida por variables mediadoras que fortalecen o debilitan dicha conexión (Inoubli & Gharbi, 2024), en estas se pueden mencionar tales como la búsqueda de oportunidades, la capacidad de innovación y la disposición a asumir riesgos, los cuales pueden desempeñar un papel clave en la transición entre la intención de emprender y la ejecución efectiva de un proyecto emprendedor (Zhuang & Sun, 2025). Estas

variables mediadoras permiten explicar con mayor precisión por qué algunas personas con alta intención emprendedora logran desarrollar iniciativas empresariales exitosas, mientras que otras no concretan sus objetivos (Sahid* et al., 2024).

En este sentido, el análisis de estas variables mediadoras dentro del marco de la TCP proporciona una visión más integral del proceso emprendedor, al considerar no solo los factores intencionales, sino también las condiciones personales y contextuales que influyen en la manifestación del comportamiento emprendedor.

El instrumento tiene dos apartados, el primero de ellos con siete preguntas relacionados con las características sociodemográficas y el segundo con 34 preguntas distribuidas en siete factores bajo un escalamiento tipo *Likert*, para analizar Búsqueda de oportunidades, Correr riesgo e Innovación, como variables mediadoras en la Intención Emprendedora como factor del Emprendimiento Universitario en estudiantes de posgrado.

El instrumento se validó haciendo uso de la técnica de juicio de expertos, la cual evalúa la validez de contenido de instrumentos de medición. Esta técnica se usa para asegurar que los *ítems* de un instrumento reflejan adecuadamente el constructo que se desea medir. Se aplicó a 6 expertos en el tema de estudio, en metodología de investigación, y/o en el desarrollo de instrumentos (Hernández, 2018). La retroalimentación hecha permitió el fortalecimiento del instrumento.

Consentimiento informado

Antes de iniciar la aplicación del cuestionario, se realizó una solicitud formal de participación a los estudiantes, en la cual se les explicó de manera clara y transparente el propósito de la investigación. Se les informó que su colaboración es voluntaria, que la encuesta es completamente anónima y que no se recopilará ningún dato personal

que permita su identificación. Asimismo, se garantizó que toda la información proporcionada será tratada con estricta confidencialidad y utilizada únicamente con fines académicos y científicos.

Los participantes fueron informados de que pueden retirarse en cualquier momento sin repercusión alguna, y que su participación no conlleva riesgos ni beneficios directos. Al aceptar participar, se entiende que han otorgado su consentimiento informado de manera libre y consciente.

Piloteo del instrumento

Se piloteo el instrumento, con el 10% de la muestra, es decir se aplicó a 11 estudiantes. Posteriormente se realizó el análisis de fiabilidad haciendo uso del coeficiente de Alpha de Cronbach, obteniéndose un valor de .943, lo que indica una alta fiabilidad.

Análisis de los datos

Para el tratamiento estadístico de los datos, una vez organizados y codificados, se utilizó el software SPSS versión 25.0, para el análisis de mediación se usó PROCESS para SPSS (Hayes, 2022). Se utilizó un modelo de mediación múltiple para evaluar el efecto de la búsqueda de oportunidades, la disposición a correr riesgos y la innovación como variables mediadoras en la relación entre la intención emprendedora, Variable Independiente (VI) y el emprendimiento universitario Variable Dependiente (VD). El modelo se estimó mediante la macro PROCESS para SPSS (modelo 4). Se interpretaron los efectos directos, indirectos y totales, considerando la significancia estadística de los intervalos de confianza al 95%.

Inicialmente, se llevó a cabo un análisis exploratorio de los datos cuyo objetivo fue obtener indicadores descriptivos y verificar supuestos fundamentales del análisis multivariado, como normalidad, linealidad y homocedasticidad; también, se revisó la existencia de valores atípicos y datos faltantes, ya que su presencia puede afectar

y/o distorsionar la estimación y la interpretación de los resultados de las relaciones entre las variables.

En esta misma línea, se hicieron cálculos de los coeficientes de asimetría y curtosis para valorar posibles desviaciones significativas de la distribución normal, esto permitió identificar distribuciones irregulares, que en un momento podrían comprometer la validez de los resultados, durante el análisis descriptivo inicial. Para conocer la distribución de los datos, se aplicó la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov (Hernández, 2018). Los resultados obtenidos indicaron que los datos no siguen una distribución normal, lo cual fue considerado en la elección de técnicas estadísticas posteriores.

4. Resultados

En este apartado se muestran los resultados del presente estudio, iniciando con las variables sociodemográficas, luego la estadística descriptiva y posteriormente el análisis de mediación y la comprobación de las hipótesis a partir de la prueba de test de Sobel.

Dentro de las variables sociodemográficas los resultados muestran que la edad promedio es de 28 años de los estudiantes analizados. Lo cual explica que los participantes son adultos jóvenes, una etapa vital en la que comúnmente se toman decisiones significativas sobre su carrera profesional, lo cual puede influir positivamente en su intención emprendedora, ya que suelen tener mayor energía, apertura a la innovación y disposición para asumir riesgos. En relación con el género predominan los hombres con un 62% frente a las mujeres con un 38%. Esta distribución puede reflejar la composición de los programas de posgrado, tradicionalmente dominados por hombres. Desde la perspectiva de emprendimiento, algunos estudios sugieren que el género influye en la percepción del riesgo y en la autoconfianza emprendedora, siendo estos

factores importantes al analizar diferencias en intención emprendedora.

Con respecto al estado civil, una mayoría significativa son solteros (as) con un 76%, lo que podría estar relacionado con una mayor disposición al riesgo y movilidad, elementos que pueden facilitar el inicio de proyectos emprendedores. Un 17% de las personas estudiadas son casadas y un 7% en otra situación esto podrían mostrar una mayor orientación a la estabilidad laboral que al emprendimiento.

Por otra parte, la formación profesional en nivel Licenciatura, la muestra expone que más del 80% está compuesta principalmente por egresados de ingenierías, donde se muestra una mayor presencia de Ingeniería Mecatrónica con un 17.2%, luego Ingeniería Industrial con un 16.1%, seguida de Ingeniería Química con un 13.8%, y en este orden Ingeniería Bioquímica con un 11.5%, estas áreas están fuertemente relacionadas con la innovación tecnológica, la resolución de problemas y el desarrollo de productos, factores clave para el emprendimiento en sectores productivos e industriales. En esta misma línea, la baja representación de áreas económico-administrativas puede explicar posibles brechas en conocimientos financieros y de gestión, que podrían actuar como barreras percibidas para emprender.

Por otra parte, la formación profesional estudiando un posgrado, la mayoría cursa posgrados en áreas de ingeniería, el 35.6% estudian la Maestría en Ingeniería Administrativa, el 27.6% la Maestría en Ingeniería y el 26.4% la Maestría en

Sistemas Ambientales, esto refleja una fuerte orientación técnica y de gestión, favorable para proyectos emprendedores que combinan competencias técnicas y administrativas, especialmente en el contexto de innovación aplicada. La presencia de doctorados y maestrías especializadas como Alimentos Funcionales sugiere oportunidades de emprendimiento basado en conocimiento científico, clave en los ecosistemas de innovación universitaria.

El nivel socioeconómico muestra que el 86.2% tienen un nivel medio mientras que el 13.8% bajo. Esto explica que el nivel socioeconómico medio generalmente permite mayor acceso a recursos, redes y apoyos que pueden facilitar la puesta en marcha de un emprendimiento. Sin embargo, quienes provienen de sectores menos favorecidos podrían mostrar mayor emprendimiento por necesidad, más que por oportunidad.

Finalmente la experiencia laboral, muestra que el 75.9% ha trabajado o trabaja actualmente en alguna empresa o institución, este dato es clave, ya que la experiencia laboral contribuye a la identificación de oportunidades de negocio, el desarrollo de habilidades prácticas y la formación de redes profesionales, fundamentales para el emprendimiento; el 24.1% no tienen experiencia laboral, estas personas podrían tener menor percepción de viabilidad emprendedora, aunque podrían contar con más tiempo o disposición para desarrollar ideas innovadoras desde la academia. Estos datos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas del sujeto de estudio.

Indicador	Característica	Valor
Edad	Promedio	28
Género	Hombre	69(62%)
	Mujer	42(38%)
Estado Civil	Soltero (a)	84(76%)
	Casado (a)	19(17%)
	Otro	8(7%)
Licenciatura	Arquitectura,	3(2.3%)

	Ingeniería Bioquímica	13(11.5%)
	Ingeniería Civil	8(6.9%)
	Ingeniería Eléctrica	3(2.3%)
	Ingeniería Electrónica	4(3.4%)
	Ingeniería en Gestión Empresarial	8(6.9%)
	Ingeniería Industrial	18(16.1%)
	Ingeniería Mecánica	6(5.7%)
	Ingeniería Mecatrónica	19(17.2%)
	Ingeniería Química	15(13.8%)
	Licenciatura en Administración	1(1.1%)
	Otro	14(12.6%)
Posgrado	Doctorado en Ciencias en Ingeniería Bioquímica	4(3.4%)
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica	4(3.4%)
	Maestría en Ciencia y Tecnología en Alimentos Funcionales	4(3.4%)
	Maestría en Ingeniería	31(27.6%)
	Maestría en Sistemas Ambientales	29(26.4%)
	Maestría en Ingeniería Administrativa	39(35.6%)
Nivel Socioeconómico	Bajo	15(13.8%)
	Medio	96(86.2%)
¿Trabaja o ha trabajado en alguna empresa y/o institución?	Si	84(75.9%)
	No	27(24.1%)

Fuente: elaboración propia (2025).

Análisis descriptivo de las variables estudiadas

A continuación, se presentan los resultados de la estadística descriptiva de las variables de la presente investigación.

Todas las variables evaluadas presentan valores medios superiores a 4 en una escala de *Likert* del 1 a 5, lo cual indica que, en general, los estudiantes de posgrado perciben fuertemente tanto su intención emprendedora como sus capacidades asociadas al emprendimiento (Búsqueda Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación), y también un nivel elevado de Intención Emprendedora universitaria.

La Intención Emprendedora tiene una media de 4.3 ± 0.7 , se observa un nivel alto y homogéneo de intención emprendedora en los estudiantes de posgrado. Esto sugiere

una actitud favorable hacia iniciar actividades emprendedoras en el futuro.

La Búsqueda de Oportunidades, es la variable mediadora con la media más significativa de 4.3 ± 0.7 , lo que resalta su relevancia como componente clave en la activación del comportamiento emprendedor. Este resultado es coherente con la literatura, que considera la proactividad y la identificación de oportunidades como predictores esenciales del emprendimiento.

La variable mediadora Correr Riesgos, aunque ligeramente más baja con una media de 4.1 ± 0.8 , sigue siendo un indicador sólido. Su desviación estándar alta sugiere mayor dispersión en la percepción del riesgo, lo cual es esperable dado que el riesgo puede ser evaluado de forma

diferente según experiencia o contexto del estudiante.

La Innovación, con una media de 4.2 ± 0.8 , la innovación se percibe positivamente, aunque cabe resaltar que su capacidad predictiva puede no ser tan fuerte por sí sola (según el análisis previo de mediación). Es posible que se manifieste más como un atributo personal que como una acción concreta en el entorno universitario.

Y el Emprendimiento Universitario, con una media de 4.2 ± 0.7 muestra que los estudiantes de posgrado no solo tienen intención, sino también un nivel relativamente alto de implicación o percepción positiva hacia el emprendimiento dentro del ámbito universitario, lo cual podría reflejar programas de apoyo, redes, mentorías, o acceso a incubadoras dentro de la institución, estos resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables del estudio.

Variables	Media y σ
Búsqueda de oportunidades e iniciativa	4.3 ± 0.7
Correr riesgo	4.1 ± 0.8
Innovación	4.2 ± 0.8
IE	4.3 ± 0.7
EU	4.2 ± 0.7

Fuente: elaboración propia (2025).

Análisis de mediación de las variables Búsqueda de Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación en la intención emprendedora y el emprendimiento universitario

Los resultados que se presentan corresponden a un análisis de mediación usando el Modelo 4 de PROCESS para SPSS (Hayes, 2022).

Una variable mediadora explica cómo o por qué ocurre la relación entre una variable independiente en este caso Intención

Emprendedora y una dependiente, Emprendimiento Universitario.

De acuerdo con Preacher y Hayes (2004) la variable se considera mediadora si se cumple con los siguientes criterios: primero si la variable independiente predice significativamente a la variable dependiente; segundo si la variable independiente predice significativamente a la variable mediadora; tercero si la variable mediadora predice significativamente a la variable dependiente controlada por la variable independiente.

Para la presente investigación, se definen:

- X (variable independiente): Intención Emprendedora.
- M (M1, M2, M3): (variable mediadora): Búsqueda de Oportunidades, Correr riesgo e Innovación.
- Y (variable dependiente): Emprendimiento Universitario.

La mediación se da si:

X afecta a Y es decir si Intención Emprendedora afecta significativamente a Emprendimiento Universitario.

X afecta a M (M1, M2, M3) es decir si Intención Emprendedora afecta significativamente a Búsqueda de Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación.

M (M1, M2, M3) afecta Y controlada por X.

Modelo conceptual aplicado y comprobación de las hipótesis:

X (Variable independiente): Intención Emprendedora.

Y (Variable dependiente): Emprendimiento Universitario.

Mediadores (M1, M2, M3): Búsqueda de Oportunidades, Correr Riesgos e Innovación.

Modelo PROCESS 4: Mediación múltiple paralela (evalúa cómo Intención Emprendedora afecta a Emprendimiento Universitario directa e indirectamente a través de las tres

mediadoras), esto se muestra en la figura 2.

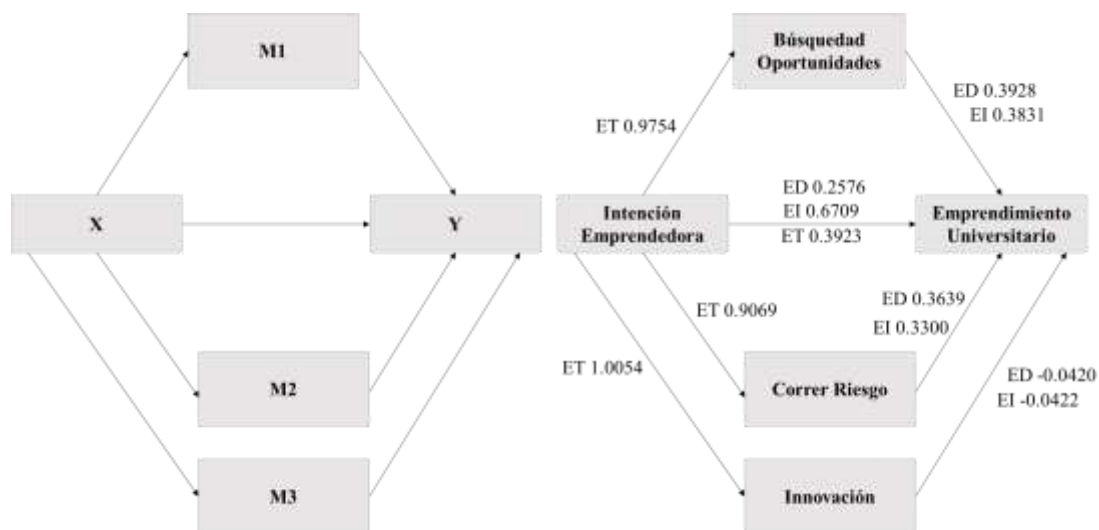


Figura 2. Modelo conceptual aplicado.
Fuente: elaboración propia (2025).

Relación de Intención Emprendedora con cada una de las variables mediadoras: Búsqueda Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación

Los efectos directos, indirectos y totales, se interpretaron considerando la significancia estadística de los Intervalos de Confianza (IC) al 95%. Los resultados mostrados en la tabla 3, exponen que la Intención Emprendedora tiene un efecto total (ET) significativamente positivo sobre las tres

variables mediadoras. Específicamente, Intención Emprendedora predice fuertemente la Búsqueda de Oportunidades (coef. = 0.9754, $p < .001$, $R^2 = .80$), Correr Riesgo (coef. = 0.9069, $p < .001$, $R^2 = .62$) e Innovación (coef. = 1.0054, $p < .001$, $R^2 = .69$), lo que indica que los estudiantes con mayor intención emprendedora también tienden a manifestar mayores niveles en estas competencias. La Intención Emprendedora predice significativamente a las tres variables mediadoras.

Tabla 3. Regresiones que indican si la Intención Emprendedora predice significativamente cada mediador.

Mediador	Coefficiente (β)	t	p	R ²	Interpretación
Búsqueda Oportunidades	0.9754	18.42	<.001	.80	Muy fuerte influencia de Intención Emprendedora en la Búsqueda de Oportunidades.
Correr Riego	0.9069	11.86	<.001	.62	Alta influencia de Intención Emprendedora en la disposición a Correr Riesgo.
Innovación	1.0054	13.65	<.001	.69	Alta influencia de Intención Emprendedora en la orientación a la Innovación.

IC al 95%.

Fuente: elaboración propia (2025).

Relación de Intención Emprendedora y las variables mediadoras: Búsqueda Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación con Emprendimiento Universitario (variable dependiente)

En el modelo que predice Emprendimiento Universitario, la Intención Emprendedora presenta un efecto directo (ED) significativo (coef. = 0.2576, $p < .001$), al igual que Búsqueda Oportunidades (coef. = 0.3928, $p < .001$) y Correr Riesgo (coef. = 0.3639, $p < .001$). En cambio, la variable

Innovación no resultó significativa como predictor de Emprendimiento Universitario (coef. = -0.0420, $p = .1799$), lo que sugiere que en esta muestra la orientación hacia la innovación no explica directamente el involucramiento emprendedor universitario, es decir, los estudiantes se

sienten capaces de innovar, pero su desempeño innovador está condicionado por el entorno formativo y las oportunidades reales para aplicar esas capacidades (Palma-Alvarado, 2025), los datos antes mencionados se observan en la tabla 4.

Tabla 4. Relación de Intención Emprendedora y las variables mediadoras: Búsqueda Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación con Emprendimiento Universitario.

Predictores	Coef. (β)	t	p	Interpretación
Intención Emprendedora (directo)	0.2576	3.66	.0004	Efecto directo positivo de Intención Emprendedora sobre Emprendimiento Universitario, incluso controlando las variables mediadoras.
Búsqueda Oportunidades	0.3928	9.12	<.001	Mayor Búsqueda de Oportunidades predice mayor Emprendimiento Universitario.
Correr Riesgo	0.3639	12.89	<.001	Alta disposición para Correr Riesgo impulsa el Emprendimiento Universitario.
Innovación	-0.0420	-1.35	.1799	No significativa: Innovación no explica significativamente Emprendimiento Universitario en este modelo.

IC al 95%

Fuente: elaboración propia (2025).

Efectos directos e indirectos Efecto directo de Intención Emprendedora sobre Emprendimiento Universitario

Los resultados muestran que hay una relación directa ($p < .001$) entre la Intención Emprendedora sobre el Emprendimiento Universitario (coef. = 0.2576), aun considerando las variables mediadoras: Búsqueda Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación. Este resultado coincide con estudios recientes que marcan a la intención como el antecedente próximo del comportamiento emprendedor en el entorno universitario, mientras que las actitudes, competencias y normas sociales actúan principalmente como determinantes de dicha intención (Triana et al., 2025).

Efectos indirectos (mediante las variables mediadoras: Búsqueda

Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación)

El efecto indirecto total de Intención Emprendedora sobre Emprendimiento Universitario fue significativo ((coef. = 0.6709, IC 95% (0.4619, 0.8307)). Al descomponerlo, se observó que tanto Búsqueda Oportunidades (coef. = 0.3831) como Correr Riesgo (coef. = 0.3300) mediaron significativamente la relación entre Intención Emprendedora y Emprendimiento Universitario. Por otro lado, la variable Innovación presentó un efecto indirecto (EI) no significativo ((coef. = -0.0422, IC 95% (-0.1187, 0.0247)), es decir, los estudiantes perciben a la innovación como una competencia existente para llevar a cabo sus diferentes actividades en su posgrado, sin embargo, esto no se refleja en la creación de emprendimientos (Triana et al., 2025) estos datos se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Efectos indirectos (mediante las variables mediadoras: Búsqueda Oportunidades, Correr Riego e Innovación.

Mediador	Efecto indirecto (EI)	IC 95% Boot	¿Significativo?
Total	0.6709	(0.4619, 0.8307)	Sí
Búsqueda Oportunidades	0.3831	(0.2340, 0.4844)	Sí
Correr Riego	0.3300	(0.2639, 0.4243)	Sí
Innovación	-0.0422	(-0.1187, 0.0247)	No (Intervalo incluye 0)

IC al 95%

Fuente: elaboración propia (2025).

Del análisis e interpretación de los resultados se confirman tres de las cuatro hipótesis planteadas. Las hipótesis que se cumplen fueron:

H1: La intención emprendedora tiene un efecto positivo directo sobre el emprendimiento universitario.

H2: La búsqueda de oportunidades media positivamente la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario.

H3: El correr riesgo medio significativamente la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario.

La hipótesis **H4:** La innovación no actúa como mediador positivo en la relación entre la intención y el emprendimiento universitario, no se cumplió, es decir, la innovación no actúa como mediador positivo en la relación entre la intención emprendedora y el emprendimiento universitario.

Explicándose de forma sintética, que son la fortaleza de la intención emprendedora, la exploración activa de oportunidades y la asunción responsable de riesgos lo que impulsa el emprendimiento, mientras que, la innovación, no es condición necesaria para que la intención emprendedora se materialice en emprendimiento, en el contexto universitario.

5. Discusión

Este trabajo de investigación a partir de los resultados hoy en día hace valiosas aportaciones al campo del emprendimiento

universitario, particularmente en el contexto de estudiantes de posgrado. Desde la perspectiva basada en la TCP (Ajzen, 1991), se confirma que la intención emprendedora es un fuerte predictor del emprendimiento universitario, sin embargo, como han señalado Shane y Venkataraman (2000), la intención no siempre se traduce automáticamente en acción, sino que hay una serie de elementos que intervienen para que esta acción se lleve a cabo.

En este estudio, se examinaron tres factores, búsqueda de oportunidades, correr riesgo e innovación como variables mediadoras, con el propósito de explicar su mediación como mecanismos intermedios que facilitan o dificultan la transición de la intención al comportamiento emprendedor real.

Dentro de los hallazgos más relevantes encontrados es que las variables Búsqueda Oportunidades y Correr Riesgo cumplen con una función mediadora significativa en la relación entre Intención Emprendedora y Emprendimiento Universitario, tanto en sus efectos directos como indirectos. La intención emprendedora predice fuertemente estas competencias, y a su vez ambas incrementan de manera significativa el nivel de emprendimiento universitario, lo que confirma su papel como mecanismos clave a través de los cuales una intención se traduce en comportamiento efectivo (Gera et al., 2024). De forma consistente, el efecto indirecto total de la intención sobre el emprendimiento universitario vía estos mediadores es significativo, destacando especialmente el peso de la búsqueda de oportunidades y de correr riesgos.

En este análisis, la variable Búsqueda Oportunidades (coef. = 0.3831, $p < .001$), no solo mostró una de las medias más altas (4.3 ± 0.7), sino también una influencia directa y positiva sobre la conducta emprendedora, estos resultados coinciden con lo expuesto por Gimeno y Lara (2021), ellos sostienen que para el emprendimiento por oportunidad la identificación de nichos de mercado y anticiparse a las necesidades emergentes es fundamental, bajo este contexto, Durango, ofrece un campo fértil para emprender en sectores como tecnologías, agroindustria o turismo.

Ahora bien, la disposición a Correr Riesgo también resultó ser una variable que medía significativamente la relación entre Intención Emprendedora y Emprendimiento Universitario (coef. = 0.3300, $p < .001$), también presentó mayor variabilidad (4.1 ± 0.8), resultando clave para explicar por qué algunos estudiantes con alta intención realmente toman acción emprendedora, mientras que otros no, es decir, la propensión a asumir riesgos aumenta la actitud emprendedora, y tanto la actitud como el riesgo influyen positivamente en la intención emprendedora de estudiantes universitarios (Setiawan et al., 2025), McClelland (1961), en esta misma línea menciona que la asunción del riesgo es una característica intrínseca del emprendedor innovador. En consecuencia, este hallazgo es relevante e impacta en el diseño de programas de emprendimiento en posgrado, donde a partir de la simulación de escenarios de riesgo y el fortalecimiento de la tolerancia a la incertidumbre podrían incrementar la efectividad de dichas iniciativas.

La variable Innovación, muestra una media elevada (4.2 ± 0.8), pero por el contrario no tiene un efecto mediador significativo en el modelo (coef. = -0.0422, $p = .1799$). Esto puede interpretarse desde dos perspectivas, la primera, podría indicar que la innovación, aunque valorada por los estudiantes, no se

percibe como una competencia directamente asociada con la ejecución del emprendimiento, sino como una característica deseable, más conceptual que práctica. Además, la muestra se compone sobre todo de estudiantes de posgrado en ingenierías, con fuerte orientación técnica y experiencia laboral previa, en este entorno, la innovación puede estar orientada principalmente a procesos y soluciones tecnológicas en proyectos académicos o industriales, sin necesariamente cristalizar en creación de empresas o iniciativas universitarias formales. Por otra parte, la falta de formación en modelos de negocio, comercialización y financiamiento podría impedir que las ideas innovadoras se conviertan en emprendimientos concretos, lo que explicaría la ausencia de un efecto directo de la innovación sobre el emprendimiento universitario en comparación con otros estudios.

Esta brecha entre percepción de innovación y su traducción en iniciativas concretas podría vincularse a carencias en formación en modelos de negocio, gestión y comercialización, especialmente dada la baja presencia de áreas económico-administrativas en la muestra (Lv et al., 2022). Segunda, como lo sugieren Lara et al. (2024), la innovación en contextos universitarios muchas veces requiere de condiciones estructurales más robustas como financiamiento, redes de colaboración e institucionalidad para traducirse en emprendimientos concretos.

Además, los datos sociodemográficos complementan estos hallazgos. El perfil predominante de adultos jóvenes (edad promedio de 28 años), en su mayoría solteros y con experiencia laboral previa, coincide con el tipo de emprendedor proactivo que describe Krueger y Brazeal (1994), capaz de reconocer oportunidades y con mayor libertad para asumir riesgos. La fuerte representación de estudiantes con formación en ingeniería tanto a nivel de licenciatura como de posgrado también

sugiere una orientación técnica favorable para la solución de problemas e innovación aplicada, aunque puede existir una brecha en habilidades de gestión, especialmente si se busca escalar las iniciativas emprendedoras.

Finalmente, el modelo estadístico aplicado modelo 4 de PROCESS de Hayes (2022) confirmó que la Intención Emprendedora tiene un efecto directo (coef. = 0.2576, $p < .001$) y un efecto indirecto significativo sobre el Emprendimiento Universitario (coef. total indirecto = 0.6709, $p < .001$), lo cual valida la hipótesis general de la investigación. Esto respalda la idea de que el fomento del emprendimiento no debe centrarse únicamente en motivar la intención, sino también en desarrollar competencias mediadoras clave y fortalecer el ecosistema institucional, como sugieren Gómez (2024) y García (2025).

El estudio realizado de Variables mediadoras en la intención emprendedora y el emprendimiento es valioso no solo por crear empresas, sino por desarrollar un conjunto de capacidades mediadoras que transforman a los estudiantes y fortalecen el rol de la universidad en el desarrollo económico y social.

Conclusiones

La caracterización del grupo de estudiantes participantes de posgrado indagados, muestra una base sólida en áreas técnico-científicas, en donde predominan hombres (62%), jóvenes y con experiencia laboral previa; las variables sociodemográficas y académicas descritas exponen un contexto apropiado para el emprendimiento por oportunidad, especialmente en sectores industriales, tecnológicos y de base

científica, sin embargo, también es importante considerar la inclusión de herramientas y apoyos institucionales que fortalezcan capacidades en gestión, innovación y financiamiento, especialmente para mujeres y estudiantes sin experiencia laboral previa.

Los resultados de la estadística descriptiva indican una predisposición emprendedora alta en estudiantes de posgrado (Intención Emprendedora con una media 4.3 ± 0.7), acompañada de fortalezas en la búsqueda de oportunidades (con una media 4.3 ± 0.7), innovación (media 4.2 ± 0.8) y disposición al riesgo (media 4.1 ± 0.8). Este resultado favorece al emprendimiento universitario, pero también se requiere de la participación de la IES, aportando a este potencial, estrategias, acompañamiento y recursos específicos para que la intención emprendedora se convierta en acciones emprendedoras sostenibles.

En este mismo sentido, las variables mediadoras Búsqueda Oportunidades y Correr Riesgo se identificaron como mediadores estadísticamente significativos, lo que propone que el cambio entre intención a acción emprendedora depende en gran medida de la capacidad para identificar oportunidades del entorno y de la disposición para enfrentar incertidumbres.

Sin embargo, aunque la Innovación se percibe de forma positiva entre los estudiantes, no mostró un efecto mediador significativo en este estudio. Lo cual explica que la innovación podría estar presente como actitud o conocimiento, pero no necesariamente traducida en acción concreta dentro del ecosistema emprendedor universitario, estos datos se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Intención Emprendedora y las variables mediadoras: Búsqueda Oportunidades, Correr Riesgo e Innovación con Emprendimiento Universitario.

Predictores	Relación	Significado
Intención Emprendedora (directo)	Efecto directo positivo de Intención Emprendedora sobre Emprendimiento Universitario, incluso controlando las variables mediadoras.	La intención emprendedora de los estudiantes, es decir sus ganas firmes de emprender aumenta directamente la probabilidad de que realmente emprendan en la universidad.
Búsqueda Oportunidades	Mayor Búsqueda de Oportunidades predice mayor Emprendimiento Universitario.	Cuanto más se dedica un estudiante a detectar e identificar oportunidades de negocio, más probabilidades tiene de emprender durante su formación en el posgrado.
Correr Riesgo	Alta disposición para Correr Riesgo impulsa el Emprendimiento Universitario.	Los estudiantes que están más dispuestos a asumir riesgos tienden a emprender más o a tener mayor intención de emprender durante su formación en el posgrado.
Innovación	No significativa: Innovación no explica significativamente Emprendimiento Universitario en este modelo.	Teóricamente la innovación suele relacionarse con intención emprendedora, en algunos contextos o muestras no aparece como factor determinante para emprender en la universidad.

IC al 95%

Fuente: elaboración propia (2025).

Se confirma que la intención emprendedora predice significativamente el emprendimiento universitario, tanto de forma directa (coef. = 0.2576), como a través de efectos indirectos ((coef. = 0.6709, IC 95% (0.4619, 0.8307)) mediados por las variables mediadoras de la investigación. A su vez, esto respalda la utilidad del modelo de la TCP (Ajzen, 1991) en el contexto de estudiantes de posgrado, y se robustece la importancia de promover y fortalecer las habilidades específicas que potencien el emprendimiento, más allá de la intención, en los contextos universitarios de posgrado.

Así pues, este estudio ofrece una contribución empírica relevante para la comprensión del emprendimiento universitario en estudiantes de posgrado. En esta misma línea, el entorno universitario en Durango muestra condiciones favorables, pero aún requiere fortalecimiento institucional coordinado en aspectos como cultura emprendedora, redes de apoyo, financiamiento y vinculación intersectorial.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos de este estudio, se hacen las siguientes sugerencias:

El diseño de programas de formación emprendedora con enfoque práctico, que no solo fomenten la intención, sino que desarrollen habilidades específicas para la identificación de oportunidades y gestión del riesgo. En este sentido, el diseño de programas universitarios orientados al emprendimiento, en relación al currículo, se propone incorporar asignaturas obligatorias de emprendimiento y módulos transversales en diversas carreras, de modo que la formación emprendedora no se limite a las facultades de negocios. Estas asignaturas deberían incluir resultados de aprendizaje explícitos vinculados con la identificación de oportunidades, el desarrollo de propuestas de valor innovadoras y la toma de decisiones bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, articulando proyectos vinculados con problemas y retos reales de empresas, gobierno y comunidad.

La creación y fortalecimiento de las incubadoras universitarias, los Centros de Innovación Tecnológica y las redes de mentoría para proporcionar a los estudiantes espacios de experimentación, validación de ideas y acompañamiento en la transición de la intención a la acción emprendedora. La vinculación con incubadoras y el ecosistema emprendedor,

integrando sus servicios al currículo, impulsando programas de mentoría con emprendedores, concursos y redes de alianzas externas que faciliten financiamiento, validación de ideas y seguimiento de egresados emprendedores. En conjunto, estas acciones permiten trasladarse desde un enfoque declarativo sobre el emprendimiento hacia una formación experiencial e integrada en la vida académica de la institución.

El docente es un elemento clave en este proceso de la Intención Emprendedora y el Emprendimiento Universitario, por lo cual, para la formación docente, se considera necesario desarrollar programas de capacitación en educación emprendedora, en el uso de herramientas y metodologías específicas, promover estancias de profesores en incubadoras y empresas, y consolidar comunidades de práctica que permitan compartir experiencias, materiales y criterios de evaluación.

Revisar la forma en que se promueve la innovación en el aula, asegurando que los estudiantes no solo desarrollen ideas novedosas, sino que también tengan las condiciones para aplicarlas en proyectos reales o prototipos viables.

Fomentar alianzas Universidad–Empresa–Gobierno–Sociedad que faciliten acceso a recursos, redes y mercados, reduciendo barreras como la falta de capital semilla, asesoría legal y gestión administrativa.

Establecer políticas institucionales diferenciadas para estudiantes que emprenden por oportunidad y por necesidad, reconociendo que ambos perfiles requieren apoyos específicos y trayectorias distintas.

Líneas futuras de investigación

Estudios en donde se incluyan nuevas variables mediadoras o moduladoras, como la autoeficacia emprendedora, el apoyo percibido institucional o las normas sociales

subjetivas, para enriquecer los modelos explicativos del comportamiento emprendedor.

Realizar estudios longitudinales que permitan observar la evolución de la intención emprendedora a lo largo del tiempo y su posible concreción en proyectos reales.

Analizar el papel de la innovación desde un enfoque cualitativo, que permita comprender por qué, pese a su alta valoración, no se traduce en emprendimiento efectivo en el entorno universitario.

Comparar resultados entre universidades o regiones, a fin de generar modelos más generalizables y diseñar estrategias de emprendimiento ajustadas a contextos diversos.

Fuentes bibliográficas

1. Triana, G., Gómez, Y., & Hernández, R. (2025). Aspectos que influyen en la intención emprendedora en estudiantes universitarios de Colombia y México. *Equidad y Desarrollo*. <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss46.5336>.
2. Rahayu, N. S. (2024). Evaluación de los factores determinantes que afectan la intención emprendedora verde entre las emprendedoras en Indonesia. *Cogent Business & Dirección*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2378919>
3. Dote-Pardo, J., Ortiz-Cea, V., Peña-Acuña, V., Severino-González, P., Contreras-Henríquez, J., & Ramírez-Molina, R. (2025). Innovative Entrepreneurship and Sustainability: A Bibliometric Analysis in Emerging Countries. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su17020658>

4. Iddouch, K., & Jaoual, O. (2025). Entrepreneurial ecosystem as a catalyst for economic growth: global empirical evidence using a novel composite index. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*. <https://doi.org/10.37335/ijek.v13i1.309>.
5. Chowdhury, E. (2025). Drivers of entrepreneurship development in South Asia: empirical insights and policy recommendations. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 14. <https://doi.org/10.1186/s13731-025-00512-w>.
6. Ofosu-Appiah, S., Boahen, P., & Agbenyegah, A. (2025). Socio-ecological barriers to youth entrepreneurship in sub-Saharan Africa: a systematic review of empirical evidence. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 14. <https://doi.org/10.1186/s13731-025-00484-x>.
7. Patil, S. (2025). Startup Growth in India: Current Trends, Challenges, and Future Projections. *Journal of Global Economics, Management and Business Research*. <https://doi.org/10.56557/jgembr/2025/v17i19122>.
8. Patil, S. (2025). Startup Growth in India: Current Trends, Challenges, and Future Projections. *Journal of Global Economics, Management and Business Research*. <https://doi.org/10.56557/jgembr/2025/v17i19122>.
9. Novela, G., Leyva, R., & González, M. (2025). Efectos del trabajo por cuenta propia en los tipos de pobreza en México. *Investigación Económica*. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2025.332.89399>.
10. Barceló, J., Lagarda, A., & Quintana, E. (2023). Un análisis de las actitudes, percepciones e intenciones que llevan a emprender en los países de la Alianza del Pacífico. *Ensayos Revista de Economía*. <https://doi.org/10.29105/ensayos42.1-2>.
11. Choperena, O. E. F., Portilla, A. R., Ramos, A. J. O., de Velasco Amaro, D. M., & López, I. R. (2025). Identificación de retos y mejores prácticas de enseñanza del emprendimiento en las Instituciones de Educación Superior en México. In *Innovar para transformar: educación, desarrollo y emprendimiento con impacto social* (pp. 60-69). Dykinson. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10380732>
12. Choperena, O. E. F., Portilla, A. R., Ramos, A. J. O., de Velasco Amaro, D. M., & López, I. R. (2025). Modelo de la enseñanza del emprendimiento en las Instituciones de Educación Superior. In *Innovar para transformar: educación, desarrollo y emprendimiento con impacto social* (pp. 51-59). Dykinson. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10380731>
13. Peralta, Y., Rompató, M., Benevento, J., Sierralta, N., & Sozzi, M. (2023). El rol de las instituciones de educación superior en el desarrollo de competencias emprendedoras en emprendedores noveles. Una aproximación desde el modelo Tuning. *Aletheia, revista de desarrollo humano educativo y social contemporáneo*. <https://doi.org/10.11600/ale.v14i2.581>.
14. Rakhimova, Z., Topildiev, B., Nazarov, S., Kadirova, M., Sobirova, N., Rustamova, M., & Nusratova, K. (2025). Fostering Entrepreneurial Competencies in Higher Education: Trends, Challenges, Legal Issues and Impacts on Student Success.

- Qubahan Academic Journal.
<https://doi.org/10.48161/qaj.v5n3a1712>
15. Mei, H., Lee, C., & Xiang, Y. (2020). Entrepreneurship Education and Students' Entrepreneurial Intention in Higher Education. *Education Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/educsci10090257>.
 16. Lv, Y., Chen, Y., Sha, Y., Wang, J., An, L., Chen, T., Huang, X., Huang, Y., & Huang, L. (2021). How Entrepreneurship Education at Universities Influences Entrepreneurial Intention: Mediating Effect Based on Entrepreneurial Competence. *Frontiers in Psychology*, 12.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655868>.
 17. Saputra, Y., Novilia, F., & Hendrayati, H. (2023). Entrepreneurship Curriculum In Higher Education: A Systematic Literature Review (SLR). *West Science Interdisciplinary Studies*.
<https://doi.org/10.58812/wsis.v1i12.502>.
 18. Rakhimova, Z., Topildiev, B., Nazarov, S., Kadirova, M., Sobirova, N., Rustamova, M., & Nusratova, K. (2025). Fostering Entrepreneurial Competencies in Higher Education: Trends, Challenges, Legal Issues and Impacts on Student Success. *Qubahan Academic Journal*.
<https://doi.org/10.48161/qaj.v5n3a1712>.
 19. Secretaría de Economía (SE) (2025). Durango.
<https://www.economia.gob.mx/data/mexico/es/profile/geo/durango-dg?redirect=true>
 20. Icek Ajzen (1991). The theory of planned behavior, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Volume 50, Issue 2, Pages 179-211, ISSN 0749-5978,
[https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978-5978(91)90020-T)
 21. Shane, S., & Venkataraman, S. (2000). The promise of entrepreneurship as a field of research. *Academy of management review*, 25(1), 217-226.
<https://doi.org/10.5465/amr.2000.2791611>
 22. Tu, B., Bhowmik, R., Hasan, M., Asheq, A., Rahaman, M., & Chen, X. (2021). Graduate Students' Behavioral Intention towards Social Entrepreneurship: Role of Social Vision, Innovativeness, Social Proactiveness, and Risk Taking. Sustainability.
<https://doi.org/10.3390/su13116386>
 23. Gikunda, K., & Miriti, P. (2025). Effect of Risk-Taking Propensity on Entrepreneurial Intentions among Students Undertaking Entrepreneurial Course in Universities in Meru and Tharaka Nithi Counties. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*.
<https://doi.org/10.47772/ijriss.2025.9010023>.
 24. Wathanakom, N., Khlaisang, J., & Songkram, N. (2020). The study of the causal relationship between innovativeness and entrepreneurial intention among undergraduate students. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 9, 1-13.
<https://doi.org/10.1186/s13731-020-00125-5>.
 25. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2025). En 2024, en Durango había 95 mil establecimientos y 500 mil personas trabajaban en estos.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2025/ce/CE_2024_RO_Dgo.pdf
 26. Lara, C. R., Ríos, H. T., & Frías, E. S. C. (2024). Marco legal en México: perspectivas e impacto en

- la Educación de Posgrado. *REVISTA CIENTIFICA LEGALIS ET POLITICA*, 3(2), 91-112. <https://publishing.fgu.edu.com/ojs/index.php/RLP/article/view/474>
27. COPLADE (2023). Plan Nacional de Desarrollo 2023-2028. Coordinación General de Gestión Gubernamental. <https://www.durango.gob.mx/ped.pdf>
 28. Falla, G. D. H. (2020). Influencia de la educación superior en el emprendimiento juvenil en estudiantes universitarios: una aproximación teórica. *Revista Boletín Redipe*.
 29. Pacheco-Ruiz, C., Rojas-Martínez, C., Niebles-Nuñez, W., & Hernández-Palma, H. G. (2022). Caracterización del emprendimiento desde un enfoque universitario. *Formación universitaria*, 15(1), 135-144. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000100135>
 30. Monitor Global del Emprendimiento (GEM) (2023). Informe Global GEM 2023/2024: 25 años y en crecimiento. <https://www.gemconsortium.org/report/global-entrepreneurship-monitor-gem-20232024-global-report-25-years-and-growing>
 31. Cáceres Luna, X. B., & Cevallos Arreaga, M. A. (2024). *Emprendimientos familiares del barrio Manabí cantón La Libertad provincia de Santa Elena, 2024* (Bachelor's thesis, La Libertad, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024). https://rraae.cedia.edu.ec/vufind/Record/UPSE_64ce8c12a28acf9b8458b39c52481c89?sid=3061716
 32. Enriquez Hidalgo, D. A. (2025). *Diseño de un modelo de gestión para emprendimientos BIC del sector de servicios en el Ecuador* (Master's thesis, Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador). <http://hdl.handle.net/10644/10337>
 33. Gómez, H. L. F. (2024). Emprendimiento juvenil: características y desafíos en Querétaro, México. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/11038>
 34. García, D. A., Muñoz, C. P., Pastore, R., Arrechavala, J. R., Arzadun, P. C., Altschuler, B., Coscarello M., Chávez, U. W., Daga, A., Gago, G. V. S., Nasayo, B. Y., Picado, A. R., Rodríguez, B. M. S., Villanueva N. G. & Cuervo, M. F. G. (2025). *Estrategias universitarias de incubación social de emprendimientos con enfoque solidario y territorial*. Fondo Editorial–Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.
 35. Hierro, H. F. J. (2021). Políticas públicas de fomento de empleo: colectivos beneficiarios - Madrid: Dykinson, 2021 - 217 p. - ISBN: 9788413779850 - Permalink: <https://digital.casalini.it/9788413779850> - Casalini id: 5122041
 36. Medina, S. D. L. C. (2024). Análisis de los centros universitarios de innovación como motores de desarrollo: Analysis of university innovation centers as engines of development. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(6), 2134-2145. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3148>
 37. Álvarez, P. A. L., & Ordoñez, M. Y. E. (2023). Caracterización Socioeconómica de Emprendedores de la Universidad Nacional Abierta ya Distancia (UNAD)-CCAV Pitalito Zona Sur: Estudiantes y Egresados (2020-2023). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/66982>

38. Krueger Jr., N.F., y Brazeal, D.V. (1994). Potencial emprendedor y emprendedores potenciales. *Teoría y práctica del emprendimiento*, 18 (3), 91-104. <https://doi.org/10.1177/104225879401800307>
39. González, K. I. B., Castaño, J. C. C., Lozano, J. A. S., & Leal, J. F. V. (2024). Percepción del emprendimiento entre estudiantes de una Facultad de Negocios en una IES en Querétaro, México. *Adgnosis*, 13(13). <https://doi.org/10.21803/adgnosis.13.13.745>
40. Martínez, M. S. M., Uribe, K. J., & Rey de Castro Hidalgo, D. E. (2024). Relación entre la capacidad de gestión y la satisfacción laboral en el organismo central del sector Justicia del Perú. *Industrial Data*, 27(1), 229-250. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v27i1.26577>
41. Pinillo, G. J. A. (2024). *Factores protectores y conductas de riesgo: un análisis de las implicaciones en el rendimiento académico de adolescentes en Quibdó en 2024* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata). <https://doi.org/10.35537/10915/170882>
42. Palma, M. M. D., Delgado, K. M. P., Burgos, K. J. P., & Holguín, S. T. P. (2025). El rol de las emociones en el proceso de aprendizaje: una mirada desde la educación socioemocional. *Pedagogical Constellations*, 4(1), 187-217. <https://doi.org/10.69821/constellations.v4i1.93>
43. Álvarez, E. R., Rivera, I., & Pérez, J. A. M. (2025). ¿El fin del “héroe” emprendedor? En búsqueda de la naturaleza colectiva del emprendimiento. *Innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales*, 35(95), 1-22. <https://www.jstor.org/stable/27367224>
44. Rucoba Del Castillo, L. R., De Arévalo, D. P., Pérez, C. R., Ramírez, K. A., & Tuesta, B. L. G. (2025). Educación para la Ciudadanía Global: Cómo formar líderes sostenibles. *Editorial Alema*. <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/view/44>
45. Fernández, D. C. (2024). *Capitalismo digital después de la pandemia: Nuevo paradigma del trabajo global*. Siglo XXI Editores México.
46. Baron, R. M., y Kenny, D. A. (1986). La distinción entre variables moderadoras y mediadoras en la investigación en psicología social: Consideraciones conceptuales, estratégicas y estadísticas. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51 (6), 1173–1182. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>
47. Gimeno, D., & Lara, L. (2021). *Retail reset: Por qué las tiendas físicas son la clave del futuro*. LID Editorial.
48. McClelland, DC (1961). *Logrando la sociedad* (Vol. 92051). Simon y Schuster. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=RI2wZw9AFE4C&oi=fnd&pg=PA1&dq=McClelland,+1961&ots=NJOe-ggCF0&sig=tUQoBPifWnBkF9kGU6sfutjkr4s&redir_esc=y#v=onepage&q=McClelland%2C%201961&f=false
49. Schumpeter, J. A. (1934). La teoría del desarrollo económico. Una investigación sobre las ganancias, el capital, el crédito, el interés y el ciclo económico. Cambridge: Harvard University Press; 1934. Reimpresión 1983: Transaction Publishers (publicado por primera vez en alemán en 1911).

50. Tahan, S. (2025). Entrepreneurial Education and Innovation Intentions Among University Students: A Structural Assessment of Opportunity Recognition, Psychological Capital, and Fear of Failure. *Administrative Sciences*. <https://doi.org/10.3390/admsci15070261>.
51. Nemiño, R., Villamor, F., & Apanto, S. (2025). Entrepreneurial Characteristics and Entrepreneurial Intention: The Mediating Role of Entrepreneurial Mindset. *International Journal of Business, Management and Economics*. <https://doi.org/10.47747/ijbme.v6i1.2613>.
52. Belgaroui, R., & Shili, A. (2025). Extending the Theory of Planned Behaviour to Understand Entrepreneurial Intention Among Female University Students in Saudi Arabia: The Role of Entrepreneurship Education. *Journal of Posthumanism*. <https://doi.org/10.63332/joph.v5i5.1897>.
53. Rudnák, I., Kollár, K., & Wu, J. (2025). Factors influencing entrepreneurial intentions of international and local students in Hungary. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 14. <https://doi.org/10.1186/s13731-025-00490-z>.
54. Hernández, S. R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
55. Pacheco-Ruiz, C., Rojas-Martínez, C., Niebles-Núñez, W., & Hernández-Palma, H. (2022). Caracterización del emprendimiento desde un enfoque universitario. *Formación universitaria*. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062022000100135>.
56. Shahzad, M., Khan, K., Saleem, S., & Rashid, T. (2021). What Factors Affect the Entrepreneurial Intention to Start-Ups? The Role of Entrepreneurial Skills, Propensity to Take Risks, and Innovativeness in Open Business Models. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. <https://doi.org/10.3390/joitmc7030173>.
57. Cumbicos, J., & Castro, L. (2023). A bibliometric review of the entrepreneurial intention of university students. *Minerva*. <https://doi.org/10.47460/minerva.v4i10.109>.
58. Inoubli, C., & Gharbi, L. (2024). Investigating how social context moderates the relationship between intentions and behaviors in student entrepreneurship: Case of Tunisian students. *The International Journal of Management Education*. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100918>.
59. Zhuang, J., & Sun, H. (2025). Systematic Bibliometric Analysis of Entrepreneurial Intention and Behavior Research. *Administrative Sciences*. <https://doi.org/10.3390/admsci15080290>.
60. Sahid*, S., Norhisham, N., & Narmaditya, B. (2024). Interconnectedness between entrepreneurial self-efficacy, attitude, and business creation: A serial mediation of entrepreneurial intention and environmental factor. *Heliyon*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30478>.
61. Hayes, A. F. (2022). *Introducción a la mediación, la moderación y el análisis de procesos condicionales: Un enfoque basado en la regresión (3.a ed.)*. The Guilford Press. ISBN 9781462549030, pp. 732. <https://www.guilford.com/books/Int>

- [roduction-to-Mediation-Moderation-and-Conditional-Process-Analysis/Andrew-Hayes/9781462549030?srsltid=AffmBOoqwHQ6e511cDEQk4LPX3RA55QmPeMskb6oQ3ym6Qd0rhp84sn](https://doi.org/10.51378/eca.v79i77.8.9114)
62. Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2004). SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. *Behavior research methods, instruments, & computers*, 36(4), 717-731. <https://link.springer.com/article/10.3758/bf03206553>
63. Palma-Alvarado, C. (2025). Perspectiva de los estudiantes en la formación de competencias en innovación dentro de un programa de ingeniería industrial. *ECA: Estudios Centroamericanos*. <https://doi.org/10.51378/eca.v79i77.8.9114>.
64. Gera, N., Vesperi, W., Rohatgi, S., & Jain, N. (2024). The impact of education on the transition from university students to entrepreneurs: a theory of planned behaviour perspective. *Management Decision*. <https://doi.org/10.1108/md-10-2023-1772>.
65. Setiawan, A., Rahmattullah, M., Anita, A., & Jainab, J. (2025). Risk-Taking, Internal Locus of Control, and Entrepreneurial Intentions: The Mediating Effect of Attitudes toward Entrepreneurship. *Soedirman Economics Education Journal*. <https://doi.org/10.32424/seej.v7i1.15048>.



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Implementación de un sistema de Alerta Temprana (SATA-SEEK) para evitar la Deserción Escolar utilizando DeepSeek: Un enfoque para usuarios no expertos en IA

Implementation of an Early Warning System (SATA-SEEK) to prevent school dropout using DeepSeek: An approach for users without AI expertise

Badillo de Loera, J.¹, Ruiz-Gómez, J.¹, Guzmán-Fernández, A.¹, Guzmán-Valdivia, C.⁴, Ramírez-Hernández, L.³, Rodríguez-González, B.³, Bañuelos-García, L.¹, Cardoso Pérez, M.¹, Cruz-Domínguez, O.², Lebbihi, R.⁵, Durán-Muñoz, H.^{1*}

¹ Unidad Académica de Historia; Universidad Autónoma de Zacatecas; C.P. 98000. Zacatecas, Zacatecas (<https://orcid.org/0000-0002-8532-4877>, <http://orcid.org/0009-0007-8971-1368>, <https://orcid.org/0009-0004-6916-7770>, <https://orcid.org/0000-0002-6304-5383>, <https://orcid.org/0000-0002-4513-1296>, <http://orcid.org/0000-0002-7190-3528>).

² Carrera de Ingeniería Industrial; Universidad Politécnica de Zacatecas; C.P. 99059. Fresnillo, Zacatecas (<https://orcid.org/0000-0003-1320-4371>).

³ Unidad Académica de Matemáticas; Universidad Autónoma de Zacatecas; C.P. 98000. Zacatecas, Zacatecas (<https://orcid.org/0000-0003-1055-9927>, <https://orcid.org/0000-0001-7133-2596>).

⁴ Ingeniería en Mecatrónica; Universidad Politécnica de Aguascalientes; C.P. 20342. Aguascalientes (<https://orcid.org/0000-0003-0638-1417>).

⁵ Higher School of Saharan Agriculture, El Oued, PB 90, El Oued 39011, Algeria. (<https://orcid.org/0009-0005-2852-2286>).

l_badillo@uaz.edu.mx; jruizg.mhlf@gmail.com; antonioгуzman@uaz.edu.mx; cesar.guzman@upa.edu.mx; lramirez@uaz.edu.mx; bety.rodriguez@uaz.edu.mx; luis.baniuelos@uaz.edu.mx; martin.cardoso@uaz.edu.mx; ocruz@upz.edu.mx; lebbihiraouia24@gmail.com; hectoraturan@gmail.com.mx*

Innovación tecnológica: Implementación de un sistema tecnológico de Alerta Temprana para evitar la Deserción Escolar utilizando DeepSeek, desde un enfoque para usuarios no expertos en IA.

Área de aplicación industrial: Este sistema puede ser aplicado al monitoreo en la calidad de productos, en el desempeño del personal que labora en la industria, etc.

Recibido: 12 febrero 2026

Aceptado: 15 marzo 2026

Abstract

Given the increasing dropout rate in educational institutions, there is a growing need to implement new technologies. One such technology is artificial intelligence (AI), which enables the identification of students most likely to drop out. Identifying these students is a challenging task, as it involves analyzing large amounts of data, from grades in all subjects to responses to psychosocial tests. Furthermore, this task must be performed several times during the school year.

Unfortunately, educational institutions often have too few staff members to carry out this task. Moreover, these staff members generally lack the specialized training in AI and the quantitative skills necessary to develop a statistical model that predicts which students are most likely to drop out. Therefore, the objective of this work was to implement an early warning system for school dropout, called SATA-SEEK. This system is based on the use of the DeepSeek chatbot. The innovation of this work lies in presenting a simple methodology that can be replicated by users without expertise in statistics or AI. The system is implemented in five stages. Key findings include the development of an early warning system to identify students at higher risk of dropping out of school. The methodology is simple enough to be implemented in any educational institution. Furthermore, it can help improve criteria for awarding scholarships. In conclusion, this system made it possible to reduce the school dropout rate to 10%.

Keywords: DeepSeek, Artificial Intelligence, School Dropout.

Resumen

Debido al problema en el incremento del índice de deserción escolar en las instituciones educativas, ha surgido la necesidad de implementar el uso de nuevas tecnologías. Una de estas es la inteligencia artificial (IA), por medio de la cual es posible identificar a los alumnos que tienen una mayor probabilidad de deserción escolar. Identificar los estudiantes con mayor probabilidad de deserción resulta ser una ardua tarea, debido a que involucra analizar una gran cantidad de datos, desde calificaciones de todas las materias y respuestas a test psico-socioeconómicos. Dicha tarea, debe realizarse en varias ocasiones durante el ciclo escolar. Desafortunadamente, para realizar dicha tarea, las instituciones educativas cuentan con muy poco personal, y este personal, por lo general no cuenta con una formación especializada para el uso de la IA y tampoco en el área de matemáticas, para poder plantear un modelo estadístico que logre inferir que estudiantes tienen mayor probabilidad de abandonar la escuela. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue implementar un sistema de alerta temprana para la deserción escolar en nivel medio superior, el cual se denomina como SATA-SEEK, este sistema se basa en el uso del chatbot DeepSeek. La innovación de este trabajo es presentar una metodología sencilla que pueda ser reproducida por usuarios no expertos en estadística y en el uso de IA. La implementación de este sistema se realiza en 5 etapas. Entre los resultados destacados de este trabajo se encuentra el desarrollo de un sistema de alerta temprana para identificar los estudiantes con mayor riesgo de abandonar la escuela. Este sistema se basa en una metodología fácil de reproducir, con la finalidad de poder ser implementado en cualquier institución educativa. Adicionalmente, este sistema puede ayudar a proponer un mejor criterio en la designación de becas.

Palabras clave: DeepSeek, Inteligencia Artificial, Deserción escolar.

1. Introducción

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en un agente de transformación, tanto en la industria como en las instituciones educativas. Sin embargo, aún se desconoce por completo todas sus posibles aplicaciones en el sector educativo (Zavala et al., 2023). En este sector, la combinación de herramientas tecnológicas y la IA es efectiva para detectar casos de abandono escolar (Finkel et al., 2024). Incluso, se plantea que las variables de datos académicos, económicos, emocionales y sociales de los estudiantes se tomen en cuenta de manera simultánea en los modelos que permitan inferir que estudiantes desertarán de la escuela. En estos nuevos enfoques, también se consideran los algoritmos que contemplen variables cuantitativas y cualitativas, y no solo cuantitativas, por ejemplo, la variable de desempeño académico, como tradicionalmente se ha hecho. Más aún, se prevé que la IA pueda ser utilizada en la educación inclusiva, ya que tiene la potencialidad de generar alternativas educativas específicas para personas que presentan alguna discapacidad.

Sin embargo, un problema que enfrenta el uso de la IA es que aún se tiene un manejo limitado en las instituciones educativas. Incluso se ha planteado que el uso de la IA puede sustituir al personal docente en labores educativas e interacción con el estudiante, generando incertidumbre en el uso de las herramientas de IA (Bolaño y Duarte, 2024). También, se tiene evidencia que el uso de la IA en trabajos académicos afecta los procesos cognitivos, ya que el estudiante limita el proceso de aprendizaje en la entrega de tareas (Castillejos, 2022).

En 2025, se presentó el chatbot IA denominado como DeepSeek (DS), siendo un modelo de lenguaje extenso (LLM), revolucionando la industria de la IA. Lo que hace a DS tan especial es que es de uso libre.

Cabe mencionar que, en algunas pruebas de referencia, logró resultados iguales o incluso mejores que los de las grandes empresas de la industria de la IA (por ejemplo, ChatGPT de OpenAI), pero con solo una fracción del costo de entrenamiento (Tianchen et al., 2025). El chatbot impulsado por IA, DeepSeek, es desarrollado por la empresa china de inteligencia artificial DeepSeek Inc. Este chatbot tiene características para desarrollar capacidades de razonamiento, pero su límite de conocimiento sigue siendo desconocido (Drenon et al., 2025). DeepSeek se distingue por priorizar la sostenibilidad en relación de la educación. Su visión integra la conciencia ecológica en todos los aspectos del aprendizaje (Ming, 2025). También, DeepSeek puede ser utilizada para una amplia gama de aplicaciones, desde campos en la educación, industria, etc.

1.1 Ingeniería de Prompts

La Ingeniería de Prompts surge como una nueva disciplina, que busca diseñar y optimizar instrucciones de manera precisa en el chatbot de una IA. Dichas instrucciones se basan en un modelo de lenguaje que permite comunicarse con la IA, la cual logrará producir respuestas precisas (Peñalver-Higuera et al., 2025; Giray, 2023). Es decir, la Ingeniería de los Prompts se refiere al conjunto de técnicas y métodos para diseñar, escribir y optimizar determinadas instrucciones, con la finalidad de buscar que las respuestas del modelo de lenguaje sean precisas, concretas, exactas, replicables y correctas. Inclusive, puede considerarse que un Prompt es básicamente una forma de programación que permite personalizar los resultados y las interacciones con la IA (White et al., 2023). Existe evidencia científica que el diseño adecuado de un Prompt ha logrado ayudar a la generación de nuevas preguntas científicas y ha podido optimizar la identificación de patrones complejos en datos. Por lo que, existen

evidencia que respalda el hecho de que un Prompt adecuadamente estructurado resulta ser una herramienta sumamente poderosa para realizar actividades en la investigación académica (Mujica-Sequera, 2025).

Sin embargo, el diseño eficaz de un Prompt no es una tarea sencilla para usuarios sin conocimientos básicos en IA. Lo anterior se complica cuando se necesitan datos técnicos precisos para resolver tareas en contextos específicos. Al no considerarse lo anterior, las respuestas generadas por DeepSeek serán vagas, imprecisas o incluso incorrectas (Velásquez-Henao et al., 2024; Lo, 2023; Giray, 2023). Para que un Prompt resulte ser efectivo debe contar con los siguientes elementos fundamentales: claridad, precisión, información contextual, formato deseado y control de exposición de las acciones a realizar. Redactar un Prompt de manera efectiva puede resultar algo complicado para usuarios sin conocimientos básicos en IA, ya que requiere creatividad, intuición y refinamiento iterativo (Velásquez-Henao et al., 2023; Lo, 2023).

Alternativamente, un Prompt puede diseñarse considerando preguntas abiertas o cerradas. Las preguntas abiertas generan una respuesta amplia, estas son útiles para identificar solo un contexto. Por otro lado, un Prompt con preguntas cerradas genera respuestas específicas y definidas (Chang, 2023). También pueden considerarse cuatro aspectos, en el primero se toman en cuenta preguntas sencillas. En el segundo se aborda un contexto adicional sobre el autor y el modelo de lenguaje. En el tercero se incluyen ejemplos que el modelo de lenguaje puede consultar, y en el cuarto aspecto se considera una solución paso a paso a un problema matemático, ofreciendo al modelo de lenguaje una forma más estructurada de gestionar la instrucción para una mayor precisión (Heston y Khun, 2023). Adicionalmente, un prompt también puede

ser diseñado como instructivo, de sistema, de preguntas-respuestas y mixto (Giray, 2023).

1.3 Detección de Abandono Escolar

El uso de la IA no sólo se refiere al aspecto de la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje, los hábitos de estudio, el fortalecer los estilos de aprendizaje, proporcionar la retroalimentación en tiempo real, entre otras tantas (Zavala et al., 2023). Sino que también, el uso de la IA ha demostrado que puede ser implementada en el monitoreo y detección de estudiantes con una elevada probabilidad de deserción escolar. Lo cual, permite alertar al docente de los casos de estudiantes susceptibles en abandonar la escuela (Bolaño y Duarte, 2024). El uso de la IA, en este aspecto, puede aportar una retroalimentación en tiempo real, permitiendo identificar los casos con mayor probabilidad de deserción. La detección de casos de abandono escolar es mediante algoritmos que desarrollan patrones de identificación de conductas y aprendizajes (Martínez-Acuña et al., 2024; Fink et al., 2024).

Este nuevo enfoque, en el uso de la IA, está teniendo un enorme éxito, logrando automatizar tareas administrativas, se eficientiza la carga de trabajo, la agilización de los trámites de inscripción, gestión de la matrícula, mejora de los servicios a los estudiantes y el apoyo en las investigaciones. Sin embargo, se descubrieron riesgos en cuanto a vulnerar los datos privados, plagios, la desinformación, los problemas de accesos y la disminución de la interacción humana (Dempere et al., 2023). Sin lugar a dudas, el apoyo de la IA ha logrado tomar una condición personalizada para cada estudiante, conforme a sus hábitos, habilidades, intereses y necesidades se desarrolla la práctica educativa adecuada a cada uno para llevarlo a una mejor comprensión y retención de los

conocimientos (Bolaño y Duarte 2024).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es implementar un sistema de alerta temprana para identificar los estudiantes próximos a abandonar la escuela en nivel medio superior, considerando variables cuantitativas y cualitativas de manera simultánea. Es decir, se consideran las variables de rendimiento académico, así como las variables de las dificultades sociales que enfrentan los estudiantes. Este sistema de monitoreo será denominado como SATA-SEEK (Sistema de Alerta Temprana Académica-SEEK). La innovación de este trabajo es presentar una metodología que fácilmente puede ser reproducida por usuarios no expertos en estadística, la cual es utilizada para plantear un modelo que permita inferir la probabilidad de que un estudiante abandone la escuela.

2. Materiales y Métodos

En este trabajo de investigación se implementó un sistema de alerta temprana para evitar la deserción escolar en nivel medio superior, denominado como SATA-SEEK. Para lo cual, fue necesario considerar las siguientes 5 etapas. (1) Identificación de las características de la institución educativa para la implementación del sistema de monitoreo SATA-SEEK. (2) Aplicación de pruebas estadísticas. (3) Generación de un instrumento de recolección de datos, en el cual se consideró el rendimiento académico

del estudiante y sus condiciones socioeconómicas. (4) Creación de un archivo en drive, en el cual se recolectan las calificaciones por parte de los docentes de todas las materias que cursan los estudiantes. Luego, se capturan los datos socioeconómicos de los estudiantes en el archivo en drive. Posteriormente, este archivo en drive es convertido en un archivo de Excel®. (5) Finalmente, se diseñó un prompt para analizar los datos recopilados por medio de DeepSeek del archivo de Excel ®.

2.1 Características de la Escuela

La institución educativa de nivel medio superior, donde se implementó el sistema SATA-SEEK, atiende a 353 estudiantes, distribuidos en tres grados y con 42 docentes frente a grupo. Para atender a los 353 estudiantes sólo se cuenta con 4 orientadores académicos, lo que resulta insuficiente. Aunque, esta misma situación, de asignar un número pequeño de personal para identificar posibles casos de abandono se presenta en la gran mayoría de las instituciones educativas públicas y privadas. Durante el ciclo escolar 2024–2025, la institución educativa reportó una aprobación del 80% y una reprobación del 20%. Teniendo un abandono escolar del 12.8%, lo cual es superior al promedio estatal (9.2%). Este porcentaje coloca al plantel como un caso prioritario de intervención por riesgo de deserción. Cabe mencionar que las principales actividades económicas de la región se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales actividades económicas de la región.

Actividades Económicas	Personas Empleadas	Porcentaje
Agricultura, ganadería y forestal	2546	10.46%
Industrial y de la construcción	3655	15.02%
Servicios, comercio, turismo y transporte	17340	71.30%
Otros no especificados	778	3.2%
Total	24319	100%

Fuente: IGECEM (2023).

La distribución tanto de estudiantes como del personal que labora en la institución educativa se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Estadística escolar durante el ciclo escolar 2025-2026.

Total de alumnos inscritos	353
Alumnos inscritos en 3er. Grado.	106
Alumnos inscritos en 2° Grado	99
Alumnos inscritos en 1er. Grado	148
Maestros frente a grupo	42
Orientadores académicos	4
Directivos escolares	3

Fuente Propia.

Los porcentajes de aprobación, reprobación, eficiencia terminal y abandono escolar se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Indicadores académicos del Ciclo Escolar 2024-2025

Promedio de aprovechamiento académico	8.0
Porcentaje de aprobación	80%
Porcentaje de reprobación	20%
Eficiencia terminal	72%
Abandono escolar	12.8%

Fuente: Elaboración Propia.

Como es de notarse, en el último ciclo escolar 2024-2025, queda en evidencia que en la institución educativa donde se implementó el sistema SATA-SEEK tuvo un nivel de abandono escolar superior al promedio de los ciclos anteriores en el nivel federal y estatal.

A nivel nacional, la estadística sobre el porcentaje promedio de abandono escolar consultado a través de la Página Web Oficial del INEGI, durante el ciclo escolar 2023-2024, se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje promedio de abandono escolar a nivel nacional y estatal.

Entidad Federativa	Ciclo Escolar 2020-2021	Ciclo Escolar 2021-2022	Ciclo Escolar 2022-2023	Ciclo Escolar 2023-2024
Estados Unidos Mexicanos	11.6	10.2	11.2	10.8
Estado de México	10.3	8.9	9.8	9.2

Fuente: INEGI (noviembre de 2024).

2.2 Análisis Estadístico

Cálculo del tamaño de muestra mediante muestreo aleatorio simple

Este estudio se realizó con una población de N=353 estudiantes, con un nivel de confianza del 99%, un margen de error de E=0.05, una proporción esperada p=0.5 y un complemento q=0.5. Donde se utilizó la ecuación 1 para estimar el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2(N-1) + Z^2 * p * q} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde n = tamaño de la muestra, N = tamaño de la población, Z = valor de la distribución normal asociado al nivel de confianza, p = proporción esperada de éxito, q = 1 - p, E = margen de error permitido. Al realizar las sustituciones correspondientes, se encuentra que se necesita un tamaño de muestra n=230.7.

$$n = (353 (2.576)^2 (0.5)(0.5)) / ((0.05)^2(353 - 1) + (2.576)^2(0.5)(0.5))$$

$$n = (353 (6.635)(0.25)) / (0.0025(352) + 1.65875)$$

$$n = 585.64 / 2.53875 = 230.7$$

Por lo tanto, el tamaño de muestra redondeando es de 231 estudiantes, lo que

significa que, para una población total de 353 personas, se requiere encuestar o analizar al

menos 231 individuos para garantizar un nivel de confianza del 99% y un margen de error del 5%. Con lo cual es posible asegurar una representatividad estadística alta, minimizando el riesgo de error en la inferencia de los resultados al total de la población.

2.3 Características del Instrumento de recolección de datos.

El instrumento de recolección de datos se encuentra dividido en tres apartados. En el primero se refiere a cuestiones socioeconómicas, preguntas 1-6. El segundo apartado corresponde a cuestiones de rendimiento académico, 7-16. En el tercero se abarcan cuestiones personales, 17-25. Las preguntas 27-29 podrían considerarse adicionales. Este instrumento de recolección de datos es basado en la Encuesta de Detección de Factores de Riesgo del Abandono Escolar por parte de la Coordinación Nacional de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Baja California Sur, el cual ya fue validado. La encuesta evalúa factores socioeconómicos, del rendimiento escolar y personales/interpersonales. Los estudiantes que obtienen puntajes altos requieren canalización inmediata, mientras que los de puntaje moderado requieren intervención oportuna y los de bajo puntaje una valoración por el tutor. Se destacan preguntas prioritarias que pueden prevenir situaciones de fracaso o riesgo.

Las preguntas del instrumento de recolección de datos fueron hechas para ser respondidas de forma dicotómica, un “sí” o “no” como respuesta. El cuestionario resultante fue de 29 preguntas, que abarcaron los Factores Socioeconómicos, los Factores de Rendimiento Escolar y de Factores Interpersonales; en total 29 preguntas. En este cuestionario se omitió preguntar el nombre del estudiante, con la finalidad de proteger la

identidad del encuestado.

2.4 Implementación del sistema de alerta temprana para la deserción escolar (SATA-SEEK).

Diseño del Prompt

Para el diseño del prompt que se utilizó en SATA-SEEK se realizaron 4 fases previas a la aplicación del sistema de monitorización. La primera fase consistió en el reconocimiento de asignaturas y variables de riesgo. Para lo cual, se adjunta el archivo de la base de datos de primer grado en Excel®, con la clave de identificación del estudiante, las 11 asignaturas que cursa el estudiante y las 29 preguntas del instrumento de recolección de datos.

a) Se aplica el Prompt.

1	Prompt	Analiza el siguiente archivo, ¿Cuántas asignaturas registraste?
----------	---------------	--

Respuesta de DeepSeek.

*Según el análisis del archivo, hay **11 asignaturas** (UAC: Unidad de Aprendizaje Curricular) en total. Cada asignatura se registra en bloques de cinco columnas que incluyen:*

- UAC [número] (nombre de la asignatura).
- Faltas P1.
- Faltas P2
- Calificación P1
- Calificación P2

Las asignaturas identificadas son:

1. ACTIVIDADES FÍSICAS Y DEPORTIVAS
2. CIENCIAS NATURALES, EXPERIMENTALES Y TECNOLOGÍA I
3. CIENCIAS SOCIALES I
4. CULTURA DIGITAL I
5. EDUCACIÓN PARA LA SALUD

6. INGLÉS I
7. LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
8. LENGUA Y COMUNICACIÓN I
9. PENSAMIENTO FILOSÓFICO Y HUMANIDADES I
10. PENSAMIENTO MATEMÁTICO I
11. TEMAS SELECTOS DE IGUALDAD Y DERECHOS HUMANOS I

Cada estudiante tiene registros para estas 11 asignaturas en las columnas correspondientes.

Antes de aplicar el SATA-SEEK, se aplicó la segunda fase, en la cual se verifica que la IA es capaz de identificar la división de las preguntas en el instrumento de recolección de datos, para ello se aplicó el siguiente prompt:

2	Prompt	¿Cuántas preguntas de factores de riesgo de abandono encontraste? y ¿cómo están clasificadas?
---	--------	---

Respuesta de DeepSeek

Según el análisis del archivo, hay **29 preguntas** de factores de riesgo de abandono escolar, numeradas del **1 al 29**, ubicadas en las columnas **BG a CJ** (después de las calificaciones y datos personales).

Estas preguntas están **clasificadas en las siguientes categorías**, aunque en la hoja aparecen en secuencia sin agrupación explícita:

Clasificación implícita de las preguntas:

1. **Factores económicos y logísticos** (preguntas 1–5):
 - Problemas de transporte, pago de inscripción, materiales escolares, dificultades económicas en

- casa, trabajo para generar ingresos.*
2. **Factores familiares y personales** (preguntas 6–7):
 - Vivir solo, dificultades familiares/personales que afectan el rendimiento.
 3. **Factores académicos y de hábitos de estudio** (preguntas 8–16):
 - Dificultad para trabajar en equipo, percepción negativa de compañeros/profesores, expectativa de reprobar, faltas frecuentes, técnicas de estudio, indisciplina, actitud negativa en clase, participación, entrega de trabajos, estudio en casa.
 4. **Factores socioemocionales y de salud mental** (preguntas 17–27):
 - Estrés en exámenes, relaciones que distraen, problemas de sueño, tristeza, ansiedad, acoso, desmotivación, pensamientos suicidas, deserción escolar, consumo de alcohol/drogas.
 5. **Factores sociales y de comportamiento** (preguntas 28–29):
 - Dificultad para hacer amigos, problemas de control de ira.

La tercera etapa consistió en identificar si la IA logra identificar la cantidad de estudiantes registrados. Para lo cual se aplica el Prompt:

3	Prompt	¿Cuántos estudiantes identificas?
---	--------	-----------------------------------

Respuesta de DeepSeek

Se identifican **231 estudiantes** en total, distribuidos de la siguiente manera:

- **Grupo 1° 1:**
- **Grupo 1° 2:**
- **Grupo 1° 3:**

*Cada estudiante cuenta con un **identificador único (UUID)** en la columna **B** y registros completos de las 11 asignatura.*

La fase 4 consistió en aplicar el prompt que determinaría que estudiantes tienen mayor probabilidad de abandonar la escuela.

“Toma el rol de un investigador especialista en política educativa que está analizando los factores que influyen en el abandono escolar de estudiantes de nivel medio superior, cuya información está contenida en el archivo anexo. Con el análisis de la información, diseña un modelo predictivo de abandono escolar basado en el análisis de regresión estadística, donde se analicen los factores socioeconómicos, los factores de rendimiento escolar y los factores interpersonales de los estudiantes. Este modelo debe generar la predicción de abandono escolar en una escuela preparatoria de carácter público ubicada en una zona rural”.

Para este prompt se adjuntó el archivo en formato Excel® con los resultados del Instrumento de recolección de datos, así como cada calificación reportada por los docentes que imparten las materias correspondientes. Con la información del archivo adjunto, se constituye en un Sistema de Alerta Temprana para semaforizar a los estudiantes que están en riesgo de abandono escolar. Considerando el mínimo de faltas de

4, la calificación mínima aprobatoria de 6 por asignatura, conjuntamente con el análisis de regresión estadística de las variables del riesgo de abandono escolar. Se emite la lista semaforizada de quienes están en riesgo, su situación y una propuesta de solución por cada uno.

3. Resultados y Discusiones

Previo a presentar los resultados de este trabajo de investigación, es necesario mencionar que la implementación de la IA en la educación aún es incipiente y presenta algunas inconsistencias, una de las más importantes se refiere al uso de datos para el análisis y la retroalimentación, si se presentan datos inconsistentes, la retroalimentación no será efectiva, lo que debe considerarse al tomar algún criterio de decisión (Bolaño y Duarte, 2024).

3.1 Aplicación del cuestionario diagnóstico

En la actividad de campo, por medio de un formulario realizado en Google Forms, se llevó a cabo la aplicación del instrumento a 237 estudiantes de los tres grados de estudio en la institución educativa de nivel medio superior, lo que cumple con el resultado del muestreo aleatorio simple que dio 231 estudiantes como muestra. La fecha de aplicación fue en la semana del 8 al 14 de octubre de 2025. Los resultados de edad se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Tabla de estudiantes que realizaron el cuestionario.

Edad	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia porcentual
14	12	0.0506	5.06%
15	76	0.3206	32.06%
16	69	0.2911	29.11%
17	66	0.2784	27.84%
18	13	0.0548	5.48%
21	1	0.0042	0.42%
Total	237	0.9997	99.97%

Fuente: Elaboración propia.

Con la Tabla 5, se observa el grupo de edades de 15, 16 y 17 años son los dominantes en cuanto a su participación en la investigación, lo que permite inferir que sus respuestas representan el 89% del total y su pertenencia se da en los tres grados escolares. Los grupos de 14 y 18 son menos representativos, además de que son los complementos de quienes ingresan y egresan de la institución. Ya en caso de mayores de 19, solo se presenta un caso atípico o aislado, sin una representatividad.

Una vez que se aplicó el instrumento, se procedió a revisar los resultados para generar el análisis correspondiente en cuanto a conocer cuáles son los factores más influyentes para que se dé el abandono escolar en los estudiantes del bachillerato general de educación media superior en la zona rural. En la Figura 1 se presentan los resultados para la sección de Factores Socioeconómicos.



Figura 1. Resultados en porcentaje para factores socioeconómicos.

Fuente: Elaboración propia.

En este primer aspecto de los factores socioeconómicos, los estudiantes manifiestan que no hay mayor problema en el pago de la inscripción (4%), sino que se ven más presionados en el mantenimiento de sus estudios cuando puedan existir dificultades económicas en casa y en la forma de tener dinero disponible por medio del trabajo (26% y 36%, respectivamente), sobre todo para

comprar sus materiales (18%) y para pagar su transporte a la escuela (14%). El 98% vive con familiares lo que de alguna manera puede aligerar la carga económica y no ser un elemento que lo ponga en riesgo por su independencia. Mientras que los resultados de los factores de rendimiento académico se muestran en la Figura 2.



Figura 2. Resultados en porcentaje de factores de Rendimiento Académico.
Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas de la 7 a la 16 corresponden a factores de rendimiento académico. En este apartado se descubrieron elementos radicales, que pueden contribuir a ser considerados como factores de alto riesgo para el abandono escolar, y tienen que ver con hábitos de estudio. El 49% de los estudiantes no prepara sus tareas ni estudia para sus exámenes fuera de la escuela (49% en ambos casos), por lo cual son propensos a presentar dificultades para aprobar, y en caso de no existir mejoría en sus hábitos de estudio pueden salir de la escuela por materias reprobadas. Estos estudiantes no logran ser autogestivos para aprender por sí mismos. Se podría sugerir que los docentes realicen capacitación en estrategias diversificadas. La falta de interés para poder reforzar lo aprendido o preguntar para mejorar el aprendizaje es otro factor de alto riesgo, ya que pueden conducir a la reprobación, ya que el 40% de los estudiantes no pregunta para resolver dudas, sino que guardan su comentario y/o pregunta, por lo que se quedan sin aprender algo nuevo. En este apartado se revelan dificultades con metodologías de enseñanza.

Otros riesgos moderados, que deben tener monitoreo y seguimiento son los relacionados

con la constante de la reprobación, el 21% de estudiantes, es decir 1/5 parte de la población estudiantil está consiente que reprobará más de tres materias, lo que implica un esfuerzo extra para poder aprobar. Así también, se puede considerar otra quinta parte, 20%, para el estudio de forma colaborativa, de aprender con otros compañeros o de forma colegiada. Otra parte similar a las mencionadas en el párrafo anterior, con el 18%, son los estudiantes que no entregan sus actividades y tareas cuando son solicitadas, lo que ocasiona la disminución de las calificaciones y pérdida de oportunidades de aprobar. Por lo cual, se manifiesta la importancia de realizar la orientación vocacional temprana que motive a realizar las tareas.

Con menores porcentajes y sin que se puedan considerar como riesgos más bajos están las cuestiones ausentismo (7%) y razones disciplinarias (4%), otras dos que puedan ser de falta de motivación están la actitud negativa hacia el estudio (8%) y la percepción que otros tengan del estudiante (10%). Importancia de orientación vocacional temprana. En la Figura 3 se presentan los resultados de factores personales.



Figura 3. Resultados en porcentaje de Factores Personales.

Fuente: Elaboración propia.

En esta parte se encontraron elementos significativos como posibles detonantes del abandono escolar, se entiende la relación con situaciones socioemocionales y de salud mental, tal como el porcentaje alto de estudiantes que se sienten estresados en sus evaluaciones (74%); otro elemento de riesgo considerable son los problemas de sueño (47%) casi la mitad de los estudiantes lo padece, lo que puede traer como repercusiones en los procesos cognitivos del aprendizaje y tener resultados en sus calificaciones.

Los estudiantes encuestados perciben los síntomas de ansiedad, angustia y miedo (40%), agregando los procesos depresivos que sienten como tristeza son del 34%. Estas

condiciones pueden tener relación con los procesos de socialización (33%) de los estudiantes no pueden consolidar amistades, la falta de motivación (25%), los problemas de ira que tiene un valor alto, una cuarta parte de los estudiantes lo manifiesta (25%); quienes han pensado dejar la escuela son casi la quinta parte de estudiantes (19%) y otro elemento más de riesgo, no solo de abandono, es el porcentaje de estudiantes que han pensado en el suicidio que equivale al 14%. Por otro lado, las amistades o noviazgos que puedan influir en el abandono son del 20%, y las diferentes situaciones familiares en casa, no económicas, son del 14%, un valor moderado a la baja, lo mencionado se presenta en la Figura 4.

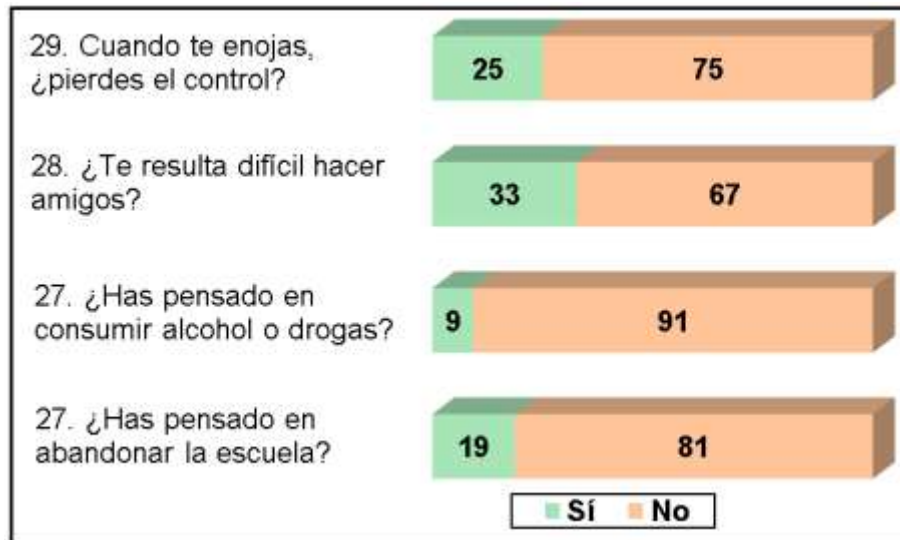


Figura 4. Resultados en porcentaje de Factores Personales.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Respuesta obtenidas de DeepSeek utilizando SATA-SEEK

Una vez recolectado la información del instrumento de recolección de datos y las calificaciones de los docentes, se sube a la plataforma DeepSeek el archivo en formato Excel, denominado como “Base de datos integrada.xlsx”. El cual consta de las siguientes variables:

- Variables académicas críticas:
 - Calificación < 6 en más de 2 asignaturas (11 materias totales).
 - ≥ 4 faltas en más de 1 materia (considerando períodos P1 y P2).
- Variables psicosociales (29 preguntas):
 - Cada respuesta “Sí” = 1 punto de riesgo.
 - Ponderación por dimensión (económica 1.2, familiar 1.3, académica 1.5, socioemocional 2.0, social 1.0).
- Fórmula de riesgo:

...

$$R = (A \times 0.4) + (F \times 0.3) + (P \times 0.3)$$

Donde

A = % de asignaturas con calif. < 6

F = % de materias con ≥ 4 faltas
 P = % ponderado de respuestas de riesgo
 ...

4. Clasificación:

- VERDE (0-39): Riesgo bajo
- AMARILLO (40-69): Riesgo moderado
- ROJO (70-100): Riesgo alto

Una vez ejecutado el sistema de monitorización en DeepSeek, los resultados arrojados muestran la semaforización en tres divisiones, rojo, amarillo y verde (sólo se pondrán algunos ejemplos, con fines demostrativos y no todos los casos arrojados por el sistema). Adicionalmente, al prompt se agregó “Puedes emitir una lista solo con el identificador del estudiante y un círculo con el color del Semáforo que le corresponde, clasificados por grupo”:

Respuesta DeepSeek.

- ROJO:
 - 9b5fd725-afbc-4e83-9f08-6d5e773c0b46 (este es el código de identificación del estudiante) ●
 - e076658c-b697-444c-a7ca-

2da3f5f55b2a ●

Estudiantes en riesgo rojo (alto):

Estudiante	Grupo	Puntaje	R	Situación	Propuesta de Intervención
1° 1	14	1° 1	72.3	5	asignaturas <6, faltas frecuentes, múltiples factores psicosociales (económicos, académicos, socioemocionales)
1. Derivación inmediata a Psicología Educativa 2. Entrevista urgente con familia 3. Plan de nivelación académica intensiva 4. Beca de materiales y transporte.					

Estudiantes en riesgo amarillo (moderado):

Estudiante	Grupo	Puntaje	R	Situación	Propuesta de Intervención
1° 1	3	1° 1	58.2	2	asignaturas <6, faltas moderadas, factores académicos
1. Tutoría académica 2 veces por semana 2. Entrevista con orientador educativo 3. Plan de mejora de hábitos de estudio.					

Estudiantes en riesgo verde (bajo):

Total: 108 estudiantes (75% de la población estudiantil)

El sistema también arrojó las características generales de los datos:

- Calificaciones mayormente por encima de 6
- Ausentismo bajo o moderado
- Respuestas de riesgo psicosocial limitadas

Acciones generales:

1. Monitoreo rutinario mensual
2. Participación en actividades de prevención
3. Refuerzo positivo de logros académicos
4. Detección temprana de cambios en conducta o rendimiento

RESUMEN ESTADÍSTICO

Nivel de Prioridad	Riesgo	Cantidad	Porcentaje	Intervención
ROJO	8	5.6%		INTERVENCIÓN INMEDIATA
AMARILLO	28	19.4%		INTERVENCIÓN PRONTA
VERDE	108	75.0%		MONITOREO PREVENTIVO
TOTAL	144	100%		

RECOMENDACIONES INSTITUCIONALES

1. Crear Comité de Prevención de Abandono Escolar con representantes de: dirección, orientación, psicología, trabajo social y docentes.
2. Implementar protocolo de intervención diferenciado por nivel de riesgo.
3. Establecer sistema de seguimiento digital que genere alertas automáticas.
4. Desarrollar programas de apoyo específicos:
 - Tutorías académicas
 - Apoyo psicológico individual y grupal
 - Becas y apoyo material
 - Escuela para padres
5. Realizar evaluación trimestral del sistema y ajuste de estrategias.

4. Conclusiones

En este trabajo se concluye que existe la necesidad de fortalecer el servicio de psicología de las instituciones educativas mediante el uso de nuevas tecnologías. Por ejemplo, el implementar un sistema de alerta temprana para detectar oportunamente quienes estén en riesgo de abandonar la escuela y proponer alternativas de solución y brindar un seguimiento de los casos con mayor probabilidad de deserción. Adicionalmente, se realiza una conclusión para cada tipo de factor:

- a) Factores Socioeconómicos. No son los factores más críticos, pero se

requiere poner atención focalizada en los casos de la disponibilidad de dinero para compra de materiales escolares, la manutención del estudio y el pago del transporte escolar.

- b) Factores de rendimiento académico. Presentan factores con mayor preocupación en la continuidad y el manejo de los indicadores académicos de aprobación, se tienen deficiencias notables en los hábitos de estudio y el trabajo para aprobar las asignaturas.
- c) Factores Interpersonales. Los resultados muestran zonas preocupantes en cuanto a la salud mental, por los síntomas o problemas de miedo, angustia, depresión, falta de sueño; que son evidencia de desgaste emocional y afectación en los hábitos de estudio y la sana socialización entre compañeros. Se propone brindar mayor atención en los procesos de la generación de ira y el alto índice en pensamientos suicidas.

Con base en los resultados encontrados, se concluye en fortalecer las siguientes estrategias:

1. Implementar un programa para fortalecer los hábitos de estudio.
2. Realizar un proceso de nivelación en materias que presenten altos índices de reprobación.
3. Establecer servicio de psicología o canalización a instituciones que brinden el servicio psicológico escolar.
4. Desarrollar Sistemas de Alerta Temprana para detectar oportunamente quienes estén en riesgo de abandonar la escuela y proponer alternativas de solución.
5. Capacitar docentes en estrategias pedagógicas diversificadas.
6. Crear programas de integración social y convivencia escolar.

El análisis confirma, lo reportado previamente en la literatura, que el abandono escolar es multifactorial, requiriendo intervenciones integrales que aborden simultáneamente los factores académicos, conductuales y emocionales identificados.

5. Referencias Bibliográficas

Bolaño García, M. y Duarte Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Rev. Colomb. Cir.*; 39:51-63. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>

Castillejos, B. (2022). Inteligencia artificial y entornos personales de aprendizaje: atentos al uso adecuado de los recursos tecnológicos de los estudiantes universitarios. *Educación XXXI(60)*, pp. 9-24/e-ISSN 2304-4322. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.001>

Chang, E.Y. (2023). Prompting large language models with the socratic method, in: 2023 IEEE 13 th Annual Computing and Communication Workshop and Conference, CCWC 2023,. pp. 351-360. <https://doi.org/10.1109/CCWC57344.2023.10099179>

Dempere J, Modugu K, Heshman A & Ramasamy LK (2023) The impact of ChatGPT on higher education. *Front. Educ.* 8:1206936. doi: <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1206936>

Drenon, N., Gerken, T., Cieslak, M. (2025). DeepSeek: the Chinese AI app that has the world talking. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/articles/c5yv5976z9po>

Finkel, L., Parra-Contreras, P., Martínez-Solana, Y. y Matos-Mejías, C. (2024). ChatGPT como fuente de información en la Educación Superior valoración de los

resultados que proporciona la IA generativa. Profesional de la información. ISSN: 1386-6710, 1699-2407. Vol. 33. No. 4. DOI: <https://doi.org/10.3145/EPI.2024.0604>

Heston, T.F., and Khun, C. (2023). Prompt engineering in medical education. *Int. Med. Educ.*, 2(3), pp. 198-205. <https://doi.org/10.3390/ime2030019>

Giray, L., (2023). Prompt engineering with ChatGPT: a guide for academic writers, *Ann. Biomed. Eng.* DOI: <https://doi.org/10.1007/s10439-023-03272-4>

IGECEM (2023). Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Estadística Básica Municipal del Estado de México Amecameca. Gobierno del Estado de México. CE 207/09/06/23 P. 6.

INEGI (Noviembre de 2024). Página Web Oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=Educacion_11&bd=Educacion

INEGI (2025). *Página Web Oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.* <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=15#collapse-Resumen>

Lo, L.S. (2023). The art and science of prompt engineering: a new literacy in the information age, *Internet Ref. Serv. Q.*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/10875301.2023.2227621>

Martínez-Acuña, V., Valadez-Morales, H. y Coronado-González, Y. (2024). Innovación Educativa: La IA como herramienta para prevenir el abandono escolar. Vol. 11. *Memorias del Concurso Lasallista de*

Investigación, Desarrollo e Innovación. DOI: <https://doi.org/10.26457/mclidi.v11i2.4294>

Ming Sin Wong, J. (2025). Speculative futures of education: utopian and dystopian scenarios envisioned by Chatgpt, Gemini, and Deepseek. *Wong Discover Education.* 4:261. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00692-3>

Mujica-Sequera, R. (2025). Los Prompts de IA: Herramientas para la Optimización de la Investigación Científica. *International Journal Technological-Educational*, 18(1) pp. 267-277, ISSN: 2665-0266. <https://doi.org/10.37843/rted.v18i1.61>

Peñalver-Higuera, M., Rodríguez-Alegre, L., López-Padilla, R., Isea-Argüelles, J. (2025). Ingeniería de prompts en la industria 4.0: Optimización y automatización inteligente de procesos industriales. *Revista Electrónica Multidisciplinaria de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura*, 7(12). <https://doi.org/10.35381/i.p.v7i12.4438>

Tianchen Gao, Jiashun Jin, Zheng Tracy Ke, Gabriel Moryoussef. (2025). A Comparison of DeepSeek and Other LLMs. *Computation and Language.* <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.03688>

Velásquez-Henao, J.D., Franco-Cardona, C.J. and Cadavid-Higuera, L. (2023). Enineering: a methodology for optimizing interactions with AI-Language Models in the field of engineering. *DYNA*, 90 (230), pp. 9-17. <https://doi.org/10.15446/dyna.v90n230.111700>

Velásquez-Henao, J., Franco-Cardona, C., Cadavid-Higuera, L. (2024). Ingeniería de instrucciones: una metodología para optimizar interacciones con Modelos de Lenguaje de IA en el campo de ingeniería. *DYNA*, 90, pp. 9-17. ISSN 0012-7353. <https://doi.org/10.15446/dyna.v90n230.111700>

White, J., Fu, Q., Hays, S., Sandborn, M., Olea, C., Gilbert, H., Elnashar, A., Spencer-Smith, J., Schmidt, D. (2023). A prompt pattern catalog to enhance prompt engineering with chatgpt, ArXiv Prepr. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.11382>

Zavala Cárdenas, E., Salazar Guaraca, D., Albán Yáñez, E. y Mayorga Albán, A. (2023). El rol de la inteligencia artificial en la enseñanza-aprendizaje de la educación superior. Pol. Con. (Edición núm. 80) Vol. 8, No 3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9252162>



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Diagnóstico del nivel de engagement laboral en pequeñas empresas del sur del estado de Veracruz

Diagnosis of the level of job engagement in small businesses in the southern part of the state of Veracruz

Antonio-Pacheco, B.^{a*}, Sainz-Barajas, M.T.^a, Chiñas-Valencia, J.J.^a, Ordaz-Hernández, M.B.^a, Castro-Jiménez, D.^b

^a Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Veracruzana, Coatzacoalcos, Veracruz, México. C.P. 96538. (Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3223-3020>, <https://orcid.org/0000-0002-2494-9806>, <https://orcid.org/0000-0001-8840-3442>, <https://orcid.org/0000-0002-3119-9353>).

^b Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. (Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4126-1445>). antpacheco@uv.mx*; tsainz@uv.mx; jchinas@uv.mx; mordaz@uv.mx; dcastroj01@libertadores.edu.co

Innovación Tecnológica: Engagement laboral en pequeñas empresas.

Área de Aplicación: Gestión empresarial.

Recibido: 09 febrero 2026

Aceptado: 21 febrero 2026

Abstract

This study aimed to diagnose the level of work engagement in small businesses in the southern part of the state of Veracruz (Mexico) during the first half of 2024. A quantitative, descriptive-comparative, non-experimental, cross-sectional approach was adopted. A non-probabilistic convenience sampling method was used, yielding a total sample of 416 active employees in small commercial, industrial, and service companies. Data were collected using a questionnaire composed of four dimensions: attention, connection, integration, and focus. The mean indicates generally high levels of work engagement ($M = 3.68$), although it is closer to the range of 2.34 to 3.66. The standard deviations indicated moderate variability, reflecting some heterogeneity in employees' perceptions of engagement. In conclusion, high levels of job engagement indicate that employees maintain bonds of attention, connection, interaction, and positive emotional focus with their work activities, which is important for companies because it is directly related to performance, productivity, and talent retention.

Keywords: Workplace engagement, Employees, Small businesses.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue diagnosticar el nivel de engagement laboral en pequeñas empresas del sur del estado de Veracruz (México) durante el primer semestre de 2024. Se adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo-comparativo y no experimental de corte transversal. El método de muestreo utilizado fue el no probabilístico por conveniencia, con el que se obtuvo una muestra total de 416 colaboradores activos en pequeñas empresas comerciales, industriales y de servicios. El instrumento utilizado para recopilar la información fue un cuestionario compuesto por cuatro dimensiones: atención, conexión, integración y enfoque. La media obtenida permite afirmar la presencia general de niveles altos de engagement laboral ($M = 3.68$), aunque se encuentra más cercano al intervalo de 2.34 a 3.66. Por su parte, las desviaciones estándar indicaron una variabilidad moderada, lo que refleja cierta heterogeneidad en la percepción del engagement entre los colaboradores. En conclusión, los altos niveles de engagement laboral indican que los colaboradores mantienen un vínculo de atención, conexión, interacción y enfoque emocional positivo con sus actividades laborales, lo que es importante para las empresas, ya que está directamente relacionado con el rendimiento, la productividad y la retención del talento.

Palabras clave: Engagement laboral, Colaboradores, Pequeñas empresas.

1. Introducción

Las personas son un elemento fundamental para el éxito empresarial, ya que contribuyen a que las organizaciones alcancen sus objetivos estratégicos con la contribución de sus conocimientos, habilidades y actitudes, lo que permite a las corporaciones diferenciarse del resto del mercado y obtener una ventaja competitiva (Antonio Pacheco et al., 2022). No obstante, lograr un engagement laboral deseable de las personas es un reto para las empresas.

Las investigaciones han demostrado que los colaboradores con un alto nivel de engagement son más apasionados en sus puestos de trabajo, muestran un elevado entusiasmo, tienen un fuerte sentido de pertenencia a la organización, lo que conlleva a obtener mejores resultados y tienen un 83% de probabilidades de tener un alto rendimiento (Contreras Quevedo, 2015).

Otros estudios muestran que las empresas con niveles elevados de engagement aumentaron sus ventas alrededor de un 15% y

disminuyeron el ausentismo laboral en un 70%, por lo que no promoverlo afecta negativamente a la satisfacción de los colaboradores y con ello, el desempeño total de la organización (Bosch et al., 2020).

Arias González (2021), evidenció en su estudio aplicado a 253 analistas de siete empresas del sector financiero en Arequipa, Perú, un nivel alto de engagement laboral (57.7%), seguido de un 11.5% regular y un 30.8% bajo. También se encontró que el hecho de que los analistas de crédito realicen su jornada laboral fuera de las instalaciones de la empresa hace que algunos no se sientan tan comprometidos.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023), en México había 5 millones 541,076 unidades económicas, de las cuales el 98.7% eran micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs).

Al ser el engagement un concepto relativamente nuevo, que se relaciona con un

estado mental positivo, duradero y relacionado con el trabajo, caracterizado por altos niveles de energía, entusiasmo y orgullo por la labor desempeñada, así como una profunda concentración y disfrute en la ejecución de las tareas, que influye favorablemente en el desempeño individual y en la productividad organizacional, es necesario comprender su comportamiento en otros contextos empresariales. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo diagnosticar el nivel de engagement laboral en pequeñas empresas del sur del estado de Veracruz en México, durante el primer semestre de 2024.

Las MiPyMEs cumplen un papel fundamental en la economía y en la generación de empleo de un país; de ahí su relevancia y la necesidad de fomentar su desempeño, ya que inciden directamente en el comportamiento de las economías nacionales. Los criterios para clasificar a las MiPyMEs son diferentes en cada nación, tradicionalmente, se ha utilizado el número de colaboradores (INEGI, 2009). De acuerdo con la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (2023) en México, las pequeñas empresas industriales y de servicios tienen entre 11 a 50 colaboradores y las comerciales de entre 11 a 30.

En el estado de Veracruz se tienen registradas 338,977 pequeñas y medianas empresas (PyMES) en 212 municipios, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2024). Veracruz se localiza en el sur de la República Mexicana, en la parte central de la vertiente del Golfo de México y limita con siete Estados: Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas y Tabasco (Gobierno del Estado de Veracruz, 2024).

Por tanto, investigar el nivel de engagement laboral en empresas veracruzanas no solo contribuye al desarrollo teórico del constructo

en contextos regionales específicos, sino que también aporta evidencia empírica para formular estrategias empresariales y políticas públicas orientadas a fortalecer el capital humano, la productividad y la sostenibilidad de las MiPyMEs en el estado. En consecuencia, esta investigación responde a una necesidad académica y práctica de comprender el compromiso laboral como un factor estructural del desarrollo económico regional.

2. Marco teórico

El análisis del engagement tiene su origen en el estudio del síndrome de Burnout, entendido como la asociación de cansancio emocional crónico y físico, desinterés por el trabajo, baja autorrealización y deshumanización en el bienestar y la atención de los colaboradores. En este sentido, el engagement es lo contrario al Burnout (Vargas Mendoza y Estrada Mejía, 2016), siendo Kahn (1990) quién popularizó este concepto hace tres décadas al definirlo como el aprovechamiento de los colaboradores de una organización en sus puestos de trabajo; dejando claro que las personas se emplean y expresan de manera física, cognitiva y emocional en el desarrollo de sus funciones.

Kahn (1992), planteó cuatro dimensiones del engagement que están relacionadas con el sentimiento de las personas hacia el papel que desempeñan en sus puestos de trabajo como la atención, la conexión, la integración y el enfoque. La atención está relacionada con la conducta del colaborador para mantener un estado de alerta que le permita ser consciente de lo que sucede en su entorno; mientras que, la conexión implica la concatenación y la empatía con los demás colaboradores y, al mismo tiempo, con el trabajo; la integración se relaciona con el uso simultáneo de la cognición, el esfuerzo físico y afectivo hacia el trabajo para alcanzar un objetivo; y el enfoque enfatiza la dedicación hacia la tarea y las personas involucradas (Ossio Sal y Rosas, 2021).

Schaufelie et al. (2002) sostienen que el engagement es un vínculo positivo del colaborador con su trabajo y que está constituido por el vigor, la dedicación y la absorción.

Para Salanova y Schaufeli (2004), el vigor se refiere a los altos niveles de energía mental del colaborador mientras desempeña sus funciones laborales e implica no sentirse fatigado y persistir en las actividades, aunque estas tengan un grado de dificultad. La dedicación, por su parte, hace hincapié en el nivel de entusiasmo por el trabajo y en el orgullo por realizarlo. Finalmente, la absorción la definen como el sentimiento de felicidad del colaborador cuando desarrolla su trabajo, implica dejarse llevar por él y tener dificultades para dejar de trabajar, ya que resulta placentero y percibe que el tiempo pasa volando.

Desde las aportaciones de Quiroz González y Muñoz Jaramillo (2020), el engagement es un estado mental que se experimenta en el ámbito laboral y no es un rasgo personal. Es duradero y se refleja en la energía y la concentración.

En este mismo orden de ideas, para Huamán Cuya y Torres Limascca (2023), el engagement se refiere a un estado mental positivo y de satisfacción relacionado con el trabajo, del que dependen el desempeño laboral y la productividad organizacional. En otras palabras, un aumento del compromiso laboral repercutiría positivamente en el rendimiento organizacional.

Para Espinosa Quispe (2017), la productividad de los colaboradores está directamente relacionada con la rentabilidad de la organización, lo que permite a una empresa obtener una ventaja competitiva mediante la reducción de los costos de operación y la mejora de los productos y/o servicios.

El engagement es relevante para el buen funcionamiento de una organización, ya que, si los colaboradores están comprometidos, es más

probable que estén satisfechos con su trabajo. Por el contrario, cuando el compromiso es bajo, es más probable que estén insatisfechos, que tengan niveles elevados de estrés, bajo estado de ánimo y cansancio (Márquez, 2022).

Para permanecer en un mercado dinámico, las organizaciones demandan colaboradores con vigor, sentido de pertenencia, iniciativa, creatividad y capacidad de adaptación a los cambios del entorno; en otras palabras, compromiso emocional con la ejecución de sus responsabilidades (Gómez Romero et al., 2023).

Según la propuesta de Lorente y Vera (2010) la intervención para fomentar el engagement laboral puede abordarse desde dos perspectivas: la primera, relacionada con las acciones del colaborador y, la segunda, con las implementadas por la organización. Entre las acciones del colaborador se encuentran modificar su conducta para cuidar su mente y su cuerpo mediante actividad física, descanso y meditación, así como poner en práctica sus virtudes. La segunda acción tiene que ver con el cambio de creencias y la capacidad de procesar la información a partir de las percepciones del entorno y el optimismo. La tercera acción es la motivación, que sugiere que los colaboradores tengan claros sus objetivos personales, que sirvan como una fuente de impulso en su día a día. En cuanto a las acciones de la empresa, es importante que los líderes gestionen la diversidad y se aseguren de que las relaciones laborales se basen en la confianza, la capacitación y el desarrollo profesional. Una manera de explorar la presencia del engagement laboral es realizar evaluaciones periódicas mediante diagnósticos de percepción de los colaboradores para generar acciones de intervención que lo fortalezcan.

En este mismo sentido, Álvarez Pérez et al. (2014), sostienen que el diseño de puestos motivadores, que otorga al colaborador una mayor autonomía y diversidad de tareas, fomenta una actitud más entusiasta en el

desempeño de sus funciones. Asimismo, cuando los trabajadores perciben que sus líderes valoran sus aportaciones y se preocupan por su bienestar, incrementan su nivel de engagement laboral.

Así, la cultura organizacional constituye el andamiaje del engagement laboral, dado que, en la planeación estratégica se define la misión, la visión, los valores, las estrategias, las políticas, los programas y los presupuestos de trabajo que pondrán en práctica los directivos y los colaboradores. Según la propuesta de Griffin et al. (2017), la cultura organizacional es un sistema de valores y normas que guían las actitudes y comportamientos de los integrantes de una organización y que influye de manera directa en la forma en que perciben y reaccionan ante su entorno laboral. Para Chiavenato (2019), la cultura organizacional hace referencia a un sistema de creencias, expectativas y valores, así como a una forma de interacción y relaciones característicos de la organización. De acuerdo con Antonio Pacheco et al. (2023), una cultura organizacional, sólida o frágil, puede tener un impacto positivo o negativo en el bienestar de los colaboradores y, en consecuencia, en el desempeño general de la organización.

Una entidad con una cultura saludable es más probable que promueva un nivel elevado de engagement. Esta afirmación es evidenciada con el estudio que realizó Grueso Hinestroza (2014) con colaboradores de una empresa prestadora de servicios de salud de Bogotá (Colombia) en el que se encontraron relaciones entre ambas variables. El estudio desarrollado por Cabrera Ramírez (2023) con colaboradores de una empresa agroindustrial de Puerto Morín (Perú) obtuvo los mismos resultados, así como el análisis realizado por Pérez Tarqui (2024) con servidores públicos del Municipio de Chen Chen (Perú), mostró una correlación positiva muy fuerte con un coeficiente $r=0.806$, concluyendo que, si se fortalece la cultura organizacional, dará como resultado un incremento en el engagement laboral.

3. Materiales y métodos

El proceso de investigación constó de cuatro fases. La primera consistió en revisar la literatura para definir el concepto de engagement laboral. La segunda fue diseñar la investigación, lo que incluyó actividades como bosquejar, adaptar el instrumento para recolectar los datos, establecer hipótesis e identificar a los participantes y definir la estrategia de muestreo. La tercera se centró en aplicar la encuesta en línea a los colaboradores de las pequeñas empresas a través de la herramienta Google Forms, donde se atendieron rigurosamente los principios éticos de la investigación; es decir, el instrumento incluía un apartado inicial de consentimiento informado en el que explicaba el objetivo del estudio, el carácter voluntario de la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento; también se garantizaba la confidencialidad y el anonimato de las respuestas, se evitaba la recopilación de datos personales innecesarios y se desactivaba la captura automática de correos electrónicos. Asimismo, las preguntas se limitaron a información estrictamente pertinente, minimizando cualquier riesgo para los participantes. El acceso a la base de datos se restringió exclusivamente al equipo investigador y se establecieron medidas de salvaguarda y uso responsable de la información para los fines académicos declarados. Al mismo tiempo, el estudio contó con la correspondiente autorización institucional y se garantizó la transparencia en el tratamiento, el análisis y la interpretación de los datos obtenidos. La cuarta y última etapa, consistió en someter los datos recolectados a análisis estadísticos descriptivos e inferenciales con el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 29.0 para comprobar las hipótesis planteadas y realizar un análisis crítico de los resultados.

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo-comparativo y no

experimental de corte transversal (Hernández, et al., 2014). El método de muestreo utilizado fue el no probabilístico por conveniencia, ya que permite seleccionar a los sujetos que acepten participar en el estudio (Otzen y Manterola, 2017). De este modo, se obtuvo una muestra total de 416 colaboradores activos en pequeñas empresas comerciales, industriales y de servicios durante el primer semestre de 2024.

El enfoque descriptivo se basó en la medición del nivel de engagement en los colaboradores, identificando su media general, distribución por niveles (bajo, medio y alto) y su comportamiento por dimensiones, sin manipular las variables ni intervenir en el entorno organizativo.

Por su parte, el enfoque comparativo se justificó porque el estudio no se limitó a describir el nivel general, sino que analizó las diferencias estadísticas entre los grupos definidos por variables sociodemográficas y organizacionales, mediante pruebas inferenciales, lo que implicó un análisis de contraste. Para tal efecto, se establecieron las siguientes hipótesis:

- H1. El nivel de engagement laboral difiere significativamente entre los colaboradores de 18 a 25 años y aquellos de 42 años o más.
- H2. Los colaboradores con más de 11 años de antigüedad presentan un nivel de engagement laboral significativamente mayor que aquellos de 1 a 5 años de antigüedad.
- H3. Los colaboradores de las empresas comerciales presentan un nivel de engagement laboral significativamente diferente con respecto a los de una empresa industrial.

H4. Los colaboradores de las empresas comerciales presentan una diferencia significativa en el engagement laboral con respecto a los de una empresa de servicios.

H5. Los colaboradores de las empresas industriales presentan una diferencia significativa en el engagement laboral con respecto a los de las empresas de servicios.

El instrumento de recopilación de información utilizado fue el operacionalizado y validado por Ossio Sal y Rosas (2021) a partir de la matriz de consistencia con las dimensiones propuestas por Kahn (1990) para evaluar a los empleados en Perú. Dichas dimensiones de análisis son: atención (se es consciente de los propios pensamientos y emociones, así como de las necesidades y sentimientos de las personas con las que se trabaja); conexión (se está conectado o ausente con las tareas, los compañeros y los clientes); integración (se utilizan los recursos físicos, cognitivos y emocionales); y enfoque (el trabajo invita a concentrarse en él y a pasar por alto lo que sucede fuera de él). La primera sección del cuestionario recoge los datos generales de los encuestados tales como el género, la edad, la antigüedad y el giro de la empresa; por su parte, la segunda sección se centra en las dimensiones e ítems propuesto por los autores.

En la Tabla 1, se aprecia el estadístico de fiabilidad del instrumento por dimensiones y de manera general, y se observa que, según la propuesta de George y Mallery (2003), las dimensiones de atención y conexión se encuentran en un intervalo bueno, mientras que las de integración y enfoque se ubican en un intervalo excelente.

Tabla 1. Alfa de Cronbach del instrumento por dimensiones y general.

Dimensiones	Estadísticos de fiabilidad		Total de casos	
	Alfa de Cronbach	N de elementos	Válidos	Excluidos ^a
D1. Atención	0.879	5	416	0
D2. Conexión	0.880	10		
D3. Integración	0.932	9		
D4. Enfoque	0.914	9		
General del instrumento	0.969	33		

^a Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

3. Resultados

El análisis de los datos demográficos del presente estudio mostró que el 63% de los participantes eran del género masculino y el resto, del femenino. Respecto a la edad, la mayor participación correspondió a los que oscilaban entre 26 y 33 años, seguidos de los de 18 a 25 años con un 28%, y, en tercer lugar, los de 34 a 41 años, con un 19%; el resto se

distribuye entre los 42 años o más. La antigüedad de los colaboradores oscilaba principalmente entre uno y tres años (45%), mientras que el 33% tenía entre cuatro y seis años de antigüedad, y el 13% tenía siete y diez años (13%). Respecto al sector de las empresas, el 58% correspondió al sector comercial, el 34% sector servicios y solo el 8% al sector industrial (Tabla 2).

Tabla 2. Datos generales de los encuestados.

Datos generales	Categorías de respuesta	Porcentaje
Género	1) Masculino	63%
	Femenino	37%
Edad	1) 18 a 25 años	28%
	2) 26 a 33 años	34%
	3) 34 a 41 años	19%
	4) 42 años o más	19%
Antigüedad en la empresa	1) Entre 1 a 3 años	45%
	2) Entre 4 a 6 años	33%
	3) Entre 7 a 10 años	13%
	4) 11 años o más	9%
Giro de la empresa	1) Comercial	58%
	2) Industrial	8%
	3) Servicios	34%

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

Para interpretar las medias del engagement laboral, se consideró la categorización de los puntajes y, con ello, la segmentación del rango teórico de la escala de Likert (1-5) en tres intervalos de amplitud uniforme, definidos por los criterios de los investigadores para su interpretación analítica: nivel bajo (1.00–2.33), nivel medio (2.34–3.66) y nivel alto (3.67–5.00). Los resultados muestran que la dimensión

Atención (D1) obtuvo la puntuación media más alta ($M = 3.78$), lo que indica que los participantes tienden a reportar niveles elevados de concentración e involucramiento cognitivo en sus actividades laborales. De manera similar, la dimensión Integración (D3) presentó una puntuación media alta ($M = 3.75$), lo que sugiere una percepción positiva respecto de la cohesión entre las tareas laborales y los objetivos de la

organización. La dimensión Enfoque (D4) alcanzó una media de 3.71, lo que refleja un grado considerable de orientación y claridad hacia las metas laborales. Por su parte, la dimensión Conexión (D2) mostró la media más baja (M = 3.48), lo que evidencia un nivel medio de vínculo emocional y social con el entorno de trabajo (Figura 1).

lo que sugiere que, en general, los participantes presentan niveles altos de engagement laboral, aunque este se encuentre más cercano al intervalo de 2.34 a 3.66. Las desviaciones estándar (D1=.86327, D2=.76380, D3=.82748 y D4=.80329) indican una variabilidad moderada, lo que refleja cierta heterogeneidad en la percepción del engagement entre los colaboradores.

En conjunto, las medias de las dimensiones se encuentran en una escala de entre 3.67 y 5.00,

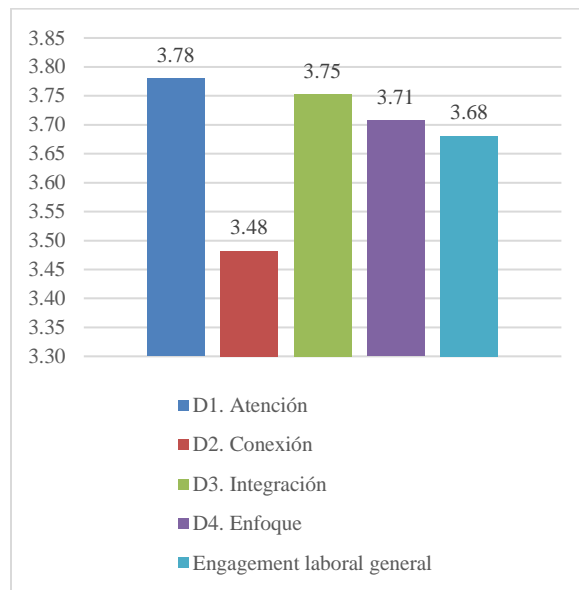


Figura 1. Media por dimensión y general del engagement laboral.
Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

Con el propósito de aplicar los estadísticos inferenciales, los datos se sometieron a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, ya que la muestra constaba de más

de 50 participantes (Berlanga Silvente y Rubio Hurtado, 2012). Como se observa en la Tabla 3, los resultados indican que la variable no sigue una distribución normal.

Tabla 3. Prueba de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Engagement Laboral	.072	416	.000	.957	416	.000

^a Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

Para dar respuesta a las hipótesis de investigación, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (Romero et al., 2013). La elección de esta estadística se basó en que los datos no cumplieran con el supuesto de normalidad.

Al comparar el engagement laboral según la edad, tal y como se enuncia en la H1. El nivel

de engagement laboral difiere significativamente entre los colaboradores de 18 a 25 años y aquellos de 42 años o más; el grupo de mayor edad presentó un rango promedio superior (112.76) respecto al grupo más joven (84.24), lo que evidencia mayores niveles de engagement laboral (Tabla 4).

Tabla 4. Rangos promedio del engagement laboral según edad.

	Edad	N	Rango promedio	Suma de rangos
Engagement laboral	18 a 25 años	115	84.24	9688.00
	42 años o más	75	112.76	8457.00
	Total	190		

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

Se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 18 a 25 años y de 42 años o más ($U = 3\ 018.00$; $Z = -3.494$; $p = .000$) (Tabla 5). El valor del tamaño del efecto indicó una magnitud pequeña ($r = .25$) evidenciando que, si bien la diferencia es estadísticamente significativa, su impacto práctico es reducido (Numiqo, 2025), no obstante, se acepta la H1.

Tabla 5. Estadísticos de contraste de la variable de agrupación: edad.

	Engagement laboral
U de Mann-Whitney	3018.000
W de Wilcoxon	9688.000
Z	-3.494
Sig. asintót. (bilateral)	.000

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

Tabla 6. Rangos promedio del engagement laboral según antigüedad.

	Antigüedad	N	Rango promedio	Suma de rangos
Engagement laboral	Entre 1 a 3 años	191	108.66	20755.00
	11 años o más	37	144.62	5351.00
	Total	228		

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

El contraste inferencial confirmó que esta diferencia es estadísticamente significativa ($U = 2\ 419.00$; $Z = -3.035$; $p = .002$), lo que

El análisis descriptivo basado en rangos puso de manifiesto que los colaboradores con 11 o más años de antigüedad ($n = 37$) obtuvieron una puntuación media más alta (144.62) que los colaboradores entre 1 y 3 años de antigüedad ($n = 191$), cuya puntuación media fue de 108.66 (Tabla 6). Este resultado sugiere que una mayor permanencia en la organización se asocia con niveles más elevados de engagement laboral.

permitió aceptar la H2. Los colaboradores con más de 11 años de antigüedad presentan un nivel de engagement laboral

significativamente mayor que aquellos de 1 a 5 años de antigüedad, lo que permite concluir que existen diferencias significativas en el engagement laboral en función de la antigüedad (Tabla 7), aun cuando el tamaño del efecto fue pequeño ($r = .20$).

Tabla 7. Estadísticos de contraste de la variable de agrupación: antigüedad.

	Engagement laboral
U de Mann-Whitney	2419.000
W de Wilcoxon	20755.000
Z	-3.035
Sig. asintót. (bilateral)	.002

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

El análisis descriptivo basado en rangos mostró que los colaboradores de empresas industriales ($n=24$) presentaron un rango promedio mayor (156.52) que los colaboradores de empresas comerciales ($n = 246$), cuyo rango promedio fue de 133.45 (Tabla 8).

Tabla 8. Rangos promedio del engagement laboral según giro de la empresa.

	Giro de la empresa	N	Rango promedio	Suma de rangos
Engagement laboral	Comercial	246	133.45	32828.50
	Industrial	24	156.52	3756.50
	Total	270		

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

Este resultado sugiere, desde una perspectiva descriptiva, una tendencia hacia mayores niveles de engagement laboral en el sector industrial. No obstante, el contraste inferencial indicó que esta diferencia no es estadísticamente significativa ($U = 2\ 447.50$; $Z = -1.382$; $p = .167$), por lo que se rechaza la H3. Los colaboradores de las empresas comerciales presentan un nivel de engagement laboral significativamente diferente con respecto a los de una empresa industrial (Tabla 9). Este resultado se corrobora con el tamaño del efecto de $r = .08$.

Tabla 9. Estadísticos de contraste de la variable de agrupación: giro de la empresa.

	Engagement laboral
U de Mann-Whitney	2447.500
W de Wilcoxon	32828.500
Z	-1.382
Sig. asintót. (bilateral)	.167

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

El análisis descriptivo basado en rangos mostró que los colaboradores del sector servicios ($n = 146$) presentaron un rango promedio más alto (220.67) que los trabajadores del sector comercial ($n = 246$), cuyo rango promedio fue de 182.15 (Tabla 10). Este resultado sugiere, de manera descriptiva, que los colaboradores de empresas de servicios tienden a mostrar mayores niveles de engagement laboral.

Tabla 10. Rangos promedio del engagement laboral según giro de la empresa.

	Giro de la empresa	N	Rango promedio	Suma de rangos
Engagement laboral	Comercial	246	182.15	44810.00
	Servicios	146	220.67	32218.00
	Total	392		

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

El contraste inferencial confirmó que esta diferencia es estadísticamente significativa ($U=14429.00$; $Z = -3.254$; $p = .001$), lo que permite aceptar la hipótesis H4. Los colaboradores de las empresas comerciales presentan una diferencia significativa en el engagement laboral con respecto a los de una empresa de servicios; lo que permite concluir que existen diferencias significativas en el engagement laboral en función del giro de la empresa (Tabla 11), pese a que el tamaño del efecto fue pequeño ($r = .16$).

Tabla 11. Estadísticos de contraste de la variable de agrupación: giro de la empresa.

	Engagement laboral
U de Mann-Whitney	14429.000
W de Wilcoxon	44810.000
Z	-3.254
Sig. asintót. (bilateral)	.001

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

El análisis descriptivo basado en rangos evidenció que los colaboradores del sector servicios ($n=146$) presentaron un rango medio ligeramente superior (85.95) al observado en el sector industrial ($n = 24$), cuyo rango medio fue de 82.75 (Tabla 12); no obstante, la diferencia entre los rangos promedio es mínima, lo que sugiere niveles muy similares de engagement laboral entre ambos sectores empresariales.

Tabla 12. Rangos promedio del engagement laboral según giro de la empresa.

	Giro de la empresa	N	Rango promedio	Suma de rangos
Engagement laboral	Industrial	24	82.75	1986.00
	Servicios	146	85.95	12549.00
	Total	170		

Fuente: IBM SPSS Statistics versión 29.0.

El contraste inferencial confirmó que dicha diferencia no es estadísticamente significativa ($U = 1686.00$; $Z = -0.295$; $p = .768$) (Tabla 13), por lo que no se rechaza la H5. Los colaboradores de las empresas industriales presentan una diferencia significativa en el engagement laboral con respecto a los de las empresas de servicios. Este resultado indica que no existen diferencias significativas en el engagement laboral atribuibles a los sectores industrial y de servicio en el que se concluye que la edad sí determina el grado de compromiso y de satisfacción laboral de los colaboradores de las empresas latinas, de los sectores económicos de servicios, industria, comercio, educación y salud.

El análisis estadístico confirma que los colaboradores con más de 11 años de antigüedad presentan un nivel de engagement

laboral significativamente mayor que aquellos con entre 1 y 5 años. Este hallazgo resalta la relación entre el tiempo que se lleva en la organización y el compromiso con el trabajo. Parece responder a un proceso de construcción de la identidad organizacional, la acumulación de experiencias positivas y el fortalecimiento del vínculo psicológico con la empresa. Sin embargo, este resultado también puede reflejar una autoselección natural: permanecen quienes ya tienen afinidad con la cultura organizacional. En este sentido, los colaboradores con más años de antigüedad podrían haber desarrollado un mayor compromiso afectivo (vínculo emocional y deseo de permanecer en la organización), compromiso normativo (por deber moral) y/o compromiso de continuidad (estabilidad laboral alcanzada), lo que respaldaría el modelo de Meyer y Allen (1997, como se citó en Montoya, 2014).

La ausencia de una diferencia significativa en el nivel de engagement laboral entre empresas comerciales e industriales, y entre estas y las de servicios, llevó al rechazo de las hipótesis H3 y H5, lo que sugiere que, en el contexto de las pequeñas empresas del sur de Veracruz, el giro empresarial no constituye un factor determinante para el compromiso de los colaboradores, lo cual puede explicarse por las características estructurales compartidas por las pequeñas organizaciones (estructuras jerárquicas reducidas, procesos informales de comunicación, alta proximidad entre directivos y colaboradores, y esquemas de trabajo multifuncionales), independientemente de su sector económico. En este sentido, el tamaño de la organización y la cultura empresarial podrían tener más peso explicativo que la naturaleza del sector productivo.

Desde esta perspectiva, el análisis estadístico también demostró que existe una diferencia significativa en el engagement laboral entre las empresas comerciales y las de servicios, lo que sugiere que ciertos matices sectoriales pueden incidir en la experiencia laboral. Las empresas comerciales suelen estar orientadas a metas a corto plazo y a dinámicas de venta que pueden generar una mayor exigencia emocional y una mayor rotación de personal. En contraste, las empresas de servicios tienden a fomentar interacciones prolongadas y vínculos constantes con los usuarios, lo que puede incidir su resiliencia (Chiñas Valencia et al., 2021). Esto refuerza la idea de que el contexto organizacional influye en la experiencia del colaborador y que el engagement se construye a partir de la cultura de cada organización y del liderazgo, tal y como lo señalan Grueso Hinestroza (2014), Cabrera Ramírez (2023) y Pérez Tarqui (2024) en sus investigaciones.

La media general de las dimensiones, permite determinar que el nivel de engagement

laboral en las pequeñas empresas del sur del estado de Veracruz, se encuentran en un nivel alto, es decir, los colaboradores presentan un vínculo positivo con el trabajo que desempeñan (Schaufelie et al., 2002); sin embargo, en general, es importante fortalecer la gestión de las pequeñas empresas, así como de las micro y medianas en el país, desde el diseño de su planeación estratégica y su estructura organizacional hasta la gestión de políticas públicas que permitan su crecimiento, desarrollo y consolidación.

Entre las investigaciones realizadas en el contexto latinoamericano, los resultados obtenidos se asemejan a los de Arias González (2021), quien evidenció que más del 50% (57.7%) de los colaboradores de siete empresas del sector financiero de Arequipa (Perú) mostraron tener un nivel alto de compromiso laboral. Por su parte, Mora Estrada et al. (2022), considerando a 897 colaboradores peruanos y ecuatorianos, encontraron que las dimensiones, absorción y vigor obtuvieron mayores puntajes, mientras que la dimensión dedicación, aunque tiene un valor menor en los resultados, la diferencia resulta ser poco significativa. Así mismo, Larroche Cueto et al. (2024), en una muestra de 416 colaboradores de empresas comerciales de Lima (Perú), encontraron que predominó un nivel alto de engagement laboral, con un 70% de los colaboradores alcanzando este nivel.

En este sentido, Agurto et al. (2020), evidenciaron a través de un estudio aplicado a 201 colaboradores de una empresa agroexportadora con reconocimiento internacional, que prevalecía un nivel medio de engagement, alcanzando un 62,7%, y que en consecuencia, el 37,3% no fueron alcanzaban un nivel alto, sino uno bajo, lo que los llevó a deducir que la cultura organizacional está relacionada con el nivel de compromiso laboral de los colaboradores; que si bien es cierto, este constructo no se ha

estudiado en la presente investigación, representa una nueva línea de investigación en el contexto veracruzano.

5. Conclusiones

El valor de la media general (3.68) del engagement laboral oscila en la escala de entre 3.67 y 5.00, lo que sugiere que los participantes presentan un promedio alto, pero cercano al medio (2.34 a 3.66). En conclusión, los niveles altos de engagement laboral indican que los colaboradores mantienen un vínculo de atención, conexión, interacción y enfoque emocional positivo con sus actividades laborales. Este hallazgo es especialmente relevante para las empresas, ya que el engagement se vincula directamente con el rendimiento, la productividad y la retención del talento.

En el ámbito de las políticas públicas, estos resultados subrayan la necesidad de que los programas de apoyo a PyMEs en México incorporen la dimensión psicosocial y de gestión del capital humano en sus estrategias de fortalecimiento empresarial. Tradicionalmente, las políticas de fomento se han centrado en el financiamiento, la capacitación técnica y la formalización administrativa. Sin embargo, el engagement laboral surge como un factor determinante para la productividad, la retención del talento y la estabilidad organizacional. Por tanto, es pertinente promover programas gubernamentales que incluyan formación en liderazgo, gestión del clima organizacional y desarrollo de competencias directivas en pequeñas empresas.

En conjunto, estos resultados muestran que, si bien los niveles de engagement laboral son altos, se acerca a la media. No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los hallazgos. En primer lugar, el diseño transversal del estudio impide establecer

relaciones causales entre en engagement y variables como la edad, la antigüedad o el giro empresarial. En segundo lugar, la información se recopiló mediante autopercepción, lo que puede implicar sesgos de deseabilidad social o respuestas influenciadas por el contexto organizacional. Además, el hecho que el estudio se haya realizado en el sur de Veracruz limita la generalización de los resultados a otras regiones o sectores económicos. Por último, aunque el nivel general se ubica en el rango alto (3.67-5.00), su proximidad al nivel medio sugiere la necesidad de análisis más profundos por dimensiones (atención, conexión, integración y enfoque) que permitan identificar áreas específicas de mejora.

A partir de estos resultados, se recomienda realizar estudios longitudinales que permitan observar la evolución del engagement laboral a lo largo del tiempo y su influencia directa en los indicadores rendimiento y productividad. Del mismo modo, sería conveniente ampliar la muestra a otras regiones de Veracruz e incluso del país e incorporar comparaciones entre sectores y tipos de organización. También sería interesante profundizar en el análisis de las distintas dimensiones del engagement y explorar el papel de variables mediadoras o moderadoras, como el liderazgo, el clima organizacional, la cultura empresarial y las condiciones de trabajo. Para concluir, futuras investigaciones podrían beneficiarse de la utilización de metodologías mixtas que integren análisis cuantitativos con entrevistas o grupos focales, lo que permitiría comprender de manera más contextualizada los factores que fortalecen o debilitan el compromiso laboral en las pequeñas empresas.

Referencias

- Agurto Ruiz, K. P., Mogollón García, F. S., y Castillo Chung, L. B. (2020). El papel del engagement ocupacional como alternativa para mejorar la satisfacción laboral de los colaboradores. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 112-119. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1620/1625>
- Álvarez Pérez, D., Castro Casal, C. y Vila Vázquez, G. (2014). Actitudes y engagement en el trabajo como antecedentes del comportamiento altruista. *Revista Venezolana de Gerencia*, 19(65), 23-42. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/11250/11240>
- Antonio Pacheco, B. A., Ordaz Hernández, M. B., y Mis Linares, C. M. (2023). Análisis de la Percepción Sobre la Cultura Organizacional en el AFBG de la Universidad Veracruzana, México. *Revista Activos*, 21(1), 92-113. <https://doi.org/10.15332/25005278.9768>
- Antonio Pacheco, B., Ordaz Hernández, M. B., Mis Linares, C. M., y Osorio Cuello, E. J. (2022). Clima organizacional en docentes de una IES en el Estado de Veracruz, México. *Revista La Nueva Gestión Organizacional*, 7(16), 13-36. <https://uatx.mx/publicaciones/revistas/fcea/RI0712202116.pdf>
- Arias González, J. (2021). Estilos de liderazgo y engagement laboral en analistas de crédito del sector financiero en Arequipa. *Revista Científica de Humanidades y Ciencias Sociales*, 12(1), 9-15. <http://revistas.udh.edu.pe/index.php/udh/article/view/256e>
- Berlanga Silvente, V., y Rubio Hurtado. M. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *REIRE*, 5(2), 101-113. <https://doi.org/10.1344/reire2012.5.2528>
- Bosch, M.J., Paz Riumalló, M. y Morgado, M. (2020). Engagement laboral: el compromiso como recurso. *Centro, trabajo y familia*, 21, 1-8. https://www.ese.cl/ese/site/artic/20210623/asocfile/20210623173433/_21_engagement_laboral.pdf
- Cabrera Ramírez, A. J. (2023). Cultura organizacional y engagement en trabajadores de una empresa agroindustrial en la Libertad, 2022. *Repositorio Digital Institucional Universidad César Vallejo*, 2-70. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111940>
- Chiavenato, I. (2019). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones* (10° ed.). México: McGrawHill. 358-359.
- Chiñas Valencia, J.J., Aguirre Alemán, M.G., Sainz Barajas, M.T.L. y Clara Zafra, M.A. (2021). La resiliencia de las MiPyMEs comerciales y de servicios ante la industria 4.0 en el contexto del COVID-19. Alvarado Lagunas, E., Valencia Sandoval, K. y Rodríguez Medina, O. (Coordinadores). *Retos y dinámicas de las NaMiPyMEs ante la pandemia del COVID-19*. (151-176). Fides Ediciones.
- Contreras Quevedo, C. A. (2015). Determinación del Nivel de Engagement Laboral en Trabajadores de una Planta de Producción de

- Petróleo y Gas Costa Afuera en México. *Ciencia & Trabajo*, 17(52), 37-42.
<https://www.scielo.cl/pdf/cyt/v17n52/art08.pdf>
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas [DENUE] (2024). Lista de Pymes y Empresas en México. <https://pymes.org.mx/municipios.html>
- Espinosa Quispe, J. L. A. (2023). El engagement laboral y su impacto en la productividad en una empresa de servicios. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622703>
- Fernández Poveda, L. F., y Guevara Bedoya, L. M. (2015). Work Engagement y Compromiso Laboral: ¿Es la edad un factor diferenciador? *Revista Interamericana de Psicología Ocupacional*, 34(2), 108-119. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8648364>
- George, D., y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update* (4th ed). Boston: Allyn & Bacon.
- Gobierno del Estado de Veracruz (2024). El Estado de Veracruz. <https://www.veracruz.gob.mx/desarrolloeconomico/el-estado-de-veracruz/>
- Gómez Romero, J. G. I., Rojero Jiménez, R. y Villarreal Solís, F. M. (2023). La cultura y el engagement organizacional: el caso de una institución de educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28), 1-28. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1575>
- Grueso Hinestroza, M. (2014). Valores de la cultura organizacional y su relación con el engagement de los empleados: Estudio exploratorio en una organización de salud. *Revista Investigación y Pensamiento Crítico*, 2(3), 77-91. <https://doi.org/10.17162/riva.v3i1.1264>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Huamán Cuya, A. y Torres Limascca, R. M. (2023). Engagement y desempeño laboral de los trabajadores de un Programa Social en la Unidad Territorial Apurímac. *Puriq*, 5(504), 37-42. <https://doi.org/10.37073/puriq.5.504>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2009). *Micro, Pequeña, Mediana y Gran empresa*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2009/doc/minimonografias/m_pymes.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2023). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463913030.pdf
- Kahn, W. (1990). Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work. *Academy of*

- Management Journal*, 33(4), 692–724.
<https://www.jstor.org/stable/256287>
- Kahn, W. (1992). To be fully there: Psychological presence at work. *Human Relations*, 45(4), 321–349.
<https://doi.org/10.1177/001872679204500402>
- Larroche Cueto, B. A., Saravia Ramos, G. P., Nolzco-Labajos, F.A., Meleán Romero, R. A. y Carhuacho Mendoza, I. M. (2024). Satisfacción laboral y engagement en colaboradores de empresas comerciales de Lima, Perú. *Revista de Ciencia y Tecnología de las Américas*, 49(3), 158-165.
https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2024/03/02_7071_Com_Melean_v49n3_8.pdf
- Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (2023). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación 20-10-2023.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LDCMPME.pdf>
- Lorente, L., y Vera, M. (2010). *Las organizaciones saludables: “El engagement en el trabajo”*. Gestión Práctica de Riesgos Laborales, 73, 16–20.
- Márquez, V. (2022). Engagement y su efecto en el desempeño laboral en la post pandemia en las organizaciones. *Revista de posgrado de la Universidad Bicentenario de Aragua*, 5(2), 1-10.
<https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1575>
- Montoya, E.M. (2014). Validación de la escala de compromiso organizacional de Meyer y Allen en trabajadores de un Contact Center. *Repositorio Digital Institucional Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 1-75.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581494>
- Mora Estrada, O., Guerrero Bejarano, M. A., Manosalvas Vaca, C. A., y Pedraza Lima, M. (2022). Satisfacción laboral y engagement de trabajadores de empresas peruanas y ecuatorianas. *Revista Venezolana De Gerencia*, 27(8), 956-974.
<https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.8.15>
- Numiqo (2025). Prueba U de Mann-Whitney. *Numiqo*.
<https://numiqo.es/tutorial/mann-whitney-u-test>
- Ossio Sal y Rosas, C. E. (2021). Construcción de un instrumento para la medición del engagement laboral. *Repositorio institucional*, 01-155.
<https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/ab406b09-73ed-4fa0-b9d8-117fd1ed77b3>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez Tarqui, M. (2024). Cultura organizacional y engagement laboral de los servidores públicos de una municipalidad. *SCIENDO*, 27(1), 27-30.
<https://doi.org/10.17268/sciendo.2024.004>

- Quiroz González, E. y Muñoz Jaramillo, J. T. (2020). El engagement: una perspectiva desde las organizaciones saludables. *Repositorio de la Universidad Católica de Pereira*, 55-74.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5c88b0c6-f261-48d2-9b9c-fc4b8989f882/content>
- Romero, M., Déniz, A.J. y Meneses, A. (2013). Contraste de Hipótesis Comparación de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba U de Mann-Whitney. *Enfermería del Trabajo*, 6(3), 77-84
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4327647.pdf>
- Salanova, M., y Schaufeli, W. B. (2004). El engagement de los empleados: un reto emergente para la dirección de los recursos humanos. *Estudios Financieros*, 261, 117-118.
<https://doi.org/10.51302/rtss.2004.8859>
- Schaufeli, W. B., Salanova, M., González-Román, V. y Bakker, A. B. (2002). The measurement of engagement and burnout: A two sample confirmatory factor analytic approach. *Journal of Happiness studies*, 3(1), 71-92.
<https://doi.org/10.1023/A:1015630930326>
- Vargas Mendoza, L. M. y Estrada Mejía, W. C. (2016). El engagement: teoría y nociones. *Revista científica de Administración valor agregado*, 3(2), 35-45.
<https://doi.org/10.17162/riva.v3i1.1264>



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Impacto del estrés académico en el comportamiento alimentario universitario: evidencia para el diseño de estrategias institucionales de bienestar

Impact of academic stress on university eating behavior: evidence for the design of institutional well-being strategies

Villanueva-Echavarría, J., Zarza-García, A., Brito-Cruz, T., Sánchez-Domínguez, J., Torres-Zapata, Á.*
 Facultad de Ciencias de Salud, Campus III; Universidad Autónoma del Carmen; C.P. 24153; Ciudad del Carmen, México (<https://orcid.org/0000-0001-6227-4793>, <https://orcid.org/0000-0002-3305-9899>, <https://orcid.org/0000-0002-7030-4187>, <https://orcid.org/0000-0002-6462-0968>, <https://orcid.org/0000-0002-6066-3258>*).
jvillanueva@pampano.unacar.mx; azarza@pampano.unacar.mx; tbrito@pampano.unacar.mx; jsanchez@pampano.unacar.mx; macronutriente@hotmail.com*

Innovación tecnológica: Generación de conocimiento aplicado para el desarrollo de intervenciones en salud y bienestar académico.

Área de aplicación industrial: Educación superior y salud preventiva.

Recibido: 26 junio 2025

Aceptado: 28 enero 2026

Abstract

The study analyzed the influence of academic stress on the eating habits of university students. This was a quantitative, cross-sectional, non-experimental study conducted at two universities in the state of Campeche, Mexico. The sample included 616 students from health-related programs, selected through simple random sampling with prior informed consent. Stress levels were assessed using the PSS-14 scale, while eating behavior was analyzed using a modified version of the CDC-FFQ questionnaire. Data processing included measures of central tendency, Student's t-test, and Pearson's correlation test. The results indicated that 47% of the students reported high levels of stress, with an overall mean of 27.45 points, and that 81% reported eating behaviors that required changes. A low but significant correlation was found between the two variables ($r = 0.115$, $p < 0.001$), indicating the presence of high stress and suboptimal nutrition. This suggests the need to implement comprehensive interventions targeting this student population.

Keywords: Academic stress, Eating behavior, College students, Psychosocial well-being, Comprehensive health.

Resumen

El estudio analizó la influencia del estrés académico en la alimentación de estudiantes universitarios. Se trató de una investigación cuantitativa, transversal y no experimental, realizada en dos universidades del estado de Campeche, México. Con la participación de 616 estudiantes de carreras del área de la salud, seleccionados mediante muestreo aleatorio simple y previo consentimiento informado. El nivel de estrés se evaluó mediante la Escala PSS-14, mientras que el comportamiento alimentario se analizó con una versión modificada del cuestionario CDC-FFQ. El procesamiento de los datos incluyó medidas de tendencia central, prueba t de Student y Pearson. Los resultados indicaron que el 47% de los estudiantes presentó niveles elevados de estrés, con una media general de 27.45 puntos, y que el 81% mostró un comportamiento alimentario que requiere cambios. Se encontró una correlación baja pero significativa entre ambas variables ($r = 0.115$, $p < 0.001$), lo que evidencia la presencia de estrés elevado y una alimentación subóptima. Esto sugiere la necesidad de implementar intervenciones integrales dirigidas a esta población estudiantil.

Palabras clave: Estrés académico, Comportamiento alimentario, Estudiantes universitarios, Bienestar psicosocial, Salud integral

I. Introducción

El entorno universitario es reconocido como una fuente significativa de estrés, especialmente para los estudiantes de carreras vinculadas a la salud, quienes enfrentan largas jornadas académicas que afectan negativamente su alimentación, bienestar físico y desempeño académico. Esta presión se asocia con un incremento en el consumo de alimentos ricos de calorías vacías, lo que favorece el sobrepeso y obesidad, particularmente durante los primeros años de formación profesional (Fernández et al. 2022)¹. La pandemia por COVID-19 exacerbó esta problemática, debido a la transición abrupta hacia la educación virtual en países con limitada experiencia en plataformas digitales, como México y otros países de América Latina, lo que generó estrés adicional, aislamiento y alteraciones en los patrones alimentarios de los estudiantes (Torres et al. 2023)².

El estilo de vida, influido por factores individuales, sociales, económicos y culturales, desempeña un papel crucial en la salud de las personas. La Organización

Mundial de la Salud (OMS) reconoce que no existe un modelo único de vida saludable, ya que variables como la cultura, edad, entorno familiar y nivel socioeconómico condicionan los hábitos de vida (Fernández & Caballero, 2023)³. Particularmente, los estudiantes universitarios, sobre todo aquellos en áreas de ciencias sociales y de la salud, atraviesan una etapa clave para consolidar hábitos saludables, pero también son vulnerables a prácticas nocivas como la omisión de comidas, consumo de alimentos poco nutritivos, sedentarismo y uso de sustancias como alcohol y tabaco. Comprender sus estilos de vida es fundamental para diseñar estrategias de promoción de la salud, dado que estos jóvenes serán futuros responsables de políticas públicas sanitarias (Torres-Zapata et al. 2023)⁴.

El estrés académico se define como una reacción psico-biológica ante situaciones percibidas como amenazantes, cuya intensidad depende de la capacidad individual para interpretarlas y manejar las emociones asociadas, ha mostrado una relación inversa con conductas alimentarias desadaptativas.

Una pobre gestión emocional puede llevar a estrategias de afrontamiento inadecuadas, como el consumo excesivo de alimentos en respuesta a estados emocionales negativos, lo que contribuye al sobrepeso u obesidad (Romero-Romero et al. 2023)⁵. Durante la transición a la adultez, esta problemática se acentúa debido a los altos niveles de presión académica y a la adopción de hábitos poco saludables, como la inactividad física y el consumo frecuente de comida rápida (Torres-Zapata et al. 2021)⁶.

El estrés no solo afecta la salud mental y el estado anímico, sino que también altera los comportamientos relacionados con la salud física, incluyendo la alimentación. Factores como las exigencias del entorno académico, intensificadas por la pandemia y la educación virtual, han impactado negativamente en la motivación, el desempeño y la salud mental; por ello, los estudiantes presentan mayores niveles de ansiedad y conflicto personal (Barazorda et al. 2024)⁷. En este contexto, el estrés se entiende actualmente como un mecanismo adaptativo que, cuando es excesivo, provoca desequilibrios emocionales y físicos, afectando decisiones cotidianas que inciden en el bienestar general (Fernández et al. 2022)¹.

Desde una perspectiva fisiológica, el estrés se refleja en la activación del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, manifestada por el aumento de cortisol, hormona que influye en la regulación del apetito y el metabolismo. En estudiantes universitarios, el estrés académico se relaciona con alteraciones del sueño, incremento del índice de masa corporal y acumulación de grasa abdominal (Castillo & Almanza, 2024)⁸. Sin embargo, los resultados en la literatura son heterogéneos respecto a los niveles de cortisol, posiblemente por diferencias en métodos y contextos específicos. Además, factores psicosociales como el entorno familiar y la participación en actividades

recreativas también modulan la percepción y respuesta al estrés (Ramos et al. 2020)⁹. Mantener hábitos saludables como ejercicio regular, alimentación balanceada y descanso adecuado ayuda a mitigar el impacto del estrés, mientras que su ausencia puede intensificar la respuesta fisiológica negativa, generando un ciclo que afecta aún más el bienestar (Chávez-Mendoza et al. 2021)¹⁰.

La alimentación es un proceso consciente y voluntario esencial para la nutrición y desarrollo humano (Torres-Zapata et al. 2024)¹¹. Sin embargo, factores emocionales y sociales pueden alterar los hábitos alimentarios, contribuyendo al aumento del sobrepeso y la obesidad, condiciones que han incrementado alarmantemente a nivel global, afectando a niños, adolescentes y adultos (Fernández & Caballero, 2023; González, 2021)^{3,12}. En México, entre la población de 20 años y más, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue del 76.2%, con valores similares en mujeres (76.3%) y hombres (76.2%), situación declarada como emergencia sanitaria, donde los estudiantes universitarios muestran síntomas relacionados con fatiga mental y física, ansiedad y depresión, afectando su rendimiento académico y hábitos alimentarios (Soltero et al. 2024)¹³.

La obesidad se caracteriza por una acumulación anormal o excesiva de grasa corporal que resulta dañina para la salud, representa un desafío para la salud pública debido a su asociación con enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión y problemas cardiovasculares. A nivel mundial, la prevalencia de la obesidad se ha triplicado en las últimas décadas y se prevé que alcance al 20% de los adultos para 2026 (Barquera et al., 2024)¹⁴. Aunque existen políticas orientadas a promover hábitos saludables, su efectividad ha sido limitada. Esto puede atribuirse a la complejidad individual para adoptar cambios conductuales y a la

influencia del estrés crónico, el cual puede favorecer un aumento en la ingesta alimentaria, dependiendo de la capacidad emocional de cada persona (Castillo & Almanza, 2024)⁸.

La creciente presión académica y los factores asociados al ambiente universitario, exacerbados por eventos como la pandemia de COVID-19, han generado un aumento significativo en los niveles de estrés percibido entre los estudiantes, afectando no solo su salud mental sino también sus patrones alimentarios. La relación entre estrés académico y conducta alimentaria es compleja y multifactorial, influenciada por la capacidad individual de regulación emocional, factores psicosociales y contextuales (Hunziker et al., 2022)¹⁵. A pesar del interés creciente en esta área, la evidencia es aún limitada, especialmente en cuanto al impacto del estrés agudo y su interacción con variables personales que modulan la respuesta alimentaria en estudiantes sanos.

El objetivo de esta investigación es examinar la asociación entre el estrés de origen académico y los patrones de alimentación en estudiantes universitarios.

2. Materiales y métodos

Se realizó un estudio de carácter cuantitativo, con un diseño transversal no experimental, en dos instituciones de educación superior localizadas en el estado de Campeche, México. El protocolo de investigación fue revisado y avalado por la Comisión de Ética del Cuerpo Académico Nutrición Aplicada y Educación. En cuanto a los principios éticos, se garantizó en todo momento la confidencialidad de la información recopilada, la cual fue empleada exclusivamente con fines académicos y de investigación por el responsable del proyecto. Para salvaguardar la identidad de los

participantes, no se solicitaron datos personales que permitieran su identificación.

La población del estudio estuvo conformada por estudiantes universitarios pertenecientes a licenciaturas del área de la salud en dos facultades de instituciones de educación superior. La selección de los participantes se realizó mediante muestreo aleatorio simple de tipo probabilístico, aplicando la fórmula para poblaciones finitas. Se utilizó un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, lo que resultó en un tamaño de muestra de 616 estudiantes. Para ser incluidos en el estudio, los participantes debían cumplir con los siguientes criterios: estar inscritos oficialmente en el periodo académico febrero – junio de 2025, formar parte de programas educativos relacionados con las ciencias de la salud y manifestar su voluntad de participar a través de la firma del consentimiento informado. Se excluyeron aquellos estudiantes que no contaban con un estatus académico regular, que decidieron no participar o que no completaron adecuadamente los instrumentos de evaluación aplicados.

Para medir los niveles de estrés en los participantes, se aplicó la Escala de Estrés Percibido (PSS-14), un instrumento de autoinforme validado y reconocido por su fiabilidad. Este instrumento obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de 0.84, lo que indica una consistencia interna adecuada. Además, el análisis factorial identificó dos factores principales, con correlaciones satisfactorias entre los ítems que conforman cada uno de ellos. Esta herramienta es frecuentemente empleada en contextos académicos y clínicos debido a su eficacia para evaluar la percepción individual del estrés asociado a las situaciones de la vida cotidiana. Esta escala ha demostrado una sólida validez psicométrica en diversas poblaciones. El instrumento está conformado por 14 preguntas que exploran la frecuencia

con la que el individuo ha experimentado ciertos pensamientos y emociones en el transcurso del último mes. Las respuestas se registran en una escala de tipo Likert con cinco opciones: 0 = nunca, 1 = casi nunca, 2 = de vez en cuando, 3 = a menudo y 4 = muy a menudo. Los reactivos se dividen en dos tipos: positivos y negativos, por lo que se requiere ajustar la puntuación en algunos casos. En particular, los ítems 1, 2, 3, 8, 11, 12 y 14 se califican directamente (de 0 a 4), mientras que los ítems 4, 5, 6, 7, 9, 10 y 13 se puntúan de forma invertida (de 4 a 0). La suma de las puntuaciones individuales da como resultado un puntaje total que puede oscilar entre 0 y 56. Cuanto más alto es el puntaje, mayor es el nivel de estrés percibido por la persona evaluada. De acuerdo con los puntos obtenidos, se consideran los siguientes rangos interpretativos: nivel bajo de estrés (NBE): 0 - 19 puntos, nivel moderado de estrés (NME): entre 20-25 puntos y nivel elevado de estrés (NEE): 26 puntos o más. La aplicación del cuestionario se realizó de forma colectiva en línea, garantizando la confidencialidad de las respuestas (Jorquera-Gutiérrez & Guerra-Díaz, 2023; Puente & Díaz, 2019)^{16,17}.

Para determinar el comportamiento alimentario fue evaluado con la escala Índice de Alimentación Saludable (IAS) versión modificada del cuestionario CDC-FFQ, el cual analiza 10 variables relacionadas con la frecuencia de consumo de alimentos. Las opciones de respuesta incluyeron: consumo diario, de 3 o más veces por semana, pero no diario, de 1 a 2 veces por semana, menos de una vez a la semana, y nunca o casi nunca. La puntuación asignada a los alimentos varió de 10 a 0 para los productos tradicionales e industrializados tradicionales, y de 0 a 10 para los productos industrializados modernos. Con base en las puntuaciones obtenidas, los patrones alimentarios fueron clasificados como “saludables” cuando superaban los 80 puntos, “necesitan cambios” entre 50 y 80, y

“poco saludables” cuando se encontraban por debajo de los 50 puntos (Brito-Cruz et al., 2025; Pérez et al. 2022)^{18,19}.

Con el fin de procesar los datos, se realizaron cálculos de medidas de tendencia central y dispersión correspondientes a las variables incluidas en el estudio. Para establecer comparaciones entre los niveles de estrés académico y los distintos patrones de comportamiento alimentario, se empleó la prueba t de Student para medias emparejadas y varianza desiguales. Adicionalmente, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r) con el objetivo de identificar la relación lineal entre el estrés percibido y las conductas alimentarias, dado que ambas variables son de tipo continuo. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas aquellas con un valor de p menor a 0.05. Todos los procedimientos estadísticos fueron realizados con el programa SPSS versión 25.

III. Resultados y discusión

3.1 Resultados

El estrés afecta la salud física y emocional de los estudiantes, con repercusiones en el comportamiento alimentario, el bienestar y el rendimiento académico (Contreras et al., 2024)²⁰. Analizar su relación con los hábitos alimentarios es fundamental para diseñar estrategias que mejoren la salud integral y el desempeño académico (Torres-Zapata et al. 2023)²¹.

En la Tabla 1 se presentan los resultados descriptivos del nivel de estrés en la población estudiada. La media general fue de 27.45 puntos, lo que indica una tendencia hacia niveles moderados a altos de estrés en la muestra total. Al desagregar por niveles, se observa que el 13% de los participantes se ubicaron en el NBE, con una media de 10.21 y baja dispersión, mientras que el 25% presentó un NME, con una media de 20.73.

La mayoría de los participantes (47%) se concentró en el nivel elevado de estrés (NEE), lo cual sugiere una distribución más amplia en este grupo. La curtosis y la asimetría reflejan formas de distribución distintas entre los grupos, destacando una asimetría positiva y una curtosis elevada en el grupo de mayor estrés, lo que indica una distribución más

sesgada hacia la izquierda y con datos concentrados en los extremos superiores. Estos resultados evidencian que una proporción considerable de los estudiantes presenta niveles elevados de estrés, lo cual representa un factor relevante para considerar en el análisis del bienestar psicosocial de la población.

Tabla 1. Resultados descriptivos del nivel estrés (n = 616).

Estadísticos	Población	NBE (0-19)	NME (20-25)	NEE (26>)
Media	27.45	10.21	20.73	30.30
Error típico	0.25	0.42	0.23	0.20
Mediana	27	9	21	29.5
Moda	27	9	23	27
Desviación estándar	6.28	1.58	2.81	4.29
Varianza de la muestra	39.41	2.49	7.89	18.45
Curtosis	1.29	-1.50	-0.87	3.45
Coefficiente de asimetría	-0.04	0.69	-0.44	1.68
Rango	38	4	9	21
Mínimo	9	9	16	26
Máximo	47	13	25	47
Suma	16908	143	3192	13573
Cuenta	616	14	154	448
%	100	13.00	25	47.00
Nivel de confianza (95.0%)	0.50	0.91	0.45	0.40

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados del PSS-14.

La Tabla 2 presenta los resultados descriptivos del comportamiento alimentario en la población estudiada. La media general fue de 63.13 puntos. La mayoría de los participantes (81%) se ubicó en la categoría NC, con una media de 65.74 puntos, lo que indica que, aunque no presentan patrones alimentarios críticos, sí requieren ajustes para mejorar su salud nutricional. El 16% mostró un comportamiento alimentario PS, con una

media de 43.93 puntos, lo cual representa un grupo de riesgo que podría beneficiarse de intervención especializada. Solo el 3% presentó un comportamiento alimentario S, con una media de 92.25 puntos. Estos datos reflejan una tendencia general hacia hábitos que requieren mejorarse, destacando la necesidad de promover estrategias educativas y preventivas en alimentación saludable.

Tabla 2. Resultados descriptivos del comportamiento alimentario (n = 616).

Estadísticos	Población	PS (<50)	NC (50-80)	S (>80)
Media	63.13	43.93	65.74	92.25
Error típico	0.48	0.60	0.33	1.67
Mediana	65	47.5	67.5	93.75
Moda	67.5	47.5	67.5	82.5
Desviación estándar	11.91	5.99	7.26	7.47
Varianza de la muestra	141.87	35.82	52.77	55.86
Curtosis	0.84	1.49	-0.62	-1.71
Coefficiente de asimetría	-0.22	-1.73	-0.50	-0.31
Rango	70	17.5	27.5	17.5
Mínimo	30	30	50	82.5
Máximo	100	47.5	77.5	100
Suma	38890	4305	32740	1845
Cuenta	616	98	498	20
%	100	16	81	3
Nivel de confianza (95.0%)	0.94	1.20	0.64	3.50

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados del IAS.

La Tabla 3 presenta los resultados del análisis de la relación entre las variables estudiadas.

Tabla 3. Resumen de la relación entre el nivel de estrés y el comportamiento alimentario.

Análisis	Resultado
Media (Estrés)	2.41
Media (Comportamiento alimentario)	1.83
Varianza (Estrés)	0.344
Varianza (Comportamiento alimentario)	0.212
Coefficiente de correlación de Pearson (r)	0.115
Significancia (p)	< 0.001
Prueba t (pareadas)	t = 20.58, p < 0.001
Prueba t (varianzas desiguales)	t = 19.40, p < 0.001
Coefficiente de determinación (R ²)	0.013
ANOVA - F (regresión)	F = 8.19, p = 0.004
Pendiente regresión (β)	0.146 (IC95%: 0.046 – 0.246)

Fuente: Extraído de la base de datos del autor mediante la paquetería de estadística SPSS v. 25.

3.2 Discusión

Los resultados muestran una media moderada en los niveles de estrés entre los estudiantes y un bajo puntaje en comportamientos alimentarios inadecuados, lo que indica que, aunque el estrés está presente en esta población, no todos los individuos manifiestan alteraciones significativas en sus hábitos alimentarios. La correlación positiva, aunque débil ($r = 0.115$; $p < 0.001$), sugiere una tendencia en la que un incremento en el estrés puede estar ligeramente asociado con

cambios negativos en la alimentación, aunque dicha relación no es contundente. Este bajo nivel de asociación también se ve reflejado en el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.013$), lo cual implica que solo un pequeño porcentaje de la variación en los hábitos alimentarios puede ser atribuido al estrés, dejando entrever la influencia de múltiples factores adicionales.

A pesar de la escasa correlación, las diferencias entre las medias de ambas

variables resultaron estadísticamente significativas tanto en la prueba t para muestras relacionadas ($t = 20.58$, $p < 0.001$) como en la prueba con varianzas desiguales ($t = 19.40$, $p < 0.001$). Asimismo, el análisis de regresión indicó que el modelo es significativo ($F = 8.19$, $p = 0.004$), y la pendiente ($\beta = 0.146$; IC95%: 0.046–0.246) refuerza la idea de una influencia modesta pero real del estrés sobre el comportamiento alimentario.

Este resultado coincide parcialmente con investigaciones previas. Hill et al. (2022)²² encontraron que el estrés se asocia con un mayor consumo de alimentos poco saludables y una reducción en la ingesta de alimentos saludables, aunque con un tamaño del efecto pequeño, muy similar al de este estudio. Por su parte, Ramón et al. (2019)²³ observaron una relación significativa entre el estrés y una alimentación inadecuada, asociada también con síntomas de ansiedad y depresión, lo que destaca la importancia de intervenir simultáneamente en hábitos alimentarios y salud mental. Del mismo modo, Medina et al. (2022)²⁴ evidenciaron asociaciones entre niveles de estrés y el consumo de diversos tipos de alimentos, mostrando cómo la alimentación puede convertirse en una vía de respuesta ante factores emocionales.

Por otra parte, Cortés et al. (2018)²⁵ resaltan la implicación del eje cortisol–estrés en la regulación de la ingesta, lo cual contribuye a entender la posible base fisiológica de estas alteraciones conductuales. Hunziker et al. (2022)¹⁵ por su parte, enfatizan que los estudiantes con estrés presentan mayor propensión a adherirse a patrones alimentarios no saludables, lo cual incrementa su riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. De manera similar, Contreras et al. (2024)²⁰ encontraron que una parte significativa de la población estudiantil ya presenta señales de estrés relacionado con exigencias académicas, y que este factor

puede repercutir en la distribución de grasa corporal y, por tanto, en el estado nutricional.

En contraste con estudios que reportan una asociación más fuerte entre estas variables (Cortes et al. 2018)²⁵, los resultados del presente estudio sugieren una influencia más moderada del estrés sobre la alimentación, lo que podría explicarse por diferencias contextuales en el entorno académico, la disponibilidad de redes de apoyo, o los mecanismos personales de afrontamiento de los estudiantes.

Aunque la relación entre estrés y comportamiento alimentario detectada es débil, su significancia estadística y coincidencia parcial con otros estudios evidencian que el estrés debe ser considerado una variable psicosocial relevante dentro del análisis del estado nutricional de los estudiantes. Se recomienda ampliar este tipo de investigaciones incorporando otras variables clave como la ansiedad, la autoestima, la calidad del sueño, la actividad física y el entorno familiar, con el fin de abordar integralmente los determinantes de la salud mental y alimentaria en contextos educativos.

Una de las limitaciones de este estudio es su diseño transversal, el cual no permite determinar relaciones causales. Además, se utilizó información obtenida mediante autoinformes que pueden generar sesgos, y no se consideraron variables clínicas relevantes como enfermedades crónicas o mentales. Se sugiere realizar estudios longitudinales, incluir indicadores de salud específicos y emplear métodos mixtos para profundizar en la relación entre estrés y los efectos del comportamiento alimentario en estudiantes universitarios del área de la salud.

VI. Conclusiones

El presente estudio permitió identificar que una proporción significativa de estudiantes presenta niveles elevados de estrés, mientras que la mayoría muestra comportamientos alimentarios que, si bien no son críticos, requieren mejoras. La correlación entre el nivel de estrés y el comportamiento alimentario fue positiva pero débil, aunque estadísticamente significativa, lo cual sugiere que el estrés ejerce una influencia modesta, reflejada principalmente en la irregularidad de los tiempos de comida, una mayor preferencia por alimentos de bajo valor nutricional y cambios en la cantidad de alimentos consumidos, sobre los hábitos alimentarios en esta población.

Estos resultados, en línea con investigaciones previas, indican que el estrés académico puede incidir en la calidad de la alimentación, aunque su impacto no es determinante por sí solo, dado que múltiples factores adicionales influyen en la conducta alimentaria. Aun así, la evidencia obtenida refuerza la necesidad de considerar al estrés como una variable psicosocial relevante en el análisis del bienestar estudiantil, y destaca la relevancia de desarrollar estrategias integrales para la prevención y el fomento de la salud mental y nutricional en los espacios educativos.

V. Agradecimientos

Agradecemos a los estudiantes, docentes y personal administrativo de las instituciones educativas que colaboraron en el presente estudio por las facilidades brindadas para la realización del estudio, así como al Cuerpo Académico de Nutrición Aplicada y Educación por su valioso apoyo metodológico.

VI. Referencias bibliográficas

1. Fernández, D., Barrios, L., Viveros, G., Espinola, R., González, G., Martínez, G., & Méndez, J. (2022). Hábitos alimentarios y estrés académico en estudiantes

universitarios durante la pandemia del COVID-19, Paraguay 2021. *Revista chilena de nutrición*, 49(5), 616-624. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000600616>

2. Torres-Zapata, Á., Acuña-Lara, J., Rivera-Domínguez, J., & Brito-Cruz, T. (2024). Transición de la educación presencial a online: explorando su influencia en la deserción escolar. *RIIT: Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 11(66), 67-75. https://riit.com.mx/apps/site/idem.php?module=Catalog&action=ViewItem&id=6671&tem_id=85592

3. Fernández, Y., & Caballero, A. (2023). Análisis del estilo de vida de los estudiantes universitarios ecuatorianos. *Revista San Gregorio*, 1(53), 97-126. <https://doi.org/10.36097/rsan.v0i53.2211>

4. Torres-Zapata, Á., Calderón-Morales, K., Hernández-Montejo, J., Villanueva-Echavarría, J., & Brito-Cruz, T. (2023a). Estilos de aprendizaje influyentes para el desarrollo de las prácticas clínicas, en estudiantes universitarios del área de la salud. *Conrado*, 19(91), 54-61. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442023000200054

5. Romero-Romero, E., Ortega-Gómez, E., Mejía, A., & Salado-Castillo, R. (2023). Relación estrés académico, inteligencia emocional y conducta alimentaria en estudiantes universitarios. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 11(2), 28-32. <https://doi.org/10.37387/ipc.v11i2.347>

6. Torres-Zapata, Á., Zapata-Gerónimo, D., Brito-Cruz, T., & Moguel-Ceballos, J. (2021). Nutritional and educational intervention to reduce malnutrition due to excess in university students. *Horizonte*

- Sanitario, 20(3), 369–373.
<https://doi.org/10.19136/hs.a20n3.4152>
7. Barazorda, E., Angulo, G., Huertas, R., Torres, N., & Guerrero, A. (2024). Estrés académico en la conducta de salud en estudiantes universitarios de Lima Metropolitana. *Revista San Gregorio*, 1(58), 78–86.
<https://doi.org/10.36097/rsan.v1i58.2508>
8. Castillo, O., & Almanza Sepúlveda, M. (2024). Efecto de los hábitos sobre el estrés percibido y fisiológico en estudiantes universitarios antes y durante exámenes. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 24(2), 29-01-2025.
<http://revistaneurociencias.com/index.php/RNN/article/view/467/389>
9. Ramos, V., Caudillo, L., Roca, J., Hernández, M., Barbosa, G., & García, M. (2020). Correlación entre estrés, niveles de cortisol y estrategias de afrontamiento en pacientes con cáncer sometidos a tratamiento. *Enfermería Global*, 19(60), 196–219.
<https://doi.org/10.6018/eglobal.410951>
10. Chávez-Mendoza, K., Camino-Belizario, M., Calle, C., Villalba-Condori, K., Vinelli-Arzuabiaga, D., & Mejía, C. (2021). Asociación entre estado nutricional, estilo de vida y estrés académico en estudiantes universitarios: un caso de estudio. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 41(4).
<https://doi.org/10.12873/414chavez-mendoza>
11. Torres-Zapata, Á., Zapata-García, D., Zarza-García, A., Moguel-Ceballos, J., & Brito-Cruz, T. (2024). La salud nutricional en escolares de Ciudad del Carmen, México: implicaciones para educación alimentaria. *Revista E Ibn Sina*, 15(1), 41–57.
<https://doi.org/10.48777/ibnsina.v15i1.2168>
12. González, M. (2021). La obesidad se define como una acumulación excesiva o anormal de grasa corporal. *Ansiedad y Estrés*, 27, 160–171.
<https://doi.org/10.5093/anyes2021a21>
13. Soltero, S., Cruz, N., Aguilera, J., & Guevara, M. (2024). Estrés académico e índice de masa corporal en estudiantes universitarios del sector salud. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, XII (Edición Especial).
<https://doi.org/10.46377/dilemas.v12i.4444>
14. Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Oviedo-Solís, C., Rodríguez-Ramírez, S., Monterrubio-Flores, E., Trejo-Valdivia, B., et al. (2024). Obesidad en adultos. *Salud Pública de México*, 66(4), 414–424.
<https://doi.org/10.21149/15863>
15. Hunziker, C., Guerra, J., Barrionuevo, Y., Ledesma, D., & Dávila, A. (2022). Relación entre nivel de estrés y hábitos de consumo alimentario en la población adulta de Villa María, 2020/2021. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba*, 79(Supl. JIC XXIII).
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/med/article/view/39057>
16. Jorquera-Gutiérrez, R., & Guerra-Díaz, F. (2023). Análisis psicométrico de la Escala de Estrés Percibido (PSS-14 y PSS-10) en un grupo de docentes de Copiapó, Chile. *Liberabit*, 29(1), e683.
<https://ojs3.revistaliberabit.com/index.php/Liberabit/article/view/683>
17. Puentes, L., & Díaz, A. (2019). Fiabilidad y validez de constructo de la Escala de Estrés Percibido en estudiantes de Medicina. *Revista Ciencias Médicas*, 23(3), 373–379.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_ext&pid=S1561-31942019000300373

18. Brito-Cruz, T., Torres-Zapata, Á., Acuña-Lara, J., Castillo, S., & Zarza-García, A. (2025). Alimentación y rendimiento académico: Un estudio en universitarios estudiantes de nutrición. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 12(3), 1–15. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v12i3.4647>
19. Pérez, A., Estrada, C., Cruz, T., Acevedo, G., & Torres, Á. (2022). Asociación del índice de alimentación saludable con los estilos de aprendizaje en adultos de 20 a 40 años. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 503–508. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200503
20. Contreras, C., Carranza, J., Pérez, X., Martínez, A., Salinas, A., & Ramírez, L. (2024). Influencia del estrés académico en el estado nutricional y conductas alimentarias de los estudiantes del COBAEZ, Zacatecas. *CiNTEB: Ciencia, Nutrición, Terapéutica y Bioética*, 4(8), 23–32. <https://doi.org/10.71598/cinteb.v4i8.3076>
21. Torres-Zapata, Á., Torres-Zapata, A., Acuña-Lara, J., Moguel-Ceballos, J., & Brito-Cruz, T. (2023b). Burnout, estrés y autoestima sobre el rendimiento académico en universitarios del área de la salud. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 3(1), 47–60. <https://doi.org/10.58594/rtest.v3i1.63>
22. Hill, D., Conner, M., Clancy, F., Moss, R., Wilding, S., Bristow, M., et al. (2022). Stress and eating behaviours in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Health Psychology Review*, 16(2), 280–304. <https://doi.org/10.1080/17437199.2021.1923406>
23. Ramón, E., Martínez, B., Granada, J., Echániz, E., Pellicer, B., Juárez, R., et al. (2019). Conducta alimentaria y su relación con el estrés, la ansiedad, la depresión y el insomnio en estudiantes universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 36(6), 1339–1345. <https://doi.org/10.20960/nh.02641>
24. Medina, L., Cáceres, C., & Medina, M. (2022). Conductas alimentarias y actividad física asociadas a estrés, ansiedad y depresión durante la pandemia COVID-19. *MHSalud*, 19(2), 64–81. <https://doi.org/10.15359/mhs.19-2.6>
25. Cortés, C., Escobar, A., Cebada, J., Soto, G., & Bilbao, T. (2018). Estrés y cortisol: implicaciones en la ingesta de alimento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 37(3). <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibicle/view/135>



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Procrastinación académica en estudiantes universitarios: análisis factorial de sus dimensiones y diseño de una app de apoyo basada en autorregulación

Academic Procrastination in University Students: Factorial Analysis of its Dimensions and a Self-Regulation-Based Intervention

Barradas-Arenas, U.D.*; Vazquez-Aragón. M.R., Pérez-Cruz, J.A., Cocón-Juárez, J.F., Juarez-de la Cruz, G.

Universidad Autónoma del Carmen Campeche – México. (Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7122-6582>*; <https://orcid.org/0000-0002-4570-2546>; <https://orcid.org/0000-0002-9403-6519>; <https://orcid.org/0000-0002-6932-683X>; <https://orcid.org/0009-0000-8325-1750>).

ubarradas@pampano.unacar.mx*; mvazquez@pampano.unacar.mx; japacruz@pampano.unacar.mx; jcocon@pampano.unacar.mx; 191790@mail.unacar.mx

Innovación tecnológica: Vincular un análisis psicométrico riguroso con una intervención tecnológica aplicada, creando un puente entre la investigación educativa y la práctica digital.

Área de aplicación industrial: Herramientas digitales que favorecen el entorno educativo.

Recibido: 23 octubre 2025

Aceptado: 6 marzo 2026

Abstract

This study addresses academic procrastination among students at the Universidad Autónoma del Carmen, México, a phenomenon that negatively affects academic performance and student well-being. In a quantitative, correlational, cross-sectional study using factor analysis, four dimensions associated with procrastination were identified: goals and priorities, management elements, disorganization, and control. The results highlight the importance of self-regulation, planning, and organizational skills as key components for understanding academic procrastination behaviors and guiding support strategies.

Based on these findings, the mobile application “Hazloo” was designed and developed as a digital support tool for task and time management, aligned with the identified dimensions. Usability testing yielded positive ratings for ease of use and activity organization, while also identifying areas for improvement related to visual design and error prevention. In conclusion, this study provides evidence on the dimensional structure of academic procrastination and presents the design of a technological solution intended to support self-regulation and the organization of academic work; future research should evaluate its effectiveness using pretest–posttest designs and comparison groups.

Keywords: Higher education; Time management; Self-regulation; Academic procrastination; Mobile application.

Resumen

Esta investigación aborda el problema de la procrastinación académica en estudiantes de la Universidad Autónoma del Carmen, México, fenómeno que repercute de manera adversa en el desempeño y el bienestar estudiantil. Se realizó un estudio cuantitativo, correlacional y transversal mediante un análisis factorial, se identificaron cuatro dimensiones asociadas con la procrastinación: metas y prioridades, elementos de gestión, desorganización y control. Los resultados destacan la relevancia de la autorregulación, la planificación y las capacidades organizativas como componentes clave para comprender la postergación de actividades académicas y orientar estrategias de apoyo.

Con base en estos hallazgos, se diseñó y desarrolló la aplicación móvil “Hazloo” como una herramienta digital de apoyo para la gestión de tareas y la administración del tiempo, alineada a las dimensiones identificadas. Las pruebas de usabilidad evidenciaron una valoración positiva en la facilidad de uso y en la organización de actividades, aunque se identificaron áreas de mejora relacionadas con el diseño visual y la prevención de errores. En conclusión, el estudio aporta evidencia sobre la estructura dimensional de la procrastinación académica y presenta el diseño de una solución tecnológica orientada a apoyar la autorregulación y la organización del trabajo académico; se sugiere como línea futura evaluar su efectividad mediante diseños pretest–postest y grupos de comparación.

Palabras clave: Educación superior; Gestión del tiempo; Autorregulación; Procrastinación académica; Aplicación móvil.

Introducción

Dentro de la Universidad Autónoma del Carmen se observó con base en los resultados del instrumento el 43% de la población estudiantil demora de manera innecesaria en la terminación de sus trabajos en más de una ocasión. A su vez, el 35.5% pospone el comienzo de alguna actividad por el hecho de que no le gusta hacerla, aunque esta sea necesaria, el 35.5% algunas veces espera el último día para entregar sus actividades mientras que el 27.1% por lo general, se excusa para no realizar alguna actividad. Por lo tanto, se puede observar que existe una problemática alarmante dentro de la comunidad universitaria con la administración de sus tiempos que, conlleva desde la reprobación hasta la deserción en el peor de los casos.

A su vez, no existe ningún tipo de orientación o capacitación para los estudiantes que pueda

servir como soporte de las consecuencias que tiene en su desempeño la postergación de tiempo y en su caso de implementarla sería demasiado complicado cubrir por completo a la comunidad universitaria, por lo cual, se requiere dar una solución práctica que pueda disminuir de manera confiable los índices de procrastinación.

Por tanto, el presente trabajo de investigación propone el diseño y desarrollo de una aplicación móvil de apoyo, orientada a favorecer la autorregulación, la organización de tareas y la gestión del tiempo en la comunidad estudiantil. El diseño de la aplicación se fundamenta en los resultados obtenidos mediante la aplicación de un instrumento construido y validado con base en las problemáticas identificadas en la muestra de estudiantes. En particular, la propuesta tecnológica se estructura para atender cuatro dimensiones vinculadas con la

procrastinación académica: metas y prioridades, elementos de gestión, desorganización y control, las cuales orientan la definición de funcionalidades, recomendaciones y recursos de apoyo dentro de la aplicación “Hazloo”.

Tendencias universitarias de procrastinación

La procrastinación académica es el retraso en completar tareas o actividades dirigidas por el maestro, existen dos tipos de procrastinación, la primera es pasiva, se refiere a posponer las tareas hasta el último momento, lo que puede llevar a sentimientos de culpa, estrés y baja calidad en el trabajo realizado (Suárez & Feliciano-García, 2020). En contraste, la procrastinación activa implica retrasar las tareas de forma intencionada para realizarlas de manera más eficaz.

En el ámbito educativo se ha prestado especial atención a la relación entre la autogestión y la procrastinación académica. Se encontró que la autogestión, que incluye la capacidad de planificar, organizar y gestionar el propio aprendizaje, estaba relacionada negativamente con la procrastinación, definida como un retraso indebido en las tareas o actividades académicas. Los estudiantes que están menos orientados a sí mismos pueden tener más probabilidades de posponer las cosas, lo que puede afectar negativamente su rendimiento académico y su bienestar general (Zambrano R. et al., 2022).

Las investigaciones muestran que mientras más jóvenes tienden a mostrar niveles más altos de procrastinación que los mayores, la procrastinación académica tiende a disminuir a medida que avanzan en sus cursos académicos (Mastrantonio et al., 2023). Este patrón sugiere que los más jóvenes pueden ser más susceptibles a tendencias de procrastinación, lo que puede atribuirse a

factores como las habilidades de gestión del tiempo, la madurez y las habilidades de autorregulación.

La orientación a los objetivos académicos puede influir en la percepción del estrés de los estudiantes y la respuesta a las demandas académicas, es fundamental considerar estos aspectos al desarrollar estrategias para promover la salud mental entre los estudiantes universitarios (González et al., 2017). A su vez, la ansiedad ante los exámenes es una de las principales razones por las que los estudiantes posponen las cosas. Esta ansiedad provoca graves retrasos en la realización de las tareas académicas, los estudiantes de modalidad a distancia presentaban una mayor frecuencia de procrastinación, posiblemente debido a la falta de tiempo disponible para el estudio, ya que muchos de ellos también trabajaban o tenían responsabilidades familiares (Gómez et al., 2023).

La relación entre la adicción a las redes sociales y la procrastinación académica en adolescentes es muy alta, de acuerdo con estudios como el de (Ramos-Galarza et al., 2017) afirman que desde el confinamiento por el COVID-19 ha generado una alteración en el desarrollo psicoemocional de los estudiantes de secundaria, reflejándose en actividades placenteras que pueden convertirse en una adicción, que afecta negativamente los niveles de aprendizaje debido al comportamiento postergacionista y la falta de autorregulación académica. El estudio resalta la importancia de abordar de manera efectiva la adicción a las redes sociales y la procrastinación académica en los adolescentes durante situaciones de confinamiento, con el fin de promover un desarrollo educativo óptimo y prevenir posibles impactos negativos en el aprendizaje de los estudiantes.

Aplicaciones de apoyo contra la procrastinación

Para el caso de la gestión de tareas y organización existe *Todoist*, que es una herramienta de gestión de tareas disponible en múltiples plataformas, incluidas iOS, Android, macOS, Windows y la web. Su diseño es intuitivo y flexible, permitiendo a los usuarios realizar tareas personales y profesionales. Es una herramienta de productividad y gestión de tareas versátil y poderosa. Su capacidad para organizar tareas, priorizar, colaborar en proyectos y proporcionar recordatorios lo convierte en un programa eficaz para combatir la procrastinación y aumentar la productividad personal y profesional.

Otra aplicación que funciona de manera eficiente en la gestión de tareas es *Microsoft To Do*, es una aplicación de gestión de tareas que ayuda a los usuarios a organizar su día a día, planificar tareas y proyectos, y mejorar la productividad. Está diseñada para ser simple e intuitiva, permitiendo a los usuarios concentrarse en lo que es más importante. Es una herramienta efectiva para la gestión de tareas y la productividad. Sus características, como la creación de tareas, recordatorios, integración con Outlook y la capacidad de compartir listas, la convierten en una aplicación versátil para combatir la procrastinación y mejorar la eficiencia tanto en el ámbito personal como profesional.

A su vez, *Any.do* también es una aplicación de gestión de tareas y productividad diseñada para ayudar a los usuarios a organizar sus tareas diarias, planificar proyectos, y mejorar la eficiencia en su vida personal y profesional (Eckert et al., 2016). Esta herramienta es conocida por su interfaz intuitiva y sus múltiples funciones que facilitan la planificación y ejecución de tareas.

Focus Booster es una aplicación diseñada para mejorar la productividad personal utilizando la técnica Pomodoro, una metodología de gestión del tiempo que promueve el trabajo en intervalos cortos y cronometrados con descansos regulares (Day et al., 2000). Esta herramienta está orientada a ayudar a los usuarios a mantener el enfoque, reducir la procrastinación y optimizar su tiempo de trabajo.

Para la motivación y recompensas *Forest* es una aplicación de productividad que utiliza un enfoque innovador para ayudar a los usuarios a combatir la procrastinación y mejorar su enfoque mediante el uso de elementos de gamificación. *Forest* se basa en la técnica Pomodoro y combina la gestión del tiempo con una experiencia interactiva y motivadora.

Freedom es una aplicación de bloqueo de distracciones que ayuda a los usuarios a aumentar su productividad al restringir el acceso a sitios web y aplicaciones que causan distracciones durante periodos de tiempo programados. Esta herramienta es ideal para estudiantes, profesionales y cualquier persona que desee mejorar su enfoque y eficiencia en sus tareas diarias (Amoke et al., 2021).

Reminders es la aplicación nativa de recordatorios de Apple, disponible en dispositivos iOS, macOS, watchOS y a través de iCloud en la web. Esta aplicación está diseñada para ayudar a los usuarios a gestionar tareas, establecer recordatorios y organizar su tiempo de manera eficiente. *Reminders* es conocida por su simplicidad, integración con el ecosistema de Apple y facilidad de uso (Abuhmaid & Abood, 2020).

Para Alhasani & Orji, (2022) basan su estudio en la gestión del estrés en estudiantes de educación superior, mediante la construcción de la aplicación SortOut, en esta se gestiona el estrés de manera persuasiva a través de

diversas características y estrategias entre las cuales incluye la organización de tareas, establecimiento de objetivos y recordatorios, recompensas gamificadas, seguimiento del progreso, a su vez, permite a los usuarios interactuar con otros y aprender nuevas estrategias organizativas, lo que puede fomentar un sentido de apoyo y pertenencia, así como el intercambio de ideas para gestionar el estrés de manera efectiva.

Otro factor asociado con altos niveles de procrastinación es la ansiedad. De acuerdo con Roxanne et al. (2022), en el estudio sobre la aplicación Intellect se observó que una mayor interacción con la app de salud se relaciona con mejores resultados en ansiedad y depresión; además, dicha relación estuvo completamente mediada por la mentalidad psicológica. En consecuencia, aunque ambos grupos presentaron mejoras en salud mental, el grupo de intervención que utilizó Intellect mostró beneficios sostenidos en la reducción de la ansiedad y la depresión.

Metodología

Para esta investigación se realizó un estudio de tipo cuantitativo, correlacional y transversal con, la muestra fue no probabilística por conveniencia y estuvo integrada por 234 estudiantes universitarios 45% mujeres y 55% hombres, para el análisis factorial exploratorio y confirmatorio en estudiantes de la Universidad Autónoma del

Carmen, con ubicación en ciudad del Carmen, Campeche, México.

El estudio se realizó en la Universidad Autónoma del Carmen, ubicada en Ciudad del Carmen, Campeche. El municipio presenta características de zona urbana con servicios, transporte y acceso a conectividad y una economía regional con variaciones asociadas a zona económica petrolera. Estas condiciones pueden influir en la organización del tiempo y la autorregulación académica, debido a factores como desplazamientos, disponibilidad de recursos tecnológicos y presiones económicas.

En consecuencia, el estudio corresponde a un análisis institucional (caso único), por lo que la inferencia se limita a este contexto y se recomienda cautela para la generalización a otras universidades, en ella participaron estudiantes de las facultades de Ciencias de la Información, Educación y Económicas Administrativas que cursan el primer semestre, la muestra es representativa para realizar el análisis exploratorio y confirmatorio (Gravini Donado et al., 2021a).

Se explicó a los estudiantes el objetivo del trabajo de investigación y se garantizó la confidencialidad de la información, se retomaron las dimensiones del instrumento de Roblero (2020), como se muestra en la Tabla 1 con un total de 34 ítems basados en la escala de Likert que van de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

Tabla 1. Dimensiones del instrumento.

DIMENSIONES	ÍTEMES
OBJETIVOS Y PRIORIDADES	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
ELEMENTOS DE GESTIÓN	13,14,15,16,17,18,19
DESORGANIZACIÓN	20,21,22,23,24,25,26
CONTROL	27,28,29,30,31,32,33,34

Fuente. Creación propia.

La validez del instrumento se llevó a cabo mediante el juicio de expertos con las técnicas estadística V-Aiken, que mide la suficiencia,

calidad, coherencia y relevancia de los ítems. El instrumento fue validado por cuatro expertos del cual se obtuvo una confiabilidad

del instrumento de 0.83, en la Tabla 2 se muestra la confiabilidad que se obtuvo por dimensión.

Tabla 2. *V-Aiken por dimensión.*

SUFICIENCIA	CLARIDAD	COHERENCIA	RELEVANCIA
0.82	0.85	0.83	0.85

Fuente. Creación propia.

Para la validación del instrumento se utilizó el software IBM SPSS en la versión 25, para el análisis de fiabilidad de Alfa de Cronbach (Bastarrachea Rodríguez et al., 2023), que se muestra en la Tabla 3, para cada una de las dimensiones y para el instrumento total, *D1* hace referencia a los objetivos y prioridades, *D2* a los elementos de gestión, *D3* la desorganización, *D4* el control y el total del instrumento como *DT*.

Tabla 3. *Análisis de fiabilidad.*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
D1 .836	12
D2 .751	7
D3 .621	7
D4 .737	9
DT .910	34

Fuente. Creación propia.

De acuerdo con los resultados del análisis de confiabilidad (Gravini Donado et al., 2021b), se realizó el análisis estructural exploratorio (AFE), que permite generar estructuras de modelos teóricos considerando en el número de factores y la relación entre éstos (González-Peiteado et al., 2017). De acuerdo con la prueba KMO y Bartlett, el elemento de Kaiser obtuvo un resultado de 0.853. Fueron seleccionados los reactivos que tuvieron una carga factorial mayor a 0.30 mediante el método de selección de análisis en paralelo (Inman et al., 2020).

Análisis factorial exploratorio.

El análisis factorial arrojó que los ítems se encuentran agrupados dentro de cuatro factores; se suprimieron los ítems 9, 17, 18 y

34, ya que no presentaron una carga factorial significativa (Vázquez González et al., 2021). Las cuatro dimensiones presentan una correlación positiva significativa entre ellas (Aguilar-Esteva et al., 2021), que se muestra en la matriz de correlación de Pearson entre los factores que van desde 0.599 hasta 0.653. El análisis indica que, si los estudiantes establecen objetivos claros y controlan sus actividades, éstos pueden evitar la mala desorganización y ocupar sus tiempos muertos de manera productiva.

Análisis factorial confirmatorio.

Se aplicó nuevamente el instrumento en una muestra homogénea, se asignó una numeración consecutiva a cada uno de los ítems para una mejor organización de la información para realizar el análisis confirmatorio (Morcillo-Martínez et al., 2021). Éste se realizó con el software Amos versión 25 mediante la correlación de las cuatro dimensiones.

Se busca un índice de bondad de ajuste global (GFI), ajuste global corregido (AGFI), raíz de residuo cuadrado geométrico (SRMR), índice de ajuste comparativo (CFI), incremental de Tucker-Lewis (TLI), ajuste normalizado (NFI) entre 0.80 y 1, la raíz cuadrada media del error de aproximación (RMSE) en 0.05 – 0.08. Se realizó la correlación de los ítems con mayor valor dentro de la modificación de índices (Tabla 4); el índice de ajuste con los ítems que mostraron una correlación dentro de cada dimensión que tiene un M.I alto acercaron el modelo al ajuste absoluto esperado.

De acuerdo con la supresión realizada de los ítems, se observa un incremento en los niveles recomendados por la literatura dentro de cada uno de los índices de ajuste. (BOLLEN &

LONG, 1992) mencionan que el GFI por encima de .8 es óptimo, a su vez, (Bentler & Bonett, 1980) mencionan que el NFI se aproxima a .8 también refuerza los índices del modelo.

Tabla 4. Índice de ajuste esperado.

ÍNDICE DE AJUSTE	ESPERADO	MODELO INICIAL	MODELO FINAL
GFI	0.80-1	.706	.836
AGFI	0.80-1	.658	.778
SRMR	0	.133	.112
RMSEA	<0.05-0.08	.093	.094
CFI	0.80-1	.639	.797
TLI	0.80-1	.607	.756
NFI	0.80-1	.546	.730

Fuente. Creación propia.

Podemos observar que las cargas factoriales de acuerdo con los valores estandarizados se saturan de manera significativa, entre un valor mínimo de 0.18 en el ítem 11, y un máximo de 0.58 para el ítem 26, de la dimensión *establecer objetivos y prioridades*. Para la dimensión *desorganización y subestimación de distractores*, las cargas son de ítem 28 con .02 e ítem 14 con 0.63; la tercera dimensión *establecer y controlar actividades* ítem 22 con -.01 a 1.01 en el ítem 31, cerrando con *falta de planificación y postergación de tiempos* con 0.15 y 0.58 en ítems 12 y 20.

Metodología para el desarrollo de la aplicación

De acuerdo con los resultados obtenidos del instrumento, se inicia el proceso de construcción de la App *Hazloo*, que servirá de apoyo para los estudiantes en la disminución de la procrastinación. De acuerdo a las necesidades observadas en las cuatro dimensiones, la aplicación se encuentra conformada por varias secciones: acceso, registro, recuperación y restablecimiento de contraseña, configuración inicial, mis pendientes, perfil, notificaciones, consejos y compartir tareas.

Para la construcción del software se utilizó la metodología *Kanban*, que es una técnica ágil, visual y flexible para administrar proyectos de desarrollo, particularmente beneficiosa para la creación de aplicaciones (APP). Esta metodología se fundamenta en el flujo visual de trabajo y en la administración de tareas de manera constante, fomentando la eficiencia, la cooperación y la disminución de problemas de congestión. En la Tabla 5 se observa la estructura general de la aplicación, que describe la funcionalidad y estructura en su totalidad.

Se ejecutó una prueba de funcionalidad y usabilidad con 10 usuarios. Los participantes realizaron un conjunto estandarizado de tareas. Se evaluó la satisfacción mediante el cuestionario de Perlman (10 ítems) y una revisión heurística basada en los principios de Nielsen. Se registraron incidencias, errores de navegación y sugerencias de mejora para iterar el diseño visual y la prevención/manejo de errores, tal como se reporta en resultados.

Para mostrar la implementación de *Hazloo*, se presenta un conjunto de pantallas que detallan sus funcionalidades. La pantalla principal muestra el acceso a la aplicación a través del usuario y contraseña (ver Figura 1), ésta última se podrá recuperar en caso de olvido.

Tabla 5. Estructura de la aplicación móvil.

ITEM	PERFIL	DESCRIPCIÓN
ACCESO GENERAL	Usuario general	El acceso será mediante correo electrónico y contraseña donde esta vista será la primera que el usuario verá al iniciar la aplicación esta se visualizará más o menos de esta forma: Flujos alternos: - F2: Datos incorrectos - F1: Servicio caído
REGISTRO GENERAL	Usuario general	El registro es de suma importancia para poder acceder a la aplicación es por ello que para esto tendremos una vista la cual solicitara nombre completo, correo electrónico, contraseña y género todos estos campos son de carácter obligatorio. - Nombre completo - Contraseña (Mínimo 8 caracteres) - Correo electrónico (Estructura válida) - Género (Masculino y femenino) Flujos alternos: - F1: Servicio caído - F4: Usuario ya existe
RECUPERAR CONTRASEÑA	Usuario general	En caso de que el usuario por alguna razón haya olvidado su contraseña, esta vista le permitirá recuperarla, para ello es necesario que el ingrese su correo electrónico (Debe existir dentro del sistema) dentro de la caja de texto y de clic en el botón recuperar. Una vez hecho esto se le hará llegar un correo con su contraseña temporal la cual podrá cambiar dentro de la aplicación. Flujos alternos: - F1: Servicio caído - F3: Correo electrónico inexistente
CAMBIAR CONTRASEÑA	Usuario general	Otra forma de cambiar la contraseña es dentro del portal, nos dirigimos al menú de opciones y seleccionamos nuestro perfil el cual tiene muchas opciones, pero entre ellas la que más importa es la que indica “restablecer contraseña” damos clic en esta. En este punto visualizamos una pantalla con dos campos donde el primero representa la contraseña y el otro para confirmar que esta se encuentre escrita correctamente. Flujos alternos: - F1: Servicio caído
CONFIGURACIÓN INICIAL	Usuario general	Una vez iniciado sesión y si es la primera ocasión en la que se usa la aplicación será necesario llenar las siguientes secciones: - Configuración inicial - Información adicional

MIS PENDIENTES	Usuario general	Esta es la vista principal del usuario, en el podrá crear todas las actividades que tenga que realizar el día de hoy, algunas componentes y funcionalidades principales son: 1.- Listado de actividades por proyecto 2.- Agregar tarea 3.- Log de actividades 4.- Notificaciones 5.- Búsqueda
MI PERFIL	Usuario general	Dentro de mi perfil está una vista que nos permitirá editar y configurar ciertos puntos de nuestra información personal, así como preferencias de la App. Información personal: Para acceder a esta sección es necesario dar clic en el botón de información personal, en esta parte podemos editar datos tales como: -Nombre (Obligatorio) -Correo de contacto (Obligatorio) -Género (Obligatorio) -Fecha de nacimiento (Obligatorio)
NOTIFICACIONES	Usuario general	Una vez sabemos dónde están las notificaciones, en esta vista tendremos dos secciones las no leídas y las leídas las cuales cambian de estatus al presionarlas.
CONSEJOS	Usuario general	Una sección para sacar el mejor provecho de la App y cómo organizar tus actividades día a día. -¿Qué es la procrastinación? -Trabaja bajo objetivos -Aclara las prioridades -De una gran tarea a pequeñas tareas. -Gestiona el tiempo

Fuente. Creación propia.

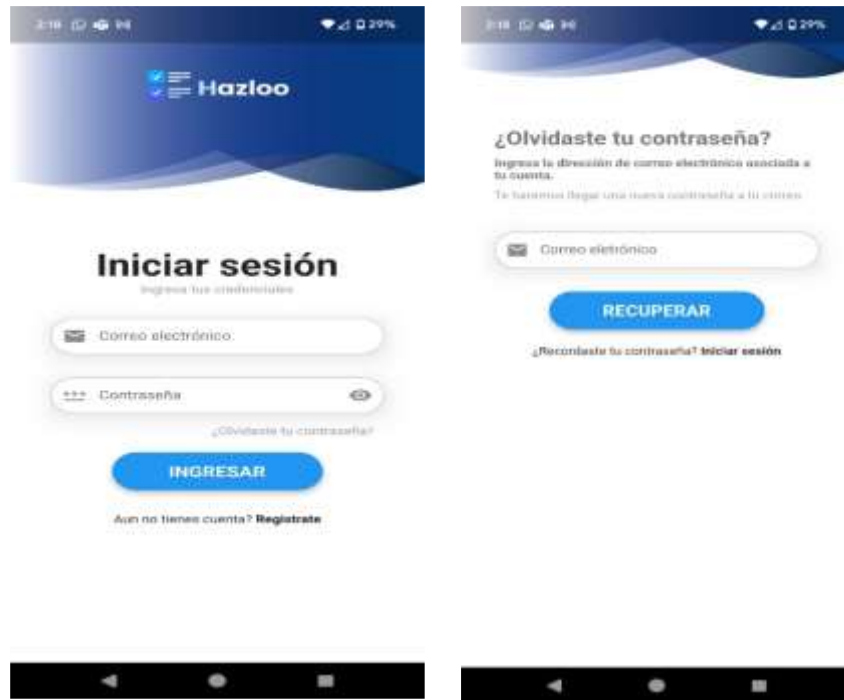


Figura 1. Pantalla de acceso a la aplicación Hazloo.

Fuente. Creación propia.

Para crear un objetivo, el usuario tiene la opción de agregarlo conforme a las categorías de prioridad y colocar una descripción de cada uno de éstos, conforma se vayan

agregando estos se irán ordenando de acuerdo con las necesidades del usuario e irán acumulando recompensas conforme se vayan logrando (Figura 2).

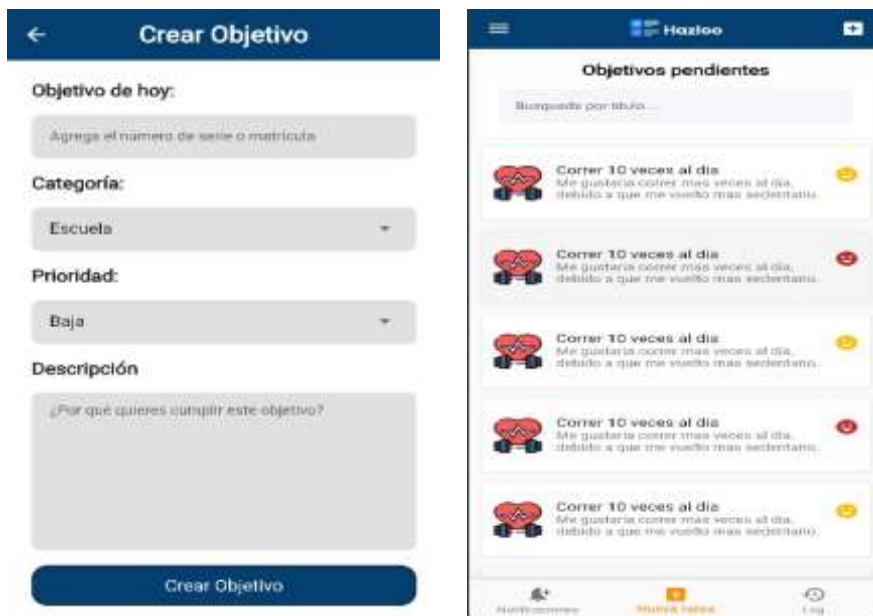


Figura 2. Objetivos y categorías.

Fuente. Creación propia.

Con base en las cuatro dimensiones identificadas, se estableció una correspondencia directa entre necesidades detectadas y funcionalidades de la aplicación

Hazloo, con el fin de asegurar coherencia entre los resultados psicométricos y el diseño tecnológico (véase Tabla 6).

Tabla 6. Vinculación de dimensiones del instrumento con funcionalidades y lógica de apoyo en la app Hazloo.

DIMENSIÓN	NECESIDAD DETECTADAS	OBJETIVO	FUNCIONALIDADES	EVIDENCIA O REGISTRO EN LA APP
Metas y prioridades	Objetivos poco claros; tareas sin jerarquía; se atiende lo urgente y se posterga lo importante; dificultad para iniciar.	Clarificar metas, priorizar tareas y facilitar el arranque.	(a) Objetivos SMART (meta, fecha, criterio de logro); (b) priorización (alta/media/baja); (c) “Top 3 del día”; (d) vista por metas (tareas asociadas a objetivos); (e) recompensas por meta.	Metas creadas; prioridad asignada; tareas completadas del “Top 3”; tiempos de inicio; progreso por objetivo.
Elementos de gestión	Falta de planeación; subestimación del tiempo; no se divide el trabajo; se deja para el final; dificultad para calendarizar.	Mejorar planificación, calendarización y seguimiento del tiempo.	(a) Agenda/calendario (día/semana); (b) fechas límite y recordatorios; (c) subtareas/pasos; (d) estimación de tiempo por tarea; (e) bloques de estudio; (f) checklist de entrega.	Tareas con fecha/hora; subtareas completadas; estimación vs tiempo real; cumplimiento de recordatorios; número de bloques realizados.
Desorganización	Distracciones frecuentes; materiales dispersos; multitarea; desorden por proyectos; pérdida de tiempo al retomar.	Reducir fricción, ordenar actividades y apoyar el enfoque sostenido.	(a) Organización por materias/proyectos; (b) búsqueda y etiquetas; (c) nota rápida; (d) modo enfoque (Pomodoro/bloques); (e) checklist de inicio (material/instrucciones); (f) recordatorios de reenganche.	Tiempo en modo enfoque; interrupciones (autorreporte, si aplica); tareas por proyecto; notas rápidas; checklist completado.
Control	Baja autorregulación: cuesta sostener hábitos, monitorear avances y resistir impulsos; abandono a mitad o postergación pese al plan.	Fortalecer autocontrol, monitoreo y reflexión para sostener la ejecución.	(a) Seguimiento de progreso (estado/porcentaje); (b) rachas; (c) revisión semanal; (d) retroalimentación (resumen); (e) recompensas por consistencia; (f) consejos (planificación–monitoreo–reflexión).	Progreso por tarea; rachas; reportes semanales; tasa de finalización; demora entre creación e inicio; historial de consejos consultados.

Fuente. Creación propia.

Resultados

Se realizaron pruebas de funcionalidad y usabilidad de la aplicación *Hazloo* a una muestra de diez usuarios distintos de los encuestados, el instrumento utilizado fue

tomado del cuestionario de satisfacción de interfaz de usuario de Perlman, que está compuesto por 10 preguntas, así como las heurísticas para evaluar la usabilidad formulada por Jakob Nielsen. De acuerdo con

los resultados arrojados, los usuarios están muy satisfechos con la usabilidad de la aplicación, su facilidad de uso y la eficiencia con la que se realizan las tareas de la aplicación. Un sistema más atractivo visualmente se consideró como aspectos de mejora además de un mejor manejo y prevención de errores.

Los expertos en usabilidad realizaron estas pruebas y descubrieron entre las principales

ventajas del prototipo: facilidad uso, interfaz atractiva, su carácter intuitivo, eficiencia de implementación de gráficos y funciones del sistema. Los expertos destacaron como áreas de mejora el manejo y eliminación de errores en el sistema, así como la satisfacción general de los usuarios con la aplicación. Para medir los niveles de satisfacción se manejó la escala de valores de uno a cinco donde cinco es el nivel más alto de satisfacción (Figura 3).

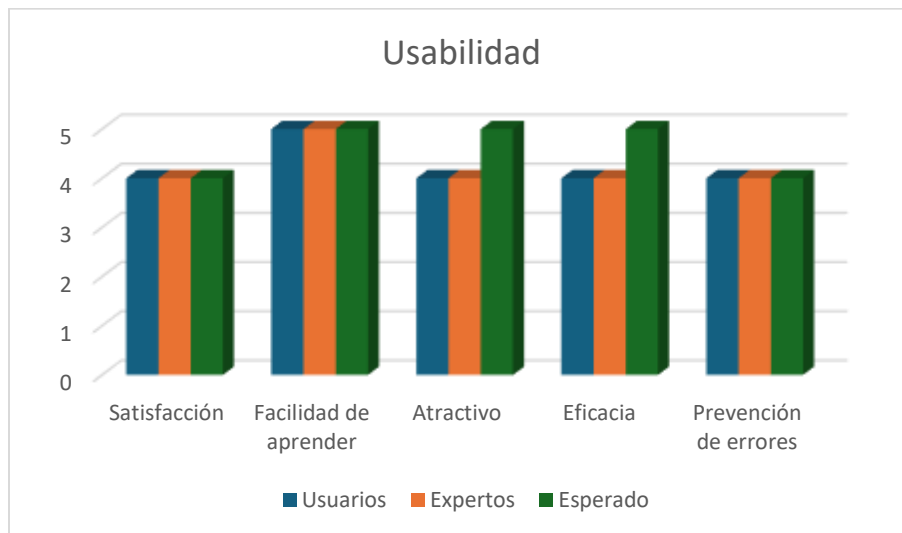


Figura 3. Pruebas de usabilidad.

Fuente. Creación propia.

Las pruebas de funcionalidad y usabilidad son esenciales para el desarrollo de aplicaciones exitosas. Aseguran que la aplicación funciona correctamente, mientras que las pruebas de usabilidad garantizan que los usuarios puedan utilizarla de manera eficiente y satisfactoria. Implementar estas pruebas de manera sistemática y continua mejora la calidad y la aceptación de la aplicación por parte de los usuarios.

También, se realizaron pruebas de personalización al prototipo de la aplicación con un mismo perfil de usuario. Con ello se buscaba definir los resultados que arrojaba el sistema cuando se tiene en cuenta la información, en la Figura 4 se pueden apreciar los resultados. En ella se puede visualizar que el sistema muestra todas las interacciones realizadas por los usuarios.

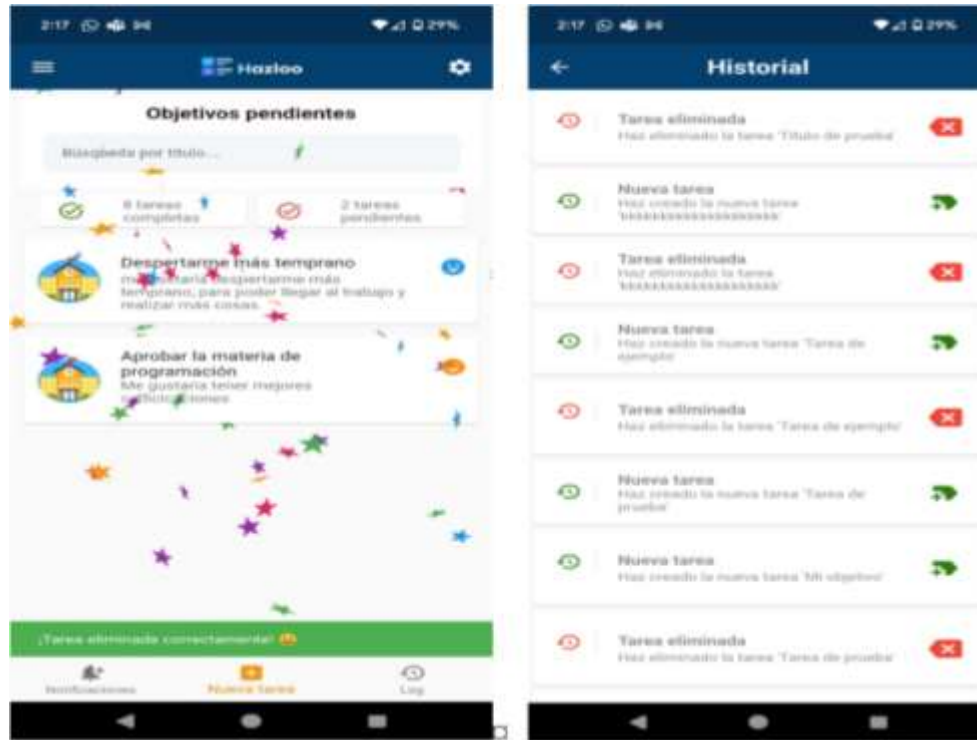


Figura 4. Interacciones y resultados.
Fuente. Creación propia.

Las pruebas de personalización aseguran que las opciones de personalización de la aplicación funcionen correctamente y mejoren la experiencia del usuario. Al seguir un enfoque estructurado para la identificación de opciones de personalización, desarrollo de casos de prueba, ejecución de pruebas, y análisis de resultados, se puede garantizar que la aplicación sea flexible y satisfactoria para una amplia variedad de usuarios.

A su vez, en la muestra analizada (n = 234), se identificó una presencia relevante de conductas asociadas con procrastinación académica, particularmente en la demora en la finalización de trabajos, la postergación del inicio de actividades no agradables, la entrega de tareas hasta el último día y la tendencia a excusarse para evitar actividades (véase Tabla 7).

Tabla 7. Frecuencias y porcentajes de conductas asociadas con procrastinación académica reportadas por estudiantes.

CONDUCTA REPORTADA	RESPUESTA/CATEGORÍA REPORTADA	N	%
Demora innecesaria en la terminación de trabajos escolares	“En más de una ocasión”	101	43.0
Posponer el comienzo de una actividad por no gustarle, aunque sea necesaria	“Sí / reportado”	83	35.5
Esperar el último día para entregar actividades	“Algunas veces”	83	35.5
Excusarse para no realizar alguna actividad	“Por lo general”	63	27.1

Fuente. Creación propia.

Discusión

Los resultados descriptivos evidencian la presencia de conductas de postergación en la muestra, particularmente asociadas con

dificultades en el inicio oportuno y en la finalización de tareas académicas. Este patrón es consistente con la literatura que vincula la procrastinación con procesos de

planificación, establecimiento de metas y autorregulación, los cuales suelen relacionarse con el desempeño académico y el bienestar del estudiante (Zambrano et al., 2022; Suárez & Feliciano-García, 2020).

En cuanto a la estructura del instrumento, el análisis factorial exploratorio y confirmatorio respalda un modelo de cuatro dimensiones: metas y prioridades, elementos de gestión, desorganización y control. La asociación positiva entre estas dimensiones sugiere que la procrastinación académica se configura como un fenómeno interrelacionado, donde la falta de claridad en metas y la débil gestión del tiempo pueden coexistir con desorganización y menor control conductual, lo que refuerza la pertinencia de estrategias integrales orientadas a fortalecer la autogestión.

Respecto a los indicadores de ajuste del modelo, la mejora observada en índices como GFI y CFI apoya la aceptabilidad del modelo propuesto; sin embargo, los resultados también sugieren áreas susceptibles de fortalecimiento. Esto puede relacionarse con variables contextuales no incluidas en el modelo, tales como distractores digitales, uso intensivo de redes sociales o ansiedad ante evaluaciones, factores que la literatura ha asociado con la procrastinación académica (Gómez et al., 2023).

Finalmente, el diseño de la aplicación móvil "Hazloo" se plantea como una herramienta de apoyo alineada con las dimensiones identificadas, orientada a favorecer la organización de tareas, la planificación del tiempo y el seguimiento de actividades. Las pruebas de funcionalidad y usabilidad indican una experiencia de uso positiva en términos de facilidad y organización, al tiempo que señalan oportunidades de mejora vinculadas con el diseño visual y la prevención de errores. En conjunto, estos hallazgos respaldan la pertinencia de la propuesta

tecnológica como apoyo a procesos de autorregulación académica; se recomienda como línea futura evaluar su efectividad mediante diseños pretest–postest y grupos de comparación, así como incorporar métricas de uso real.

Una limitación del estudio es que no se midieron de manera exhaustiva indicadores socioeconómicos ni se incluyeron comparaciones por territorio de lo rural a lo urbano, lo cual restringe inferencias sobre el papel del contexto socioeconómico en la procrastinación. Futuras investigaciones deben incorporar estas variables y considerar diseños comparativos multi-sede.

Conclusiones

El estudio llevado a cabo sobre la dilación en alumnos universitarios de la Universidad Autónoma del Carmen evidencia que la dilación de tareas escolares es un fenómeno multidimensional que impacta de manera negativa el desempeño y la experiencia educativa. Según el estudio de los datos, se reconocieron cuatro dimensiones fundamentales que aportan a este comportamiento: metas y prioridades, componentes de administración, desorganización y control. La correlación positiva entre estas dimensiones subraya la relevancia de la autorregulación y la planificación en la reducción de la procrastinación, indicando que una gestión eficiente del tiempo puede ser determinante para mejorar el desempeño académico y el bienestar general de los estudiantes.

La creación de la aplicación "Hazloo" representa una solución innovadora y práctica para tratar este problema, al proporcionar un instrumento que respalda la organización de tareas a través de una interfaz intuitiva y centrada en el usuario. Las evaluaciones de usabilidad muestran que la aplicación es sencilla e intuitiva para simplificar tareas y

generar motivación para los usuarios, aunque se detectan posibilidades para potenciar la experiencia visual y la administración de fallos.

En síntesis, el aporte principal de esta investigación consiste en vincular evidencia psicométrica con el diseño de una herramienta digital alineada a dimensiones específicas de la procrastinación académica. Como línea de continuidad, se recomienda realizar una evaluación de efectividad en condiciones controladas (por ejemplo, con diseño pretest–postest, grupo control y seguimiento de uso), a fin de estimar el impacto de la aplicación sobre indicadores de procrastinación y autorregulación. De manera complementaria, resulta pertinente promover acciones formativas institucionales sobre habilidades de gestión del tiempo y autorregulación desde los primeros semestres, integrando apoyos tecnológicos como Hazloo dentro de estrategias de acompañamiento académico. En esta fase, el estudio se centra en el análisis factorial de las dimensiones y el diseño del recurso digital; la medición del efecto sobre la reducción de procrastinación se plantea como trabajo futuro.

Al tratarse de una muestra institucional (una universidad) y no probabilística, la generalización es limitada; futuros estudios deben replicar el modelo en muestras multiinstitucionales y con muestreo probabilístico.

Declaración de conflicto de intereses.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Declaratoria de disponibilidad de datos.

Los datos que respaldan los resultados de este estudio están disponibles bajo solicitud. Los lectores interesados pueden acceder a los

datos enviando un correo electrónico a cualquiera de los autores.

Fuentes de financiamiento.

Los autores declaran que este estudio no contó con apoyo financiero ni recursos provenientes de instituciones públicas, privadas o de cualquier otra naturaleza.

Referencias

- Abuhmaid, A., & Abood, M. (2020). The Impact of Flipped Learning on Procrastination and Students' Attitudes toward It. *Universal Journal of Educational Research*, 8(2), 566–573. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080228>
- Aguilar-Esteva, V., Juárez-Hernández, L. G., & Acosta-Banda, A. (2021). Validez de Constructo y Confiabilidad de un Instrumento para Evaluar la Integración del Enfoque Socioformativo en las Prácticas Docentes en Instituciones de Educación Superior en México. *Revista Fuentes*, 2(23), 178–189. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.12905>
- Alhasani, M., & Orji, R. (2022). *SortOut: Persuasive Stress Management Mobile Application for Higher Education Students* (pp. 16–27). https://doi.org/10.1007/978-3-030-98438-0_2
- Amoke, C. V., Ede, M. O., Umeano, C. E., Okeke, C. I., Onah, S. O., Ezeah, M. A., & Nwaogaidu, J. C. (2021). Interaction Effect of Gender on Academic Procrastination and Achievement Orientation among In-School Adolescents. *International Journal of Higher Education*, 10(6), 202. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n6p202>
- Bastarrachea Rodríguez, P. C., Domínguez Castillo, J. G., Vega Cauch, J. I., &

- Ortega Maldonado, Á. (2023). Diseño y validación de un instrumento para medir la competencia digital en estudiantes de educación primaria. *PUBLICACIONES*, 53(1), 225–245. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v53i1.28059>
- Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3), 588–606. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.88.3.588>
- Bollen, K. A., & Long, J. S. (1992). Tests for Structural Equation Models. *Sociological Methods & Research*, 21(2), 123–131. <https://doi.org/10.1177/0049124192021002001>
- Day, V., Mensink, D., & O'Sullivan, M. (2000). Patterns of Academic Procrastination. *Journal of College Reading and Learning*, 30(2), 120–134. <https://doi.org/10.1080/10790195.2000.10850090>
- Eckert, M., Ebert, D. D., Lehr, D., Sieland, B., & Berking, M. (2016). Overcome procrastination: Enhancing emotion regulation skills reduce procrastination. *Learning and Individual Differences*, 52, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.10.001>
- Gómez, C., Sánchez, V., & Santana, Y. (2023). Factores que inciden en la procrastinación académica de los estudiantes de educación superior en Colombia. *universidad y sociedad | Revista Científica de La Universidad de Cienfuegos*, 15(4), 421–431. Recuperado de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/articulo/view/3995>.
- González, R., Franco, V., Souto, A., & González, L. (2017). ¿Media la orientación de las metas académicas el estrés en estudiantes universitarios?. *Revista de Investigación En Educación*, 15(2), 109–121. Recuperado de <http://reined.webs.uvigo.es/>.
- González-Peiteado, M., Pino-Juste, M., & Penado-Abilleira, M. (2017). Estudio de la satisfacción percibida por los estudiantes de la UNED con su vida universitaria. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(1), 243. <https://doi.org/10.5944/ried.20.1.16377>
- Gravini Donado, M. L., Mercado-Peñaloza, M., & Domínguez-Lara, S. (2021a). College Adaptation Among Colombian Freshmen Students: Internal Structure of the Student Adaptation to College Questionnaire (SACQ). *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(2), 251. <https://doi.org/10.7821/naer.2021.7.657>
- Gravini Donado, M. L., Mercado-Peñaloza, M., & Domínguez-Lara, S. (2021b). College Adaptation Among Colombian Freshmen Students: Internal Structure of the Student Adaptation to College Questionnaire (SACQ). *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(2), 251. <https://doi.org/10.7821/naer.2021.7.657>
- Inman, R. A., Moreira, P. A. S., Cunha, D., & Castro, J. (2020). Assessing the dimensionality of Student School Engagement Survey: Support for a multidimensional bifactor model. *Revista de Psicodidáctica*, 25(2), 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2020.02.001>
- Mastrantonio, M. P., Pestana, J. V., & Codina, N. (2023). Predicting procrastination

- with academic performance: Towards the anticipation of a higher education problem. *Intangible Capital*, 19(2), 316. <https://doi.org/10.3926/ic.2011>
- Morcillo-Martínez, A., Infantes-Paniagua, Á., García-Notario, A., & Contreras-Jordán, O. R. (2021). Validación de la Versión Española de la Escala de Compromiso Académico para Educación Primaria. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 27(2). <https://doi.org/10.30827/relieve.v27i2.22769>
- Ramos-Galarza, C., Jadán-Guerrero, J., Paredes-Núñez, L., Bolaños-Pasquel, M., & Gómez-García, A. (2017). Procrastinación, adicción al internet y rendimiento académico de estudiantes universitarios ecuatorianos. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 275–289. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000300016>
- Roblero, G. (2020). Validación de cuestionario sobre gestión del tiempo en universitarios mexicanos. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22, 1–11. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e01.2136>
- Roxanne, F., Tan, V., Han, S., & Suenderman, O. (2022). “Intellect”, una aplicación móvil de salud basada en principios de terapia cognitivo-conductual, mejora la ansiedad y la preocupación: un ensayo controlado aleatorio con control activo y seguimiento de 2 semanas. *MedRxiv*, 1–36. <https://doi.org/10.1101/2022.07.25.22278034>.
- Suárez, A., & Feliciano-García, L. (2020). Influencia del perfil de procrastinación activa en el rendimiento académico del alumnado de Ciencias de la Educación. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 72(3). <https://doi.org/10.13042/Bordon.2020.73642>
- Vázquez González, G. C., Jiménez Macías, I. U., & Juárez Hernández, L. G. (2021). Construct validity analysis of the questionnaire “Knowledge Management for educational innovation in universities”. *Revista Fuentes*, 3(23), 329–340. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.12361>
- Zambrano R., J., Chumaña, J., Jácome, S., & Cuadros, A. (2022). Perfil autodirigido y procrastinación en estudiantes de educación en línea. *Educar*, 58(2), 443–458. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1507>.



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Development of an analytical method for the determination of ciprofloxacin, diclofenac, acetaminophen, and carbamazepine by High-Performance Liquid Chromatography

Desarrollo de un método analítico para la determinación de ciprofloxacino, diclofenaco, paracetamol y carbamazepina por Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución

Alvillo-Rivera, A.J.^{1}, Guillén-Garcés, R.A.¹, Treviño-Quintanilla, L.G.¹, Villegas-Mendoza, I.E.², Silva-Luna, C.D.²*

¹ UPEMOR, Universidad Politécnica del Estado de Morelos. Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col. Lomas del Texcal, Jiutepec, Morelos. C.P. 62550. (Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6759-5227>*, <https://orcid.org/0000-0003-1257-352X>, <https://orcid.org/0000-0002-6677-9630>).

² IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Jiutepec, Morelos. C.P. 62550. (Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1367-6558>, <https://orcid.org/0000-0003-3645-8120>).

aalvillo@upemor.edu.mx*; aguillen@upemor.edu.mx; ltrevino@upemor.edu.mx; ivan_villegas@tlaloc.imta.mx; carlos_silva@tlaloc.imta.mx

Technological innovation: Developing a simultaneous chromatographic method capable of quantifying four drugs in an aqueous matrix.

Industrial application area: Monitoring emerging contaminants in water to evaluate the efficiency of wastewater treatment and drinking water plants.

Received: November 7, 2025

Accepted: March 17, 2026

Resumen

Los medicamentos utilizados en el presente estudio se caracterizan por ser comúnmente usados en México para tratar dolores articulares (diclofenaco), fiebre (paracetamol), infecciones bacterianas (ciprofloxacino) y epilepsia (carbamazepina). La Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC, por sus siglas en inglés) ha sido reportados para el análisis de diversos compuestos presentes en fluidos biológicos y ambientales. El objetivo del estudio fue desarrollar un método rápido y sencillo para la determinación de los medicamentos anteriormente mencionados en muestras de agua. Para lo cual se empleó el método de HPLC con detección ultravioleta a 277 nm, fase móvil isocrática y un rango de cuantificación de 1 a 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Los resultados mostraron tiempos de retención de 6.49, 8.45, 9.56 y 8.56 minutos para el diclofenaco, ciprofloxacino, paracetamol y carbamazepina respectivamente en la misma longitud de onda. La precisión y

exactitud fueron superiores al 95% y el tiempo total de elución fue de 12 minutos por muestra. Se logró desarrollar e implementar un método analítico para la determinación de diclofenaco, ciprofloxacino, paracetamol y carbamazepina en agua, lo suficientemente sensible, exacto y reproducible, con un grado de error menor al 5%, lo cual lo vuelve adecuado para ser usado en posteriores estudios.

Palabras clave: Cromatografía, contaminantes emergentes, fármacos.

Abstract

The drugs used in this study are commonly used in Mexico to treat joint pain (diclofenac), fever (acetaminophen), bacterial infections (ciprofloxacin), and epilepsy (carbamazepine). High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) has been reported for the analysis of various compounds present in biological and environmental fluids. The objective of this study was to develop a rapid and simple method for determining the aforementioned medications in water samples. For this purpose, the HPLC method with ultraviolet detection at 277 nm, an isocratic mobile phase, and a quantification range of 1 to 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ was used. The retention times were 6.49, 8.45, 9.56 and 8.56 minutes for diclofenac, ciprofloxacin, acetaminophen, and carbamazepine, respectively, at the same wavelength. Precision and accuracy exceeded 95%, and the total elution time was 12 minutes per sample. An analytical method for the determination of diclofenac, ciprofloxacin, acetaminophen and carbamazepine in water was developed and implemented. This method was sufficiently sensitive, accurate, and reproducible, with a degree of error of less than 5%, making it suitable for use in future studies.

Keywords: Chromatography, emerging pollutants, pharmaceuticals.

1. INTRODUCTION

High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) is an analytical method generally used in chemistry, environmental engineering, pharmaceutical applications, and biochemistry, that is based on the separation of semi-volatile and non-volatile compounds from liquid samples [1] by means of a mobile phase that passes under pressure through a column packed with a stationary phase (elution) for its subsequent identification and quantification by translating the signals detected through a chromatography data system (CDS) [2]. Some of the main factors that influence separations by HPLC are: a) the composition of the mobile phase and its interaction with the analyte and the stationary phases, b) the

chemical composition of the stationary phase (polarity, charge, and viscosity), c) the temperature, and d) the physicochemical properties of the analyte (size, charge, polarity, and volatility) [3].

Analyte separations by HPLC can be carried out using an isocratic or gradient method. In the isocratic method, separations are carried out using an eluent of uniform composition (A=100%) or a mixture (A:B). In the gradient method, on the other hand, the composition of the eluent changes during the separation process, where the cycle begins with a certain percentage of A versus B, however, these will change over time.

There are multiple HPLC techniques depending on the structure of the analytes as the relative polarity of mobile phase and stationary phase (normal phase chromatography (NP-HPLC) and reverse phase liquid chromatography (RP-HPLC)); the operational pressure (high-performance liquid chromatography (HPLC) and ultra-high performance liquid chromatography (UH-HPLC)); the type and concentration of the compound to be analyzed (liquid chromatography and mass spectrometry (HPLC-MS), two-dimensional liquid chromatography, dual liquid chromatography, tandem liquid chromatography; among others [4].

For this type of technique, it is essential to consider the retention time, which corresponds to the time elapsed from when the sample is injected into the chromatograph, until the detection of the maximum of the peak [5] and is unique for each compound [6] [7].

The compounds chosen (diclofenac, ciprofloxacin, acetaminophen and carbamazepine) to implement their quantification by HPLC were selected due to their high consumption in the human population, which consequently results in their presence in surface water and wastewater. For instance, some analgesics such as diclofenac can cause environmental issues when they are released in water bodies, generating toxicity in algae and phytoplankton, in addition to harmful effects on the organs of freshwater fish, while carbamazepine (psychiatric medication) is considered recalcitrant in wastewater and can bioaccumulate in aquatic environments and cause neurological, endocrine, and reproductive disorders if it remains in drinking water [8]. On the other hand, exposure of fish embryos to paracetamol can cause alterations in their development, with malformations, changes in swimming

behavior and decreased heart rate observed in exposed larvae [9]. Furthermore, antibiotics from the fluoroquinone family, such as ciprofloxacin, can reach terrestrial environments through the excretion of conjugated forms in urine, feces, or through the application of manure to crop fields. In soil, ciprofloxacin can have a negative impact on the health of humans, animals, and terrestrial organisms. Quantification of ciprofloxacin by HPLC may be a useful alternative for determining antibiotics in soil matrices [10] [11]. Since wastewater treatment plants cannot eliminate them completely, and in addition to the practical implications mentioned above, it is relevant to have a simple and reliable simultaneous HPLC quantification method [12].

Therefore, the objective of this work was to develop and validate an HPLC method that allows the simultaneous determination of various drugs in water samples, evaluating validation parameters such as linearity, limits of detection and quantification, precision and accuracy to apply it to the analysis of emerging contaminants in aqueous matrices.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Chromatographic system

To detect emerging contaminants by qualitative analysis using HPLC, it is common to mix a weak solvent and a strong solvent. The mobile phases were chosen based on their viscosity and boiling point, since lower solvent viscosity requires higher pressure to obtain the desired flow, and lower boiling points will facilitate the removal of the desired compounds from the sample [13].

The proportions of the mobile phases are shown in **Table 1**, while the two mixtures evaluated are mentioned below:

- a) Mobile phase (Phase A) HPLC grade water, J.T. Baker brand, and as

- organic phase (Phase B) HPLC grade methanol, J.T. Baker brand, was used.
- b) Mobile phase (Phase A) HPLC grade water, J.T. Baker brand, acidified with phosphoric acid, J.T. Baker brand, until obtaining a pH=2.4, 3, 4 and 5, and as organic phase (Phase B) HPLC grade acetonitrile, Honeywell brand, was used.

Water was filtered through a 0.45 μm Millipore FHL D filter, while organic solvents were filtered through a 0.45 μm Phenex nylon membrane [14] with a GAST vacuum pump model 3KYY6. The equipment used, as well as the operating conditions, are shown in **Table 1**, while the software was TotalChrom Workstation version 6.3.2.

Table 1. Chromatographic conditions.

Instrumental conditions	Specifications
Chromatograph	Perkin Elmer Series 200 UV/VIS Detector, Model 2008/250
Elution	Gradient
Mobile phase	Isocratic
Phase A (%)	60
Phase B (%)	40
Flow rate ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	0.3, 0.6 and 0.8
Injection volume (μL)	30
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	25
Wavelength (nm)	277

2.2 Column

The column used was the ACE-5-C18 with dimensions of 250x4.66 mm and its characteristics are 15.5% carbon content, particle size of 5 μm , pore size of 100 \AA , pore volume of 1 $\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$, surface area equal to 300 $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$, trace metal content less than 10 ppm, working pH of the mobile phase between 2 and 8 units, pressures less than 4,000 psi (275 bar) and maximum temperatures of 60 $^{\circ}\text{C}$.

Once the column was finished being used, it was washed with HPLC grade water in the mobile phase A and with methanol in the organic phase in a 90:10 ratio, to later change it to 50:50 and finally to 15:85 to be stored. While, for the regeneration of this, the procedure was in reverse phase with 50 mL of

water at 50 $^{\circ}\text{C}$, 50 mL of methanol, 50 mL of acetonitrile and 25 mL of methanol [13].

2.3 Reagents and working solutions

The concentration of the stock solution was 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, for which it was prepared by weighing each drug on an OHAUS analytical balance, model EX324, and then adding HPLC grade water, brand J.T. Baker, and dissolving them in a Cole Parmer ultrasonic bath, model CP505, for 20 minutes according to the methodology cited by Sibinovi et al. (2005) [15]. The specifications of each reagent used are shown in **Table 2**.

The stock solution was refrigerated at 4 $^{\circ}\text{C}$ in amber bottles for no more than 15 days to ensure the prevalence of the compounds.

Table 2. Reagents used in calibration curves

Drug	Formula	Brand	Molecular weight (g·mol ⁻¹)
Acetaminophen	C ₈ H ₉ NO ₂	Sigma-aldrich	151.16
Ciprofloxacin	C ₁₇ H ₁₈ FN ₃ O ₃	Sigma-aldrich	331.34
Carbamazepine	C ₁₅ H ₁₂ N ₂ O	Sigma-aldrich	236.27
Diclofenac	C ₁₄ H ₁₀ Cl ₂ NNaO ₂	Sigma-aldrich	318.13

3 EXPERIMENTAL METHODS

The implementation of the analytical method was experimental; the retention times were given by the particular conditions of each of the compounds (analytes) to be separated. The analysis consisted of detecting the presence of the drugs based on the retention time and comparing their UV-Vis absorption spectra with those of the standards.

3.1 Analytical method

The method was tested to evaluate linearity, accuracy and precision for the quantification of emerging contaminants: acetaminophen, ciprofloxacin, diclofenac and carbamazepine. The concentrations of the method were 1, 5, 10, 20, 25 and 50 µg·mL⁻¹.

To determine the analytical method's analytical capacity, the detection (LOD) and quantification (LOQ) limits were used. These are parameters that allow determination of the minimum concentration of analyte in a sample that can be detected in an analytical process with an acceptable level of confidence, but not necessarily quantified (LOD) and the minimum concentration of analyte that the equipment can determine (LOQ) [6]. To calculate the LOD and LOQ we use Eq. 1 and Eq. 2 respectively.

$$LoD = 3.3 \frac{Sy}{S} \quad Eq. 1$$

$$LoQ = 10 \frac{Sy}{S} \quad Eq. 2$$

Where:

Sy, standard deviations of the response at the lower end of the curve
S, slope of the calibration curve

3.2 Sample preparation and calibration curves

From the stock solution, different dilutions were prepared with concentrations of 1, 5, 10, 20, 25 and 50 µg·mL⁻¹ and dissolved with HPLC grade water, brand J.T. Baker, were subsequently filtered through Corning Incorporated brand syringe filters with a pore size of 0.20 µm. These were prepared daily before use.

3.3 Statistical analysis

For each of the variables to be analyzed, triplicate measurements were performed and the mean (\bar{x}) (Eq. 3) was calculated from the values obtained in the measurements, which is the average of the data, and the standard deviation (S) (Eq. 4) which is a measure of dispersion that indicates how far the individual data deviate from the mean, the coefficient of variation (CV) (Eq. 5) which allows us to evaluate the relative dispersion of a set of data in relation to its mean and the percentage of error (Eq. 6).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{Eq. 3}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \text{Eq. 4}$$

$$CV = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right) * 100 \quad \text{Eq. 5}$$

$$\%error = \left(\frac{AV - EV}{AV}\right) * 100 \quad \text{Eq. 6}$$

Where:

n, is the total number of data

Σ , is the summation

X_i , is the set of observations

AV, is actual value

EV, is experimental value

To interpret the coefficient of variation, we considered the following ranges:

- Less than 10%: indicates low variability and high homogeneity between the data.
- Between 10% and 20%: represents moderate variability, the sample can be considered relatively homogeneous.

- Between 20% and 30%: shows medium variability, but with some heterogeneity.
- More than 30%: indicates high variability and heterogeneity in the data

The coefficient of variation helps us understand the homogeneity or heterogeneity of the sample. It is a useful tool for comparing the variability between different sets of data, if they have the same unit of measurement [16] [17] [18].

4 RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 you can see some of the materials removed during the filtration process of the dissolved mobile phases. It is possible to see crystals and fibers [19]. Filtration of the mobile phases is considered a fundamental and key step to removing particles that can clog the column and thus increase system pressure. It also helps to reduce background noise and the loss of chromatographic efficiency [20].

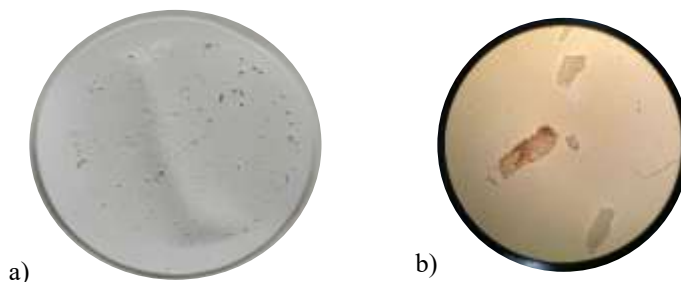


Figure 1. Particles removed by filtering the mobile phases with a 0.45 μm pore size filter a) with the naked eye and b) with a magnification of 40X.

The C-18 column is ideal for capturing hydrophobic peptides. Peptides are bound to the reverse phase columns in a high-water mobile phase, salts and buffers are washed away, and peptides are eluted using a high organic mobile phase. Hydrophobic interactions must be overcome to retain the desired compound on the column, so the main

solvent options for this are methanol, acetonitrile, and tetrahydrofuran. Strength is transferred to how quickly the analytes will elute with each solvent [21] [22].

4.1 Chromatographic system

Figure 2 shows the chromatogram for each of the drugs analyzed when using water and

methanol (polar organic solvent) as mobile phases with a run time of eight minutes. It can be seen that the appearance times were 1.79, 1.98, 2.31 and 3.53 min for ciprofloxacin, carbamazepine, diclofenac and acetaminophen respectively, while ciprofloxacin and carbamazepine appeared

with less than a second of phase lag, which is not desired since the ideal is to correctly show the separation between the compounds to be studied, in addition to the fact that all of these do not show a good definition, especially acetaminophen, whose tail tends to be wider than the others.

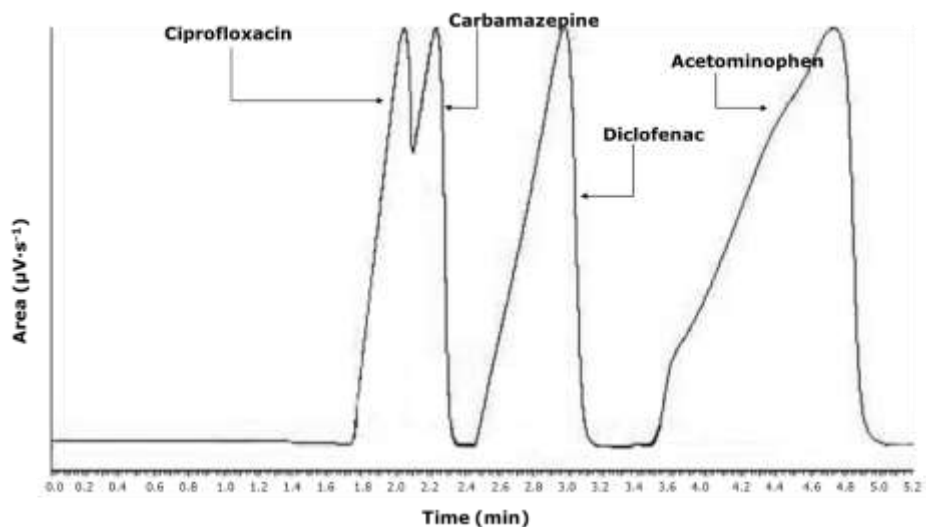


Figure 2. Chromatogram using water and methanol as mobile phase to detect ciprofloxacin, carbamazepine, diclofenac and acetaminophen in water.

To eliminate the low specificity of the method in the detection of contaminants of interest, especially diclofenac and acetaminophen, the mobile phases were changed to acidic water (2.7, 3, 4 and 5 units) and acetonitrile with different run times. Some other mobile phases

that have been studied are isopropanol, acetate, chloroform and formic acid (slightly polar solvents).

Table 3 shows the time at peaks detected under different HPLC operating conditions.

Table 3. Retention times for ciprofloxacin, diclofenac, carbamazepine and acetaminophen under different detection conditions by varying pH and flow rate.

Compound/ Operating conditions	Retention times			
	pH=3 units Flow rate=0.6 mL·min ⁻¹	pH=4 units Flow rate=0.6 mL·min ⁻¹	pH=5 units Flow rate=0.8 mL·min ⁻¹	pH=2.7 units Flow rate=0.8 mL·min ⁻¹
Ciprofloxacin	3.32	3.47	3.55	3.21
Diclofenac	3.00	3.23	3.70	3.25
Carbamazepine	3.50	3.63	3.75	2.85
Acetaminophen	3.75	3.90	4.02	3.90

In **Figure 3** it is possible to observe that all the peaks appeared together in a reasonable time, therefore, to carry out their separation

the isocratic elution process was used, which occurs when the composition of the eluent remains constant over time, compared to the

gradient elution method, which is used when the sample peaks are very separated and consists of varying the composition of the eluent over time [23] [24]. In all analyses, the peaks of the compounds were absent when the blanks (HPLC grade water) were injected.

The different appearance times of the four compounds are due to the pKa that each of

them has, since when low values are present it is possible that they dissolve better in acidic water and have a more soluble and polar structure, allowing a better interaction with the aqueous medium. The pKa for each of the drugs used are 6.09 (pKa₁) and 8.62 (pKa₂) for ciprofloxacin [25], 0.82-1.43 (pKa₁) and 13.9 (pKa₂) for carbamazepine [26], 9.5 for acetaminophen [25] [27] [28].

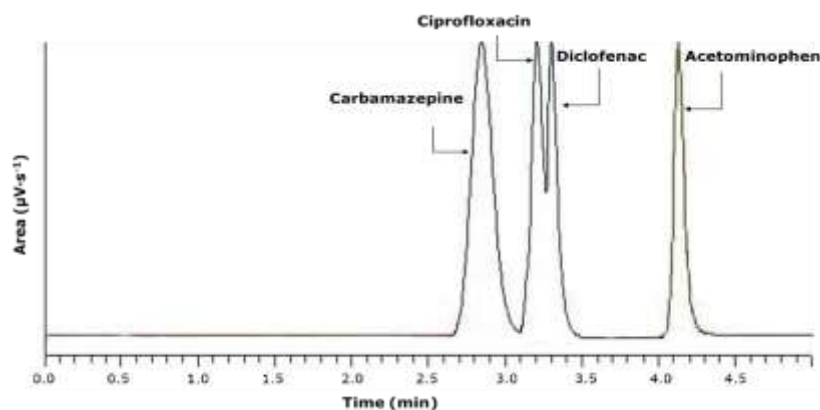


Figure 3. Chromatogram using acidic water (2.7 units) and acetonitrile as mobile phases to detect ciprofloxacin, carbamazepine, diclofenac and acetaminophen in water with a flow rate of $0.8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$.

To increase the resolution of the chromatogram it is recommended to increase running time. Subsequently, the flow was reduced from $8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ to $0.3 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, with a run time of 12 min and using acidic water at 2.7 units and acetonitrile (60:40) as mobile phases, during which the appearance of the peaks of the analytes of interest,

carbamazepine, ciprofloxacin, diclofenac and acetaminophen, at 8.09, 8.55, 9.86 and 10.59 min respectively, and therefore a good specificity was achieved with the method, which is the ability to differentiate the analyte in the presence of other components of the sample (**Figure 4**).

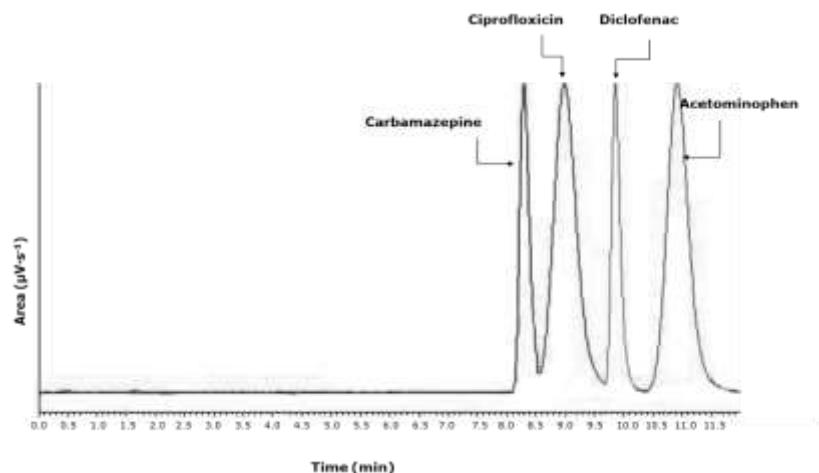


Figure 4. Chromatogram using acidic water (2.7 units) and acetonitrile as mobile phases to detect ciprofloxacin, carbamazepine, diclofenac and acetaminophen in water with a flow rate of $0.3 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$.

4.2 Validation of methodologies

The parameters for validation are:

Linearity. To establish linearity, at least five points must be considered when constructing the curve [29] [30] [31] [32] [33]. In all analyses, the method was linear in the

concentration range between 1 and $50 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, with a correlation coefficient of 0.999 . The regression data showed a good linear relationship over the range of concentrations studied, demonstrating the suitability of the method for the analysis (**Figure 5**).

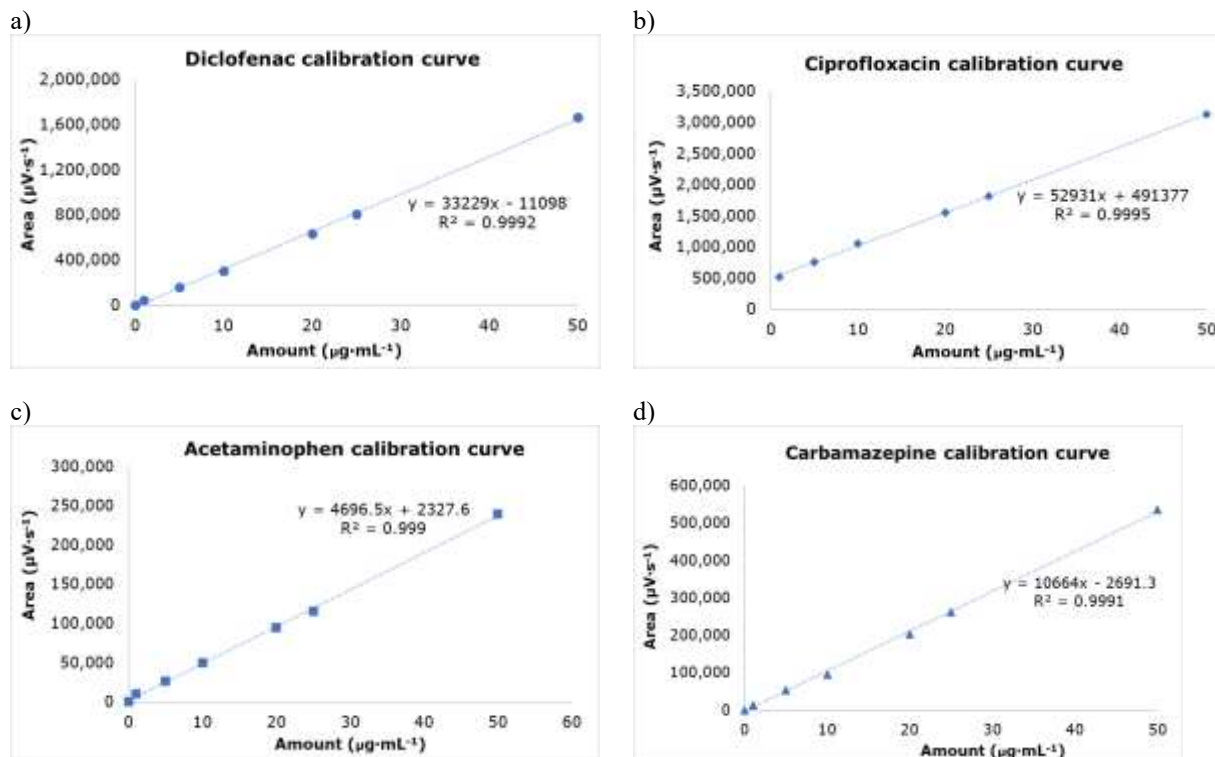


Figure 5. Calibration curve of a) diclofenac, b) ciprofloxacin, c) acetaminophen and d) carbamazepine with a quantification range between 1 and $50 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, all of them in triplicate.

As can be seen, the results of the linear model indicate the correlation between the concentration and the measurement of the area of the peaks obtained from the dilutions with the analytes, in the calibration curve (**Figure 5**), obtaining a statistical R^2 greater than 0.99 in the four drugs.

Precision. Repeatability was carried out at all concentrations; in the statistical analysis, the average values, standard deviation and

coefficient of variation between the readings obtained were determined [34] [35].

The precision of the measurements in the analyzed concentrations always had a coefficient of variation less than 5%, while, with respect to accuracy, the percentage of error of the measurements was never greater than 5% (**Table 4**, **Table 5**, **Table 6** and **Table 7**) which indicates that there is very little dispersion between the measurements of the same concentration [36] [37].

Table 4. Results of the linearity study of the values obtained for Ciprofloxacin in a range between 1 and 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$

Ciprofloxacin ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Peak area ($\mu\text{V}\cdot\text{s}^{-1}$)	Average	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	% error
1	509,947.65 512,085.00 525,767.88	515,933.51	8,583.60	1.66	4.36
5	780,256.53 725,591.32 760,796.36	755,548.07	27,707.94	3.67	0.02
10	1,065,112.62 1,047,491.97 1,056,520.98	1,056,375.19	8,811.23	0.83	0.67
20	1,544,292.28 1,504,288.94 1,607,024.45	1,551,868.56	51,785.10	3.34	0.02
25	1,724,342.84 1,876,247.60 1,834,704.74	1,811,765.06	78,507.55	4.33	0.02
50	3,278,958.10 3,014,065.08 3,103,206.20	3,132,076.46	134,785.74	4.30	0.02

Table 5. Results of the linearity study of the values obtained for acetaminophen in a range between 1 and 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Acetaminophen ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Peak area ($\mu\text{V}\cdot\text{s}^{-1}$)	Average	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	% error
1	9,980.54 10,954.74 10,567.88	10,501.05	440.53	4.67	7.40
5	27,951.22 25,342.73 26,990.77	26,761.57	1,319.26	4.93	0.41
10	50,209.99 49,325.08 50,753.99	50,096.35	721.20	1.44	0.17
20	96,918.39 94,678.09 92,972.06	94,856.18	1,979.18	2.09	0.15

Acetaminophen ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Peak area ($\mu\text{V}\cdot\text{s}^{-1}$)	Average	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	% error
25	112,941.53 116,983.26 117,238.09	115,720.96	2,410.43	2.08	0.34
50	233,906.99 239,317.67 244,972.08	239,398.91	5,532.99	2.31	0.10

Table 6. Results of the linearity study of the values obtained for carbamazepine in a range between 1 and 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Carbamazepine ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Peak area ($\mu\text{V}\cdot\text{s}^{-1}$)	Average	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	% error
1	13,361.86 12,944.11 13,455.67	13,253.88	272.34	2.05	4.95
5	53,667.36 53,305.48 55,901.00	54,291.28	1,405.75	2.59	0.69
10	92,836.80 98,955.40 96,135.64	95,975.95	3,062.42	3.19	0.75
20	198,782.80 208,867.04 202,734.80	203,461.55	5,081.25	2.50	0.33
25	264,996.41 259,226.03 262,747.78	262,323.41	2,908.50	1.11	0.06
50	522,276.41 555,224.28 528,254.33	535,251.67	17,553.14	3.28	0.09

Table 7. Results of the linearity study of the values obtained for diclofenac in a range between 1 and 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Diclofenac ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Peak area ($\mu\text{V}\cdot\text{s}^{-1}$)	Average	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	% error
1	44,166.37 41,552.32 45,979.72	43,899.47	2,225.73	5.07	3.54
5	158,798.53 149,641.34 156,539.13	154,993.00	4,770.37	3.08	0.60
10	317,574.46 287,398.15 301,401.72	302,124.78	15,101.14	5.00	0.87
20	632,748.83 628,446.50 642,398.36	634,531.23	7,144.67	1.13	0.44
25	816,444.96 805,943.51 800,279.33	807,555.93	8,202.55	1.02	0.27
50	1,607,224.98 1,656,730.91 1,738,078.21	1,667,344.70	66,069.14	3.96	0.04

The values obtained for LOD and LOQ were $0.34 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $0.94 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ for acetaminophen, $0.54 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $1.62 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ for ciprofloxacin, $0.22 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $0.67 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ for diclofenac, and $0.08 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $0.26 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ for carbamazepine respectively.

The LOQ obtained for ciprofloxacin was higher than the lowest concentration level of the calibration curve, although experimentally no significant dispersion was observed at the lowest level, it is important to consider the statistical approach, since this guarantees compliance with the precision and accuracy criteria required for quantification. The HPLC method can be considered acceptable because it meets the validation parameters (linearity, precision, accuracy) established in the methodology.

5 CONCLUSIONS

An analytical method was implemented to analyze four drugs in water simultaneously; these were ciprofloxacin, diclofenac, acetaminophen and carbamazepine, giving coefficients of variation and percentages of error less than 5%, which indicates that there are a low variability and high homogeneity between the data. In addition, determination coefficients (R^2) close to 1 (>0.99) were obtained.

Although the method produced good results for the determination of four emerging contaminants in a synthetic water sample, however, working with wastewater involves a more complex matrix, so the results can vary and be affected by interferences present in it, such as organic matter, nutrients, metals, among others.

6 BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

[1] Ahmed, R. (2024). *High-Performance Liquid Chromatography (HPLC): Principles, Applications, Versatility,*

Efficiency, Innovation and Comparative Analysis. Clinical Investigation, 14(9). ISSN: 2041-6792. Doi:

[2] Hussein J. (2025). *Principles and Applications of High-Performance Liquid Chromatography (HPLC): A Review.* Biomedical and Pharmacology Journal. 18(2). Doi: <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/3154>

[3] Khan, M. A., Dalwadi, M., & Upadhayay, U. M. (2024). *A review on high performance liquid chromatography technique for pharmaceutical analysis.* International Journal of Pharmaceutical Research and Applications, 9(2), 2385-2389. ISSN: 2456-4494. Doi: 10.35629/4494-090223852389.

[4] Thermo Fisher Scientific. (2024, October 28). *Conceptos básicos de la HPLC.* Retrieved from Thermo Fisher Scientific: <https://www.thermofisher.com/mx/es/home/industrial/chromatography/chromatography-learning-center/liquid-chromatography-information/hplc-basics.html>

[5] Dharendra K.M, Mahato A.K. & Koiri S. (2024). *HPLC method development and validation: A review.* World Journal of Pharmaceutical and Medical Research. 10 (1); 233-241. ISSN: 2455-3301. Retrieved from:

[6] Avilés-Flores, M., Sánchez-Zarza, M., & Tapia-Acosta, J. (2016). *Proyecto "Métodos analíticos para determinación de contaminantes emergentes en agua" TC 1602.1.* Morelos, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

[7] Schieppati, D., Patience, N. A., Campisi, S., & Patience, G. S. (2021). *Experimental methods in chemical*

- engineering: High performance liquid chromatography—HPLC. In *Canadian Journal of Chemical Engineering* (Vol. 99, Issue 8, pp. 1663–1682). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/cjce.24050>
- [8] Bounegru, A. V., Dinu Iacob, A., Iticescu, C., & Georgescu, P. L. (2025). Electrochemical Sensors and Biosensors for the Detection of Pharmaceutical Contaminants in Natural Waters—A Comprehensive Review. In *Chemosensors* (Vol. 13, Issue 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/chemosensors13020065>
- [9] Omitoyin, B. O., Ajani, E. K., Adesina, B. T., & Okunade, O. A. (2021). *Acute effects of acetaminophen on the developmental, swimming performance and cardiovascular activities of African catfish embryos/larvae (Clarias gariepinus)*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 111482. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111482>
- [10] Patrolecco, L., Ademollo, N., Grenni, P., Tolomei, A., Caracciolo, A., & Capri, S. (2013). Simultaneous determination of human pharmaceuticals in water samples by solid phase extraction and HPLC with UV-fluorescence detection. *Microchemical Journal*, 107: 165-171. doi:<https://doi.org/10.1016/j.microc.2012.05.035>
- [11] Tiwari, B., Sellamuthu, B., Ouarda, Y., Drogui, P., Tyagi, R., & Buelna, G. (2017). Review on Fate and Mechanism of removal of pharmaceutical pollutants from wastewater using biological approach. *Bioresource Technology*, 224: 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.042>
- [12] Mandaric, I., Celic, M. M., & Petrovic, M. (2016). Introduction on emerging contaminants in rivers and their environmental risk. In M. Petrovic, S. Sabater, A. Elosegi, & D. Barceló, *Emerging Contaminants in River Ecosystems: Occurrence and Effects Under Multiple Stress Conditions* (p. 219). Suiza, Suiza: Springer.
- [13] PerkinElmer. (2000). *Curso básico de cromatografía de líquidos*. México, CDMX: PerkinElmer de México, S.A.
- [14] Scherer, R., Pereira, J., Firme, J., Lemos, M., & Lemos, M. (2014). Determination of Ciprofloxacin in Pharmaceutical Formulations Using HPLC Method with UV Detection. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 76(6):541-4. doi:PMCID: PMC4293686 PMID: 25593388
- [15] Sibinovi, P., Melcerovi, A., Palic, R., Dordevic, S., & Marinkovic, V. (2005). Ruggedness testing of an HPLC method for the determination of ciprofloxacin. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 70 (7) 979–986. doi:10.2298/JSC0507979S
- [16] Fukushima, A. R., Peña-Muñoz, J. W., Leoni, L. A. B., Nicoletti, M. A., Ferreira, G. M., Delorenzi, J. C. M. O. B., Ricci, E. L., Brandão, M. E., Pantaleon, L. de P., Gonçalves-Junior, V., Waziry, P. A. F., Maiorka, P. C., & Spinosa, H. de S. (2022). Development, Optimization, and Validation of Forensic Analytical Method for Quantification of Anticholinesterase Pesticides in Biological Matrices from Suspected Cases of Animal Poisoning. *Toxics*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/toxics10050269>

- [17] Long, G., & Winefordner, J. (1983). Limit of detection. A closer look at the IUPAC definition. *Analytical chemistry*, 55 (7): 712A-724A. doi:10.1021/ac00258a001
- [18] Shah, V., Midha, K. K., Dighe, S., McGilveray, I. J., Skelly, J. P., Yacobi, A., . . . Spector, S. (1992). Analytical Methods Validation: Bioavailability, Bioequivalence and Pharmacokinetic Studies. *Pharmaceutical Research*, 9: 588-592.
- [19] Frank, E., Prieto, A., & Castillo, M. (2009). *Metodología de identificación cualitativa y cuantitativa de fibras textiles naturales*. Córdoba: Sustentabilidad Productiva de Pequeños Rumiantes en Áreas.
- [20] Synder, Lloyed R., Kirkland Joseph J. & Dolan, John (2010). Introduction to modern liquid chromatography, 3rd edition. Wiley & Sons Ltd. 960 pages, Hardcover. ISBN:9780470508183. Doi:10.1002/9780470508183
- [21] Qasim, B., Razzak, A. A., Motelica-Heino, M., Kamil, G. M., & Morabito, D. (2020). Quantitative determination of fluoroquinolones in contaminated soils by HPLC with solid-phase extraction. *Baghdad Science Journal*, 17(1), 48-566. <https://doi.org/10.21123/bsj.2020.17.1.0048>
- [22] Stafiej, A., Pyrzynska, K., & Regan, F. (2007). Determination of anti-inflammatory drugs and estrogens in water by HPLC with UV detection. *Journal of Separation Science*, 30 (7): 985-991. doi:<https://doi.org/10.1002/jssc.200600433>
- [23] Opuni, K. F. M., Boadu, J. A., Amponsah, S. K., & Okai, C. A. (2021). High performance liquid chromatography: A versatile tool for assaying antiepileptic drugs in biological matrices. In *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences* (Vol. 1179). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2021.122750>
- [24] Said, A., El-Nabtity, S., Mobarez, E., & Abdel-Hafeez, M. (2015). Residues of Ciprofloxacin in Rabbit Tissues by HPLC. *Zagazig Veterinary Journal*, 43 (3): 28-36. doi:10.21608/zvjz.2015.28439
- [25] Mongolodi Dimpe K. & Nomngongo P.N. (2019). Original Application of activated carbon-decorated polyacrylonitrile nanofibers as an adsorbent in dispersive solid-phase extraction of fluoroquinolones from wastewater. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 9: 117-126. DOI:10.1016/j.jpha.2019.01.003
- [26] Jiménez Alemán, Narda M., Calero Carbonell, Jorge E., Padrón Yaquis, Alejandro S., & Izquierdo Lozano, Julio C.. (2007). Método analítico por cromatografía líquida de alta resolución para la determinación de carbamazepina en plasma humano. *Revista Cubana de Farmacia*, 41(1) R Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152007000100007&lng=es&tlng=es
- [27] Farré M., Abanades S., Álvarez Y., Barral D. & Roset P.N. (2004). Paracetamol. *Dolor*. 19:5-15. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/287337779_Paracetamol

- [28] Christianah M. Adeyeye & Pui-Kai Li (1990). Diclofenac Sodium. Analytical Profiles of Drug Substances, Academic Press. 19: 123-144. ISSN 0099-5428. ISBN 9780122608193. [https://doi.org/10.1016/S0099-5428\(08\)60366-4](https://doi.org/10.1016/S0099-5428(08)60366-4).
- [29] Brito, J. C. M., Bernardoni, V., da Silva, T. M. L., Ramos, L. S. X. S., Gomes, M. P., & de Assis, D. C. S. (2022). Development and Validation of a Rapid and Reliable HPLC-FLD Method for the Quantification of Ciprofloxacin and Enrofloxacin Residues in Zea mays. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 33(2), 128–134. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20210129>
- [30] Mohamed, M., Mahgoub, S., Elsherief, A., khaled, rehab, Mahmoud, M., & Binsaleh, A. (2023). Validated stability indicating Eco-friendly RP-HPLC method for the concurrent quantification of Gabapentin and Diclofenac K in wastewater and pharmaceutical formulations. *Egyptian Journal of Chemistry*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2023.213243.8018>
- [31] Bala, A., & Mandal, S. (2024). Spectrophotometric and HPLC analysis of amoxicillin trihydrate in presence of acetaminophen in different pH media. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10(1), 174. <https://doi.org/10.1186/s43094-024-00747-6>
- [32] Gupta, V., Jain, A., Gill, N., & Gupta, K. (2012). G Development and validation of HPLC method - a review. *Int. Res J Pharm. App Sci.*, 2(4): 17-25. Retrieved from <https://scienztech.org/index.php/irjpas/article/view/307>
- [33] Bhardwaj, S., Dwivedia, K., & Agarwal, D. (2015). A Review: HPLC Method Development and Validation. *International Journal of Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 5(4): 76-81. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/D-r-Santosh-Bhardwaj/publication/284717827_A_Review_HPLC_Method_Development_and_Validation/links/569cfff508ae03384dd03f82/A-Review-HPLC-Method-Development-and-Validation.pdf
- [34] Kim, D., Choi, D., Cheon, S., Ko, S., & Kang, S. (2020). Addition of biochar into activated sludge improves removal of antibiotic ciprofloxacin. *Journal of water process engineering*, 33: 101019. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101019>
- [35] Ozbay, T., Gurbetoglu, G. P., Sarracoglu, N., Doganay, A. A., & Pinarbasli, O. (2023). A validated RP-HPLC assay method for Tofacitinib in pharmaceutical drug products. *Journal of Chemical Metrology*, 17(2), 139–147. <https://doi.org/10.25135/jcm.97.2307.2859>
- [36] Ahmed, M. T. (2024). Validation of An Efficient 2D-HPLC Method for The Determination of Pentazocine. *Indonesian Journal of Chemistry*, 24(3), 742–754. <https://doi.org/10.22146/ijc.87947>
- [37] Falquez-Manotas, A., & Sarmiento-Rubiano, L. (2013). desarrollo y validación de un método analítico para la determinación de ciprofloxacin en suero por cromatografía líquida de alta precisión con detección ultravioleta. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 13 (2): 119-126.



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Impact of cooking methods on antioxidant activity and ascorbic acid content of jalapeño peppers

Impacto de los métodos de cocción en la actividad antioxidante y el ácido ascórbico del jalapeño

Eunice-Adefemisoye, A.¹, Moreno-Reséndez, A.^{1*}, Reyes-Carrillo, J.L.¹, Calderón-Leyva, G.¹, Charles-Rodríguez, A.V.², Álvarez-Parrilla, E.³

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, s/n. Colonia Valle Verde, CP: 27054. Torreón, Coahuila de Zaragoza, México. (Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-3922-9472>, <http://orcid.org/0000-0001-8858-0190>*, <http://orcid.org/0000-0001-6696-6981>, <https://orcid.org/0000-0002-8566-7474>)

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, CP 25315. Saltillo, Coahuila de Zaragoza. México. (<https://orcid.org/0000-0002-3863-9075>)

³ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ave. Plutarco Elías Calles 1210. FOVISSSTE Chamizal. CP. 32310. Ciudad Juárez, Chihuahua, México. (<https://orcid.org/0000-0002-6162-8139>).
ojoabiodun6@gmail.com; alejamosa@yahoo.com.mx*; jlreyes54@gmail.com; gpecalderon06@gmail.com; anavero29@gmail.com; alvarez@uacj.mx

Technological Innovation: Heat-Profile Optimization.

Industrial Application Area: Food Processing.

Received: December 3, 2025

Accepted: March 11, 2026

Resumen

Los chiles jalapeños son ampliamente consumidos debido a su sabor distintivo y valor nutricional. Conocidos por su contenido significativo de ácido ascórbico y compuestos antioxidantes, han atraído el interés científico. En este estudio, investigamos cómo el procesamiento térmico (hervido, vapor, salteado y asado) afecta la actividad antioxidante y el contenido de ácido ascórbico de estos chiles. Se utilizaron tiempos de cocción de 5, 10 y 15 minutos, y las muestras se analizaron por triplicado. La actividad antioxidante se evaluó mediante el ensayo de eliminación de radicales DPPH, con absorbancia medida a 517 nm, en espectrofotómetro UV-Vis; el contenido de ácido ascórbico se determinó por titulación con 2,6-diclorofenolindofenol (DCPIP). El contenido de ácido ascórbico de los jalapeños crudos fue de 48.40 mg/100 g, el cual se modificó con los métodos de cocción: el hervido, después de 15 minutos, redujo el ácido ascórbico a 14.82 mg/100 g; la cocción al vapor a 15.67 mg/100 g; el salteado registró 26.71 mg/100 g, y el asado 33.59 mg/100

g. Para la actividad antioxidante, medida como porcentaje de eliminación de DPPH, las muestras crudas mostraron 76.21 %. Este porcentaje se redujo a 28.42 y 30.38 %, después del hervido y del cocinar al vapor, respectivamente, mientras que el salteado y el asado se incrementó a 52.18 y 61.74 %, respectivamente. Estos resultados indican que el procesamiento térmico afecta la calidad funcional de los chiles jalapeños. El método de asado resulta adecuado para preservar la actividad antioxidante y el contenido de ácido ascórbico de los jalapeños.

Palabras clave: Compuesto bioactivo, efectos de la cocción, eliminación del radical DPPH, valor nutricional, vitamina C.

Abstract

Jalapeño peppers are widely consumed because of their distinctive flavor and nutritional value. Known to contain significant levels of ascorbic acid and antioxidant compounds, they have attracted scientific interest. In this study, we investigated how thermal processing (boiling, steaming, stir-frying, and roasting) affects the antioxidant activity and ascorbic acid content of jalapeño peppers. Cooking times of 5, 10, and 15 minutes were used, and all samples were analyzed in triplicate. Antioxidant activity was assessed using the DPPH radical-scavenging assay, with absorbance measured at 517 nm using a UV–Vis spectrophotometer, while ascorbic acid content was determined by titration with 2,6-dichlorophenolindophenol (DCPIP). The ascorbic acid content of raw jalapeño peppers was 48.40 mg/100 g; after 15 minutes, boiling reduced it to 14.82 mg/100 g, steaming to 15.67 mg/100 g, stir-frying to 26.71 mg/100 g, and roasting to 33.59 mg/100 g. Antioxidant activity, measured as the percentage of DPPH scavenging, was 76.21 % in raw samples; it decreased to 28.42 and 30.38 % after boiling and steaming, respectively, while stir-frying and roasting increased it to 52.18 and 61.74 %, respectively. Overall, thermal processing affected the functional quality of jalapeño peppers. Among the methods tested, roasting best preserved both antioxidant activity and ascorbic acid, making it the most favorable cooking technique for maintaining nutritional value.

Keywords: Bioactive compound, cooking effects, DPPH radical scavenging, nutritional value, vitamin C.

INTRODUCTION

Jalapeño peppers are the most widely consumed pepper in México and are consumed both fresh and cooked. They are valued for their flavor, color, and nutritional content (Sánchez-Toledano et al., 2023). México is a leading producer of chili peppers (*Capsicum annuum* L.), with an annual output exceeding three million tons, ranking second globally (FAOSTAT, 2020). In Mexican cuisine, the jalapeño pepper serves as both a culinary ingredient and a symbol of cultural

identity (Conaculta, 2021). Jalapeño peppers are medium-sized, possess a mild to moderate heat level, and are frequently incorporated into Mexican dishes. They are rich in vitamins A and C, which support immune function, and potassium, which contributes to blood pressure regulation (USDA, 2021). Although jalapeño peppers are composed of approximately 92 % water, they contain significant amounts of vitamin C: 27.0 mg per serving (30 g) (USDA, 2019). Furthermore, they are rich in antioxidants and bioactive compounds, including carotenoids,

phenolics, capsaicinoids, and tocopherols, which are associated with various health benefits (Ornelas-Paz et al., 2013).

Boiling, steaming, and stir-frying are among the most used cooking methods for vegetables. These techniques influence the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in vegetables (Murador et al., 2016). Such processes alter the physicochemical properties of food, including protein denaturation, polysaccharide gelation, loss of water and electrolytes, changes in phytate content, and degradation of bioactive compounds (Jafari et al., 2017; Tomas & Jafari, 2019). Conventional methods such as stewing and boiling often result in nutrient loss, particularly of antioxidants and water-soluble vitamins (Fратиanni et al., 2021; Lee et al., 2018). In contrast, microwaving, steaming, and sous vide cooking tend to enhance nutrient retention (Douiri-Bedoui et al., 2011; Zhong et al., 2015). While the effects of cooking on nutrient stability vary by food type and preparation method, recent research indicates that cooking can decrease phenolic content and antioxidant activity in rice and reduce its antinutrient content (Alotaibi et al., 2024; Gao et al., 2022).

Antioxidants protect proteins, DNA, and lipoproteins from oxidative damage (Gamba et al., 2021). Free radicals and oxidative stress play a significant role in the development of chronic and degenerative diseases. Antioxidants neutralize free radicals or mitigate their effects through prevention, interception, and repair mechanisms. These compounds may be produced endogenously or obtained exogenously through dietary sources (Sindhi et al., 2013).

Vitamins are organic compounds and essential nutrients that must be acquired from food, as the human body cannot synthesize them. Although required only in small

quantities for physiological processes such as maintenance, growth, and development, inadequate intake can result in specific deficiency symptoms. Vitamin C plays a critical role in various biological processes, resulting in its potent antioxidant activity and its function as a cofactor for several enzymes in the human body. Vitamin C neutralizes reactive oxygen species (ROS) generated during normal metabolic activity, thereby reducing oxidative stress and preventing cellular damage (Njus et al., 2020). The present study examines the effects of various cooking methods and durations on the antioxidant activity and ascorbic acid content of jalapeño peppers, acknowledging that different cooking techniques can influence antioxidant concentrations and activity, as demonstrated in studies of red bell peppers (Cerit et al., 2025).

MATERIALS AND EQUIPMENT

Plant Material

The fresh samples were obtained from the company Agrícola ZEPROMEX S.P.R. de R.L. (26.523774, -104.126144), at the Comarca Laguna, Mapimí, Durango, Mexico. A total of 350 g of green jalapeño pepper sample was used for this study; 50 g was used as a raw sample, and 75 g each was subjected to four different cooking methods (Boiling, steaming, roasting, and stir-frying).

Equipment Used

Fresh jalapeño peppers were freeze-dried using an ECOSHEL freeze dryer (ECO-FD10PT, USA) and milled using a BLACK+DECKER BL2010BP blender (USA). Extracts were centrifuged (HERMLE Benchmark Z327 K, Germany), and absorbance was measured at 725 nm using a UV-Vis spectrophotometer (BK-UV1600, BIOBASE, China).

Experimental methods

Sample Preparation and Cooking Processes.

Different cooking methods were implemented to assess the impact of thermal processing on the nutritional and functional quality of jalapeños. This approach aims to identify the best method that preserves health-promoting compounds. Additionally, varying time intervals enabled tracking of progressive changes in nutrient retention and degradation, supporting the identification of optimal processing windows to preserve ascorbic content and minimize antioxidant loss.

General: The peppers were rinsed in distilled water to remove dirt and dried on paper towels. The peduncles were removed, and the edible parts were collected. One portion (50 g) was retained as raw, while the others were cooked. The four cooking methods commonly used are boiling, steaming, stir-frying, and roasting, and three cooking times of 5, 10, and 15 minutes were employed. All cooking experiments were performed in triplicate.

Boiling: 500 mL of water was heated in stainless steel pots for cooking. Seventy-five grams of jalapeño peppers were used, and 25 g of each were cooked at three different times (5, 10, and 15 minutes). After boiling, the cooked peppers were drained for 1 minute using a wire mesh strainer.

Steaming: 75 g of jalapeño pepper were steamed in a stainless-steel steam cooker, covered, and each sample consisted of 25 g with one sample heated at 95 °C for 5 minutes, another for 10 minutes, and another for 15 minutes under atmospheric pressure. After steaming, each sample was allowed to cool at room temperature.

Stir-frying: 20 mL of soybean oil was preheated in a frying pan (30 cm in diameter) to a moderate temperature for 2 minutes. 25 g of each jalapeño pepper type was stir-fried separately for three different durations: 5, 10, and 15 minutes, then cooled at room temperature.

Roasting: 75 g of cut peppers were roasted in a conventional home oven, with each consisting of 25 g roasted at 190 °C for three different durations: 5, 10, and 15 minutes. The roasted peppers were cooled at room temperature. At the end of these processes, samples were placed in plastic bags, duly labeled, and frozen at -8 °C for further analysis.

Extraction of samples for DPPH radical scavenging activity.

Each sample (25 g) was ground in an electric stainless-steel blender, and 1 g of the sample was mixed with a 1:1 water-acetone solution. The mixture was then shaken and sonicated for 30 minutes. The extract was centrifuged at 6000 rpm at 4 °C for 10 minutes, after which the supernatant and pellet were clearly visible.

Determination of DPPH radical scavenging activity.

The DPPH radical-scavenging activity of the extracts was evaluated using the stable DPPH radical scavenging method, as described by Tepe et al. (2006) with some modifications. Aliquots of 1 mL of 0.2 mM DPPH methanolic solution were mixed with 50 µL of the samples. The mixture was shaken vigorously, then kept at room temperature in the dark for 30 minutes. The absorbance was measured at 517 nm using a UV-Vis spectrophotometer (BK-UV1600, BIOBASE, China).

The ability to scavenge the DPPH radical was expressed as percentage inhibition and calculated using the following equation:

$$\text{DPPH Scavenging Activity (\%)} = \left(\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right) \times 100$$

Where A_0 is the absorbance of the control, and A_1 is the absorbance of the sample.

All samples were analyzed in triplicate.

Determination of ascorbic acid content.

Ascorbic acid content was determined using the AOAC Official Method 985.33 (2,6-dichloroindophenol titrimetric method) (AOAC, 1990). 1 g of the sample was extracted with 2 mL of 2 % HCl, then mixed with 20 mL of distilled water. After filtration, 5 mL of the supernatant was titrated with 2,6-dichloroendophenol. Results are expressed as milligrams of vitamin C per 100 g fresh weight (FW).

Statistical analysis

The results were reported as mean \pm standard deviation (SD) values. The significant differences among the means were determined using multivariate analysis of variance (MANOVA) with SPSS version 27 (SPSS Institute, Chicago, IL, USA) at a significance level of 0.05. Tukey's test was used to identify the significant differences.

RESULTS

Effect of cooking methods on the antioxidant activity.

Several methods have been developed for estimating total antioxidant activity in fruits and vegetables. This investigation used the DPPH methodology. The DPPH method assesses the ability of natural extracts to scavenge free radicals through a colorimetric test. This approach is commonly used to determine a chemical's antioxidant activity because it is highly repeatable under specific conditions (Armesto et al., 2019).

Figure 1 shows the DPPH radical scavenging activity of jalapeño peppers before and after cooking. The control exhibited the highest DPPH activity at 90.6 %. However, DPPH activity significantly decreased after heat treatment ($p < 0.05$), presumably due to heat-induced antioxidant degradation and subsequent leaching into the cooking water. Boiling (29.1-36 %) and stir-frying (32.2-56.6 %) showed a greater reduction in DPPH activity than steaming (43.5-60.6 %) and roasting (52.9-90 %). There was no statistically significant difference in activity among samples with different cooking times, as reported in a study indicating RSA values did not differ significantly ($P > 0.05$) between raw, microwave-heated, and stir-fried samples (Chuah et al., 2008).

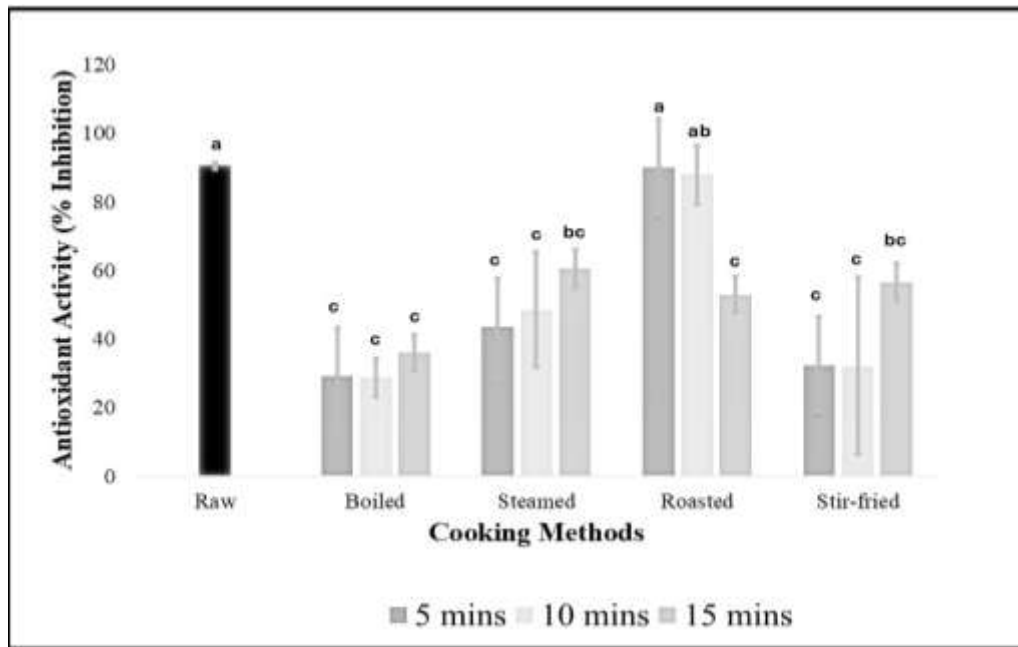


Figure 1. Effects of cooking methods and time on the antioxidant activity.

Effect of cooking methods on ascorbic acid.

Ascorbic acid is recognized as an essential water-soluble vitamin with significant nutritional value (Pellegrini et al., 2010). It works as a cofactor in multiple physiological processes and is an excellent antioxidant. As a result, obtaining sufficient dietary ascorbic acid is essential for the proper functioning of the human body (Alberts et al., 2025). However, temperature variations can affect the ascorbic acid content in food (Azeem et al., 2025).

Figure 2 shows changes in ascorbic acid levels in jalapeño peppers subjected to different cooking methods and times,

expressed on a fresh-weight basis. The ascorbic acid content of uncooked jalapeño peppers was 48.40 mg/100 g, consistent with the report by Rana et al. (2021). The ascorbic acid content decreased after cooking, irrespective of the method or temperature used. Specifically, in oven-cooked samples, ascorbic acid was reduced by 36.42–39.94 % from the initial level, whereas air-fried and infrared-cooked samples showed reductions of 29.46–33.18 and 35.35–40.45 %, respectively (Zhao et al., 2024). In contrast, heat treatments reduced the ascorbic acid content in peppers by between 15 and 87 %. Significant differences were observed among the cooking methods, although variation due to cooking time was not significant (Ornelas-Paz et al., 2013).

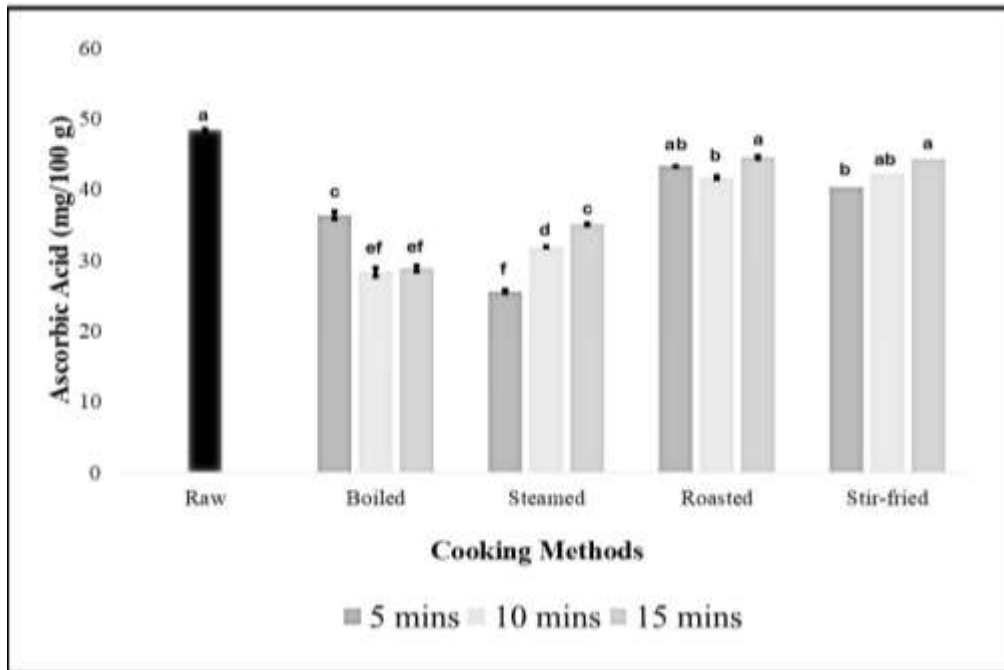


Figure 2. Effect of Cooking Methods and Time on the Ascorbic Acid Content.

Effect of cooking time within each cooking method.

Cooking markedly alters the nutrient content of vegetables, altering the concentrations of vitamins and bioactive compounds that contribute to antioxidant activity (Lee et al., 2017). Recent research has examined the effects of cooking duration and method on

antioxidant levels, total phenolic content, and vitamin C in various vegetables (Mengistu & Beri, 2024). Generally, cooking methods that use minimal water and short durations tend to preserve or enhance certain antioxidants, whereas extended boiling or high-temperature treatments result in greater nutrient loss (Rana et al., 2021).

Table 1. Effect of cooking time within each cooking method.

Cooking Methods	F-value	p-value (Sig)
Antioxidant Activity		
Boiling	0.568	0.594
Steaming	0.141	0.871
Roasting	0.012	0.988
Stir-Frying	1.231	0.357
Ascorbic Acid		
Boiling	0.002	0.998
Steaming	0.005	0.995
Roasting	0.015	0.985
Stir-Frying	0.007	0.993

In Table 1, according to this study, cooking time (5, 10, or 15 minutes) does not significantly affect antioxidant activity as measured by the DPPH Assay. Although stir-frying yields numerically larger F-values, it still fails to reach statistical significance.

Across the four cooking methods, cooking times (5, 10, or 15 minutes) did not produce statistically significant differences in ascorbic acid content. This suggests that within-method cooking time is not a major factor affecting nutritional retention or loss, though

other cooking methods have significant effects. Zhao et al. (2024) reported no significant differences in ascorbic acid levels among samples subjected to the same cooking method at varying heating temperatures, indicating that changes in cooking time did not substantially affect ascorbic acid content. These results show that, within a given cooking method, duration is not a primary factor influencing nutritional retention or loss, although the choice of cooking method remains important.

DISCUSSION

The observed decline in antioxidant activity following thermal treatments is likely due to heat-induced degradation of certain antioxidants, leading to their subsequent leaching into the cooking water, as reported by Chuah et al. (2008). In the study by Demirel-Ozbek & Saral (2023), it was determined that the radical-scavenging effect of boiled and microwaved chard samples increased significantly ($P < 0.05$); similarly, in the study by Ozbek & Saral (2023), DPPH radical scavenging activity showed a continuous increase with cooking time, reaching its maximum at 15 minutes, except during roasting, while antioxidant activity decreased in stir-fried samples after 10 minutes. This could be because boiling, steaming, and stir-frying often soften the plant matrix and break down cell walls, making bound phenolic compounds and antioxidants (like flavonoids and capsaicinoids) more bioavailable. Roasting may not hydrate or soften jalapeño pepper tissue as effectively under dry heat, and the elevated temperatures involved can result in oxidation and breakdown of sensitive antioxidants such as vitamin C and polyphenols.

Cervantes-Paz et al. (2012) observed that heat processing reduced pigment concentrations in jalapeño peppers compared with raw

samples, although the study did not provide specific details on the temperatures or durations used. This could be because heat softens plant tissues and breaks down cell walls, releasing previously bound phenolic compounds. However, in contrast to Mwebi & Ogendi (2020), the present study found that heat treatments significantly reduced the ascorbic acid content in raw peppers, with decreases of 15–87 % depending on the method used (Ornelas-Paz et al., 2010).

According to this study's findings, the greatest loss occurred during boiling and steaming, likely due to ascorbic acid's high-water solubility. The longer the boiling time, the more vitamin C is lost to the surrounding water, as supported by studies by Lee et al. (2017) and Hwang et al. (2012), who found that the most significant loss occurs during the boiling process as boiling destroyed vitamin C in almost all the samples, with nutrient retention ranging from 0 to 73.86 % while steaming treatment significantly reduced the retention of vitamin C in all vegetables, except broccoli, with retention ranging from 0 to 89.24 %. Stir-frying and roasting are both cooking methods that generally retain more nutrients in jalapeño peppers than boiling, as these dry-heat techniques do not involve contact with water, which could cause vitamin C to leach into the cooking medium (Gupta & Mamta, 2025). This result also coincides with the findings of Lee et al. (2017), who reported that microwaving had a less significant impact on vitamin C content, with high retention (>90 %) observed for spinach, carrots, sweet potatoes, and broccoli. It was also noted that steaming and microwaving retained higher vitamin C concentrations than boiling, due to reduced contact with water at lower temperatures. Using minimal cooking water and cooking for shorter periods should result in higher vitamin C retention. Chuah et al. (2008) suggested using microwave heating, stir-frying, or minimal water and heat

exposure for no more than five minutes to preserve vitamin C and other antioxidants.

CONCLUSION

The current study shows that jalapeño peppers are a fruit high in essential bioactive compounds, including high antioxidant activity and ascorbic acid. However, domestic cooking considerably alters the levels of nutrients and health-promoting compounds in these chilies. The four cooking methods (boiling, steaming, stir-frying, and roasting) altered the ascorbic acid content and antioxidant activity. Boiling and steaming resulted in significant ascorbic acid loss, whereas roasting and stir-frying helped preserve it. On the other hand, all cooking methods significantly reduced pepper's antioxidant activity, except roasting. To retain the maximum nutritional value, consumers can roast and stir-fry jalapeño peppers.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks to the Head of the Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, for allowing the research work to be conducted in their laboratory, and to the laboratory technician for his assistance.

FUNDING

This research work was funded by Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), México, and the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro through the project entitled: "Impact of cooking methods on the antioxidant activity and bioaccessibility of bioactive compounds in jalapeño peppers," with Key: 38-111-425601002-2981.

DECLARATION OF CONFLICT OF INTEREST

All authors declare that they do not have any conflict of interest.

LITERATURE CITED

- Alberts, A., Moldoveanu, E.-T., Niculescu, A.-G., & Grumezescu, A. M. (2025). Vitamin C: A Comprehensive Review of Its Role in Health, Disease Prevention, and Therapeutic Potential. *Molecules*, *30*(3), 748. <https://doi.org/10.3390/molecules30030748>
- Alotaibi, S. H., Babiker, E. E., Alshammari, G. M., & Yahya, M. A. (2024). The Effect of Cooking and Simulated Digestion on the Antioxidants and Minerals in Rice Grains: A Predictor for Nutritional Efficiency. *Agriculture*, *14*(8), 1270. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081270>
- Armesto, J., Gómez-Limia, L., Carballo, J., & Martínez, S. (2019). Effects of different cooking methods on the antioxidant capacity and flavonoid, organic acid and mineral contents of Galega Kale (*Brassica oleracea* var. acephala cv. Galega). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *70*(2), 136–149. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1482530>
- Association of Official Analytical Chemists. (1990). Official methods of Analysis of the AOAC. 15th ed. Arlington, VA, USA: AOAC International, 1990
- Azeem, R., Aslam, M., Mehmood, T., & Al-Essa, L. A. (2025). Predicting extreme thermal degradation of ascorbic acid (Vitamin C) using Bayesian-Inverse Weibull models: Applications in stability analysis and process optimization. *PLOS One*, *20*(12), e0328554. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0328554>
- Cerit, İ., Pabuçcu, D., Sezgin, M., Bulut, B., & Demirkol, O. (2025). Effects of

- cooking on glutathione, cysteine, beta-carotene, ascorbic acid concentrations and antioxidant activity of red bell peppers (*Capsicum annum* L.). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 39, 101092. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.101092>
- Cervantes-Paz, B., Yahia, E. M., Ornelas-Paz, J. de J., Gardea-Béjar, A. A., Ibarra-Junquera, V., & Pérez-Martínez, J. D. (2012). Effect of Heat Processing on the Profile of Pigments and Antioxidant Capacity of Green and Red Jalapeño Peppers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(43), 10822–10833. <https://doi.org/10.1021/jf303091u>
- Chuah, A. M., Lee, Y. C., Yamaguchi, T., Takamura, H., Yin, L. J., & Matoba, T. (2008). Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. *Food Chemistry*, 111(1), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.022>
- Conaculta. (2021). El Cocinero Mexicano, Colección de Recetarios Antiguos.
- Demirel-Ozbek, Y., & Saral, O. (2023). The effect of different cooking methods on the antioxidant activity of wild Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. cicla). *Czech Journal of Food Sciences*, 41(5), 375–381. <https://doi.org/10.17221/114/2023-CJFS>
- Douiri-Bedoui, I., Abdellaoui, H., Alexa, R., Jacolot, P., Druon, C., Tessier, F. J., & Laguerre, J.-C. (2011). Optimization of microwave cooking of courgette in terms of nutrient preservation and energy consumption. *Procedia Food Science*, 1, 805–813. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.122>
- FAOSTAT. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), FAOSTAT: Statistical Database, 2020. [Online]. Available: <https://www.fao.org/faostat/>
- Fратиани, A., D'Agostino, A., Niro, S., Bufano, A., Paura, B., & Panfili, G. (2021). Loss or Gain of Lipophilic Bioactive Compounds in Vegetables after Domestic Cooking? Effect of Steaming and Boiling. *Foods*, 10(5), 960. <https://doi.org/10.3390/foods10050960>
- Gamba, M., Raguindin, P. F., Asllanaj, E., Merlo, F., Glisic, M., Minder, B., ... Muka, T. (2021). Bioactive compounds and nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. cicla and flavesces): a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(20), 3465–3480. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1799326>
- Gupta, D., & Mamta Kumari, D. (2025). Impact of food processing on nutrient retention and loss: a comprehensive review of key effects and mechanisms. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 12(8). <https://doi.org/10.56975/jetir.v12i8.567493>
- Hwang, I. G., Shin, Y. J., Lee, S., Lee, J., & Yoo, S. M. (2012). Effects of different cooking methods on the antioxidant properties of red pepper (*Capsicum annum* L.). *Preventive Nutrition and Food Science*, 17(4), 286–292. <https://doi.org/10.3746/pnf.2012.17.4.286>
- Jafari, M., Koocheki, A., & Milani, E. (2017). Effect of extrusion cooking of sorghum flour on rheology, morphology and heating rate of sorghum–wheat composite dough. *Journal of Cereal*

- Science*, 77, 49–57.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.07.011>
- Lee, S., Choi, Y., Jeong, H. S., Lee, J., & Sung, J. (2017). Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Science and Biotechnology*.
<https://doi.org/10.1007/s10068-017-0281-1>
- Mengistu, H. K., & Beri, G. B. (2024). Cooking effect on bioactive compounds and antioxidant capacity of red pepper (*Capsicum annum* L.). *Heliyon*, 10(17), e35418.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35418>
- Mwebi, N. O., & Ogendi, B. M. O. (2020). Effect of boiling, steaming, stir-frying and microwave cooking on the antioxidant potential of peppers of varying pungency. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1834661.
<https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1834661>
- Murador, D. C., Mercadante, A. Z., & de Rosso, V. V. (2016). Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. *Food Chemistry*, 196, 1101–1107.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.037>
- Njus, D., Kelley, P. M., Tu, Y.-J., & Schlegel, H. B. (2020). Ascorbic acid: The chemistry underlying its antioxidant properties. *Free Radical Biology and Medicine*, 159, 37–43.
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.07.013>
- Ornelas-Paz, J. de J., Cira-Chávez, L. A., Gardea-Béjar, A. A., Guevara-Arauz, J. C., Sepúlveda, D. R., Reyes-Hernández, J., & Ruiz-Cruz, S. (2013). Effect of heat treatment on the content of some bioactive compounds and free radical-scavenging activity in pungent and non-pungent peppers. *Food Research International*, 50(2), 519–525.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.006>
- Ornelas-Paz, J. de J., Martínez-Burrola, J. M., Ruiz-Cruz, S., Santana-Rodríguez, V., Ibarra-Junquera, V., Olivas, G. I., & Pérez-Martínez, J. D. (2010). Effect of cooking on the capsaicinoids and phenolics contents of Mexican peppers. *Food Chemistry*, 119(4), 1619–1625.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.054>
- Pellegrini, N., Chiavaro, E., Gardana, C., Mazzeo, T., Contino, D., Gallo, M., ... Porrini, M. (2010). Effect of Different Cooking Methods on Color, Phytochemical Concentration, and Antioxidant Capacity of Raw and Frozen Brassica Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 4310–4321.
<https://doi.org/10.1021/jf904306r>
- Rana, M. R., Ahmad, H., Sayem, A. S. M., Jothi, J. S., Hoque, M. M., & Rahman, M. (2021). Effects of Different Cooking Methods on Physicochemical and Bioactive Compounds of Selected Green Vegetables in North Eastern Region, Bangladesh. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 9(2), 628–638.
<https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.9.2.26>
- Sánchez-Toledano, B. I., Camarena Gómez, D. M. J., López Santiago, M. A., & Cuevas Reyes, V. (2023). Consumer Preferences of Jalapeño Pepper in the Mexican Market. *Horticulturae*, 9(6),

684.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae9060684>
- Sindhi, V., Gupta, V., Sharma, K., Bhatnagar, S., Kumari, R., & Dhaka, N. (2013). Potential applications of antioxidants – A review. *Journal of Pharmacy Research*, 7(9), 828–835. <https://doi.org/10.1016/j.jopr.2013.10.001>
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., & Sokmen, A. (2006). Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chemistry*, 95(2), 200–204. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.031>
- USDA. (2019). *US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.*, USDA FoodData Central. [Online]. Available: <https://fdc.nal.usda.gov/>
- USDA. (2021). *Choose MyPlate.* [Online]. Available: <https://www.myplate.gov/>
- Zhao, W., Xu, Y., Kim, J., Lee, J.-W., Jung, M. Y., & Moon, B. (2024). Effects of cooking methods on antioxidant activity and acrylamide formation in red bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Science and Biotechnology*, 33(10), 2323–2331. <https://doi.org/10.1007/s10068-024-01623-y>



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Evaluación antagonica de *Bacillus subtilis* aislado de zonas áridas de Sonora contra *Fusarium oxysporum* en sandía

Antagonistic evaluation of *Bacillus subtilis* isolated from arid zones of Sonora against *Fusarium oxysporum* in watermelon

Andrade-Bustamante, G.¹, Martínez-Ruiz, F.E.^{1*}, Rueda-Puente, E.O.^{2*}

¹ Universidad Estatal de Sonora, Programa Educativo de Ingeniero en Horticultura. Ley federal del trabajo S/N. Col. Apolo. Hermosillo, Sonora. CP 83100, México; (Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5442-3488>; <https://orcid.org/0000-0002-6589-6886>).

² Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería, Boulevard Luis Encinas y Rosales S/N. Col. Centro. Hermosillo, Sonora. CP 83000, México; (<https://orcid.org/0000-0002-9724-0558>). gabriela.andrade@ues.mx; francisco.martinez@ues.mx*; edgar.rueda@unison.mx*

Innovación: Antagonismo de *Bacillus subtilis* procedente de ambientes áridos frente a *Fusarium oxysporum* en sandía.

Área de aplicación: Agricultura sustentable de zonas áridas.

Recibido: 8 diciembre 2025

Aceptado: 20 marzo 2026

Abstract

The growing demand for organic products is driving the search for sustainable alternatives that reduce the use of agrochemicals and protect environmental health. In this context, biocontrol using rhizospheric microorganisms is emerging as a key solution, with the genus *Bacillus* standing out for its abundance and metabolic versatility. In particular, *Bacillus subtilis* has the ability to produce antimicrobial metabolites that effectively inhibit various phytopathogens, in addition to acting as a potent promoter of plant growth. However, it is essential to evaluate these interactions beyond the laboratory, as the mechanisms of action can vary when faced with the complexity of real-world agricultural ecosystems. The aim of this study was to evaluate the in vitro antagonistic effect of native and commercial *Bacillus subtilis* strains against *Fusarium oxysporum*, the causal agent of vascular wilt in watermelon. Four native *Bacillus subtilis* strains were isolated from rhizospheric soils associated with palo verde trees in different locations of Sonora, Mexico. Likewise, *Fusarium oxysporum* was isolated from symptomatic watermelon plants and morphologically characterized. The antagonism assay was conducted through dual culture on PDA, assessing mycelial growth as an indicator of inhibition. Results showed that all native strains significantly reduced *Fusarium*

oxysporum mycelial growth, with values ranging from 2.5 to 3.3 cm compared to the control (5.8 cm). *Bacillus subtilis* strain 02 exhibited the highest antagonistic capacity, even outperforming the commercial biocontrol strain BsUV. Images from the assay revealed clear inhibition halos, mycelial deformation, and reduced fungal density, visually confirming the antagonistic effect. These findings demonstrate the potential of native *Bacillus subtilis* strains as biological control agents for managing *Fusarium oxysporum* in watermelon production. Further studies under greenhouse and field conditions are recommended to validate their efficacy in real-world production environments. Overall, this work contributes to the development of sustainable strategies for plant disease management in agricultural systems of northwestern Mexico.

Keywords: *Bacillus subtilis*, *Fusarium* spp., Biological control, *In vitro* antagonism, Watermelon; Sonora.

Resumen

La creciente demanda de productos orgánicos impulsa la búsqueda de alternativas sustentables que reduzcan el uso de agroquímicos y protejan la salud ambiental. En este contexto, el biocontrol mediante microorganismos rizosféricos surge como una solución clave, destacando el género *Bacillus* por su abundancia y versatilidad metabólica. En particular, *Bacillus subtilis* posee la capacidad de producir metabolitos antimicrobianos que inhiben eficazmente a diversos fitopatógenos, además de actuar como un potente promotor del desarrollo vegetal. Sin embargo, es fundamental evaluar estas interacciones más allá del laboratorio, ya que los mecanismos de acción pueden variar al enfrentarse a la complejidad de los ecosistemas agrícolas reales. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto antagonista *in vitro* de cepas nativas y una cepa control de *Bacillus subtilis* contra *Fusarium oxysporum*, patógeno responsable de la marchitez vascular en sandía. Se aislaron cuatro cepas nativas de *Bacillus subtilis* de suelos rizosféricos asociados a árboles de palo verde en diferentes localidades del estado de Sonora, México. Asimismo, *Fusarium oxysporum* fue aislado de plantas de sandía con síntomas de marchitez y caracterizado morfológicamente. El ensayo antagónico se realizó mediante co-cultivo en medio PDA, evaluando el crecimiento micelial como indicador del efecto inhibitorio. Los resultados mostraron que las cuatro cepas nativas ejercieron inhibición significativa del crecimiento de *Fusarium oxysporum*, presentando valores entre 2.5 y 3.3 cm en comparación con el testigo (5.8 cm). La cepa *Bacillus subtilis* 02 fue la más efectiva, superando incluso al control biológico BsUV. Las imágenes del ensayo revelaron halos de inhibición, deformación micelial y reducción de densidad fúngica, confirmando visualmente el antagonismo observado. Los hallazgos evidencian el potencial de las cepas nativas de *Bacillus subtilis* como agentes de biocontrol en el manejo de *Fusarium oxysporum* en sandía. Se recomienda realizar estudios en condiciones de invernadero y campo para validar la eficacia en escenarios productivos reales. Este trabajo contribuye a la búsqueda de alternativas sustentables para el manejo fitosanitario en sistemas agrícolas del noroeste de México.

Palabras clave: *Bacillus subtilis*, *Fusarium* spp., Control biológico, Antagonismo *in vitro*, Sandía, Sonora.

I. Introducción

La sandía (*Citrullus lanatus*) tiene gran importancia comercial a nivel mundial. México ocupa el décimo lugar como productor en el mundo comercializando principalmente a Canadá, Estados Unidos y Países Bajos. En los últimos diez años, la exportación hacia otros países ha crecido a una tasa promedio del 8% anual; en México destaca el estado de Sonora como el principal productor de sandía (Uzcanga-Pérez *et al.*, 2015). Sin embargo, la producción de sandía en México ha sido afectada debido a la presencia de enfermedades transmitidas a través del suelo, entre las que destaca el género-especie *Fusarium oxysporum*, nematodos del género *Meloidogyne* spp. y el virus de la mancha necrótica del melón (MNSV). El género *Fusarium* comprende muchas especies de hongos filamentosos ampliamente distribuidos a nivel mundial, donde varios miembros de este género pueden causar enfermedades en cultivos importantes como arroz, maíz, trigo, frijol, soya, calabaza, melón (Rentería-Martínez *et al.*, 2018). La enfermedad de la marchitez causada por *Fusarium oxysporum*, es una enfermedad devastadora y ampliamente distribuida en diferentes regiones productoras; un método de control ampliamente utilizado es el químico, sobre todo para las razas 1 y 2 (Ji *et al.*, 2022).

Actualmente, los sistemas de producción orgánica y el consumidor demandan productos libres de agroquímicos, que como premisa está el disminuir los riesgos que se generan en el ambiente y en la salud humana; es por lo anterior la importancia de promover el uso de alternativas sustentables (Bonatelli *et al.*, 2021). Entre estas alternativas de biocontrol resalta el uso de macro y microorganismos benéficos donde los metabolitos de bajo peso molecular, muestran efectos de antibiosis vs enfermedades fitopatógenas; un grupo en particular son los microorganismos rizosféricos capaces de controlar el

establecimiento de enfermedades (Kloepper *et al.*, 2004), resaltando aquellas cepas microbianas del género *Bacillus*, debido a una alta abundancia y diversidad en los agro-sistemas (suelo, agua y planta), siendo significativamente mayor la población en comparación a otros géneros microbianos, y además, por las diversas capacidades metabólicas para producir antibióticos, metabolitos antimicrobianos y antifúngicos (Villarreal-Delgado *et al.*, 2018). Estudios *in vivo* e *in vitro* reportan que *Bacillus subtilis* inhibe el crecimiento del hongo patógeno *Fusarium subglutinans* por metabolitos termoestables, considerando la antibiosis como un mecanismo de acción (Zhao *et al.*, 2014). Por otra parte, Ji *et al.* (2022) indican que el efecto promotor, es otra de las cualidades que muestra *Bacillus subtilis*. Con relación a la habilidad biocontroladora, si bien es cierto son pocos los estudios que contemplan la interacción dentro del sistema tritrófico, estos difieren cuando se estudia bajo condiciones de laboratorio, las cuales están sesgadas para lograr la máxima expresión de los mecanismos de acción (Puño *et al.*, 2011).

El estado de Sonora es uno de los principales productores de sandía (*Citrullus lanatus*) el cual se ve afectado por la presencia de problemas fitosanitarios, provocados principalmente por hongos del suelo destacándose *Fusarium oxysporum*. Actualmente y con la finalidad de tener sistemas de producción más sustentables, los productores de sandía demandan alternativas de control biológico y es por lo anterior que, en el presente estudio, se centró en evaluar *in vitro* el efecto antagonista de cepas nativas de *Bacillus subtilis* (incluyendo aislados nativos y un control) frente a *Fusarium oxysporum* aislado de cultivo de sandía.

II. Método experimentales

Aislamiento e Identificación de *Bacillus subtilis* y *Fusarium oxysporum*

Para el proceso de muestreo de plantas, aislamiento e identificación de *Bacillus subtilis*, se recolectaron muestras de suelo rizosférico (SR) y cortes de raíz obtenidos de árboles de "palo verde" (*Parkinsonia florida*) (Meneguzzi *et al.*, 2024). Los ejemplares seleccionados se encontraban en época de floración (segunda semana de abril), con una altura entre 3±0.50 m y un diámetro de copa de 2.5 a 3 m. Para garantizar la integridad del aislamiento, los sitios se ubicaron alejados de suelos agrícolas (~10 km) en las siguientes cuatro localidades: San Carlos (01): 27.9638° N, 111.0583° W; Bahía de Kino (02): 28.8225° N, 111.9400° W; Álamos (03): 27.0250° N, 108.9369° W; San Miguel de Horcasitas (04): 29.4850° N, 110.7340° W.

Caracterización Climática de los Sitios

Las condiciones climáticas de estas áreas, de acuerdo con Van Devender *et al.* (2010), se describen a continuación:

Bahía de Kino, Sonora: Presenta un clima desértico (clasificación de Köppen BWh) con temperaturas medias anuales altas y precipitaciones muy escasas. Durante el año, las temperaturas promedio oscilan entre 17 °C y 32 °C (alcanzando máximas de 38 °C y mínimas nocturnas inferiores a 10 °C). La precipitación anual ronda los 125 mm, concentrándose en los meses más cálidos; la humedad relativa es moderada con variaciones estacionales y un alto número de horas de sol.

San Carlos, Sonora: Posee un clima árido con precipitaciones bajas. Según datos promedio, recibe aproximadamente 188 mm de lluvia al año con un marcado patrón estacional: el mes más lluvioso es septiembre (~69 mm), mientras que en mayo es prácticamente nula. Las temperaturas varían de los 16 °C

(mínimas) a los 39 °C (máximas). La humedad promedio es de moderada a baja y se registran vientos notables en días despejados.

Álamos, Sonora: Se caracteriza por un clima más diversificado dentro del estado. Según pronósticos y observaciones recientes, presenta días calurosos (máximas de 30–32 °C) y noches templadas. La humedad relativa suele ser más elevada que en las zonas costeras y, aunque las lluvias no son diarias, existen días con probabilidad de lluvia ligera según los pronósticos locales.

San Miguel de Horcasitas, Sonora: Cuenta con un clima seco y cálido. Según datos de pronóstico, registra noches frescas (mínimas de 13-15 °C) y máximas diurnas que superan los 30 °C. La precipitación es ocasional con lluvias débiles estacionales; la humedad relativa es variable y los vientos ligeros son frecuentes según reportes de condiciones climáticas locales.

Aislamiento e Identificación de *Bacillus subtilis*: Procesamiento y Cultivo

Las muestras se trasladaron al laboratorio de Fitopatología de la Universidad Estatal de Sonora (UES) en hieleras a 4 °C. El sistema radicular de *Parkinsonia florida* se caracterizó por presentar raíces secundarias y finas con presencia de suelo rizosférico adherido, mostrando una coloración parda típica y consistencia leñosa, sin signos aparentes de necrosis severa. Para el aislamiento, el suelo rizosférico se separó mecánicamente. Posteriormente, se seleccionaron segmentos de raíces sanas y con ligeros síntomas de estrés para realizar un macerado de tejido cortical utilizando un bisturí estéril, con el fin de liberar bacterias asociadas a la rizoplana y tejidos endofíticos, siguiendo el protocolo de Giri *et al.* (2025).

El procedimiento consistió en la suspensión aséptica de 1 g de muestra (SR o raspado) en 5 mL de agua destilada estéril, con agitación vigorosa en vortex por 20 s para obtener la solución madre. De esta, se inocularon 0.1 mL mediante la técnica de esparcimiento con espátula de Drigalsky en placas Petri con medio LB Agar. Siguiendo a Espinoza-Ahumada *et al.* (2019), las placas se incubaron a 35 °C durante 48 h para aislar la mayor cantidad de células cultivables. Posteriormente, se utilizaron contadores de colonias con lupa para diferenciar los aislados por color y forma.

Caracterización Taxonómica

La identificación se realizó bajo los criterios de Espinoza-Ahumada *et al.* (2019), buscando uniformidad visual en el estereomicroscopio. La diferenciación de otras especies de *Bacillus* se basó en: Morfología: Bacilos Gram positivos con tendencia a cadenas cortas y capacidad de formar endosporas ovales o subterminales (no distorsionantes). Aspecto en medio sólido: Colonias secas, opacas y de bordes irregulares (asociadas a sustancias extracelulares). Pruebas Bioquímicas: Perfiles metabólicos compatibles con Gram positivos esporulados y producción de enzimas extracelulares (amilasas y proteasas), éstas últimas con base a la metodología de Najafi *et al.* (2005). Producción de Amilasas: se utiliza el medio Agar Almidón (Agar Nutritivo suplementado con almidón soluble al 1% p/v); se inoculan 10 µL del cultivo bacteriano (ajustado a una densidad de 1×10^8 UFC/mL) de forma puntual en el centro de la placa. Posteriormente se incuban por 48 horas a 30 °C y se procede a un revelado, inundando la placa con solución de Lugol (yodo-yoduro de potasio). El yodo tiñe el almidón de azul oscuro/negro; la presencia de un halo transparente alrededor de la colonia indica una reacción positiva para la degradación de almidón por la enzima alpha-amilasa. Para la

producción de proteasas, se utiliza el medio Agar Leche (Agar Nutritivo suplementado con leche descremada estéril al 10% v/v o caseína al 1%). Se procede a una inoculación puntual de 10 µL del aislado de *B. subtilis*; enseguida ocurre una incubación por 48 a 72 horas a 30 °C. Para el revelado, el cual no requiere reactivos adicionales, la presencia de un halo de aclaramiento (translucidez) alrededor del crecimiento bacteriano indica la hidrólisis de la caseína por la acción de proteasas extracelulares.

Aislamiento e Identificación de *Fusarium oxysporum*: Origen y Condiciones del Sitio

El aislamiento se realizó a partir de plantas de sandía mini triploide (variedad Extazy, Hazera Genetics) en etapa de floración y amarre, con síntomas de marchitez vascular. Las muestras provienen del Campo Experimental Agrícola de la UES (29° 07' 06" N, 109° 58' 08" W).

Dicha área presenta un clima desértico con Precipitación media anual: 321 mm; Evapotranspiración potencial: 2704 mm.; Temperatura: Media anual de 23.1 °C (Extremas de -3.5 °C en invierno y 49 °C en verano).

Protocolo de Laboratorio y Purificación

Las plantas fueron trasladadas al laboratorio bajo las mismas condiciones de refrigeración (4 °C). Se separó el SR y se realizaron raspados radiculares con bisturí. El suelo y piezas de corteza (0.05 mm) se suspendieron en 5 mL de agua destilada estéril (vortex, 20 s). Se inocularon 0.1 mL de la solución madre en Agar Papa Dextrosa (PDA) e incubaron a 28 °C durante 120 h.

Los hongos con micelio algodonoso y tonalidades de blanco a rosado fueron purificados en nuevas placas de PDA para asegurar aislados libres de contaminación, conforme a Latiffah *et al.* (2010).

Caracterización Morfológica

Siguiendo a Leslie *et al.* (2006), se identificaron las siguientes estructuras: Microconidios de formas ovoides, elípticas o reniformes; de 5–12 µm; uninucleados (septos: 0-1); dispuestos en falsas cabezas o cadenas cortas (monofialidales o polifialidales); Macroconidios tipo fusiformes, ligeramente curvados; de 27-55 µm; y con 3 a 5 septos y pared delgada; producidos en esporodoquios y Clamidoconidios que fueran redondas, de localización terminal o intercalada.

Ensayo de Antagonismo *in vitro*: *Bacillus subtilis* vs. *Fusarium oxysporum*

Para evaluar la actividad antagónica, se inoculó en una placa de Agar Papa Dextrosa (PDA) una gota de 10 µL con una concentración de (1×10^5) esporas de *F. oxysporum*, permitiendo su desarrollo por 48 h. Posteriormente, se marcó un cuadro perimetral alrededor del fitopatógeno utilizando el aislado de *B. subtilis* a evaluar, el cual fue cultivado previamente en caldo LB durante 24 h a 28 °C. Como controles del experimento se establecieron: Testigo: Placa de *Fusarium* a libre crecimiento. Control Positivo: Cepa *Bacillus subtilis* strain BsUV (Zulueta-Rodríguez *et al.*, 2015), la cual fue proporcionada por el Laboratorio de Interacción planta microorganismo del Departamento de Agricultura de la Universidad de Sonora. El ensayo se monitoreó diariamente hasta las 96 h para observar la delimitación del crecimiento y la formación de halos de inhibición (Adhikari y Shrestha, 2021). Aquellos aislados que presentaron actividad antagónica fueron conservados en caldo LB con glicerol al 20% a -20 °C (Adhikari y Shrestha, 2021). Se consideraron 4 tratamientos (aislados), un tratamiento como control positivo con el strain BsUV y el control sin antagonista; cada tratamiento consideró 10 repeticiones originando 60 unidades experimentales.

Evaluación del Antagonismo

La respuesta del fitopatógeno se determinó mediante parámetros cualitativos y cuantitativos. El indicador principal fue la reducción relativa del crecimiento micelial en comparación con el testigo. Para garantizar la objetividad y evitar sesgos, las placas se distribuyeron de manera aleatoria durante el proceso de evaluación.

El crecimiento radial del micelio se midió en milímetros (mm) utilizando un calibrador digital (STW-9405) a las 96 h. El Porcentaje de Inhibición del Crecimiento Micelial (PICM) (Li *et al.*, 2025) se calculó mediante la fórmula de crecimiento radial comparativo:

$$PICM = (R1 - R2)/R1 \times 100$$

Donde: R1 es el radio del crecimiento del hongo en la placa testigo (control sin antagonista).

R2 es el radio del crecimiento del hongo en la placa con el tratamiento de *B. subtilis*.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El estudio se rigió bajo un diseño completamente al azar. La variable de respuesta principal fue el porcentaje (%) de inhibición del crecimiento micelial obtenido en los ensayos *in vitro*. Para la interpretación de los resultados, se aplicaron los siguientes procedimientos: Los datos recolectados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA). Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$). Todos los procedimientos estadísticos se seleccionaron de acuerdo con la naturaleza de las variables analizadas para asegurar la robustez de los resultados.

III. Resultados y discusión

El aislamiento e identificación de los microorganismos permitió obtener cuatro cepas nativas de *Bacillus subtilis*: *Bacillus*

subtilis 01 (San Carlos), *Bacillus subtilis* 02 (Bahía de Kino), *Bacillus subtilis* 03 (Álamos) y *Bacillus subtilis* 04 (San Miguel de Horcasitas). Estas cepas mostraron características morfológicas y bioquímicas consistentes con lo descrito en la literatura taxonómica clásica y reciente (Bergey *et al.*, 2009; Sousa *et al.*, 2025), incluyendo morfología colonial opaca, presencia de endosporas subterminales sin deformación del esporangio y actividad enzimática extracelular (amilasas y proteasas).

Por su parte, el aislado de *Fusarium oxysporum* obtenido de plantas sintomáticas de sandía mostró características morfológicas acordes con la descripción de Leslie *et al.* (2006) y Latiffah *et al.* (2010), incluyendo micelio algodonoso de tonalidad blanca a rosácea, macroconidios fusiformes de 3–5 septos y microconidios ovalados dispuestos en falsas cabezas. La presencia simultánea de macroconidios, microconidios y clamidoconidios confirmó la identidad típica de especies del complejo *Fusarium oxysporum*.

En el ensayo antagónico *in vitro*, el tratamiento testigo (sin presencia de *Bacillus subtilis*) exhibió un crecimiento micelial de 5.8 cm (Fig. 1E), lo cual representa el crecimiento máximo bajo las condiciones de incubación del experimento. En contraste, todas las cepas de *Bacillus subtilis* produjeron reducción significativa del crecimiento de *Fusarium oxysporum*, con valores que oscilaron entre 2.5 y 3.3 cm (Tabla 1).

Tabla 1. Diámetro de crecimiento de *Fusarium oxysporum* bajo diferentes tratamientos con *Bacillus subtilis*.

Tratamiento	Crecimiento micelial (cm)
<i>Bacillus subtilis</i> 01 vs <i>Fusarium</i>	3.1± 0.3 ab
<i>Bacillus subtilis</i> 02 vs <i>Fusarium</i>	2.5± 0.4 a
<i>Bacillus subtilis</i> 03 vs <i>Fusarium</i>	3.3± 0.3 ab
<i>Bacillus subtilis</i> 04 vs <i>Fusarium</i>	3.0± 0.5 ab
<i>Bacillus subtilis</i> BsUV (control +) vs <i>Fusarium</i>	2.9± 0.4 ab
Testigo (sin antagonista)*	5.8± 0.2 c

**Fusarium oxysporum*.

Se afirma que, entre las cepas nativas, *Bacillus subtilis* 02, aislada de Bahía de Kino, es numéricamente menor al control positivo BsUV (2.9 cm), pero estadísticamente similar (Fig. 1A), Asimismo, las cepas 01 y 04 mostraron valores intermedios (3.1 y 3.0 cm) (Fig. 1B), mientras que *Bacillus subtilis* 03 presentó la menor capacidad antagonista entre las aisladas (3.3 cm) (Fig. 1C), aunque aun así significativamente menor al testigo.

Las observaciones cualitativas fueron congruentes con los datos cuantitativos: en los tratamientos se identificó delimitación parcial del micelio y zonas de restricción en la periferia del crecimiento fúngico, mientras que el testigo presentó un crecimiento radiante y homogéneo típico de *Fusarium oxysporum* en PDA.

En conjunto, los resultados confirman que las cepas nativas de *Bacillus subtilis* poseen capacidad antagonista efectiva contra *Fusarium oxysporum*, aunque con variación entre los aislados.

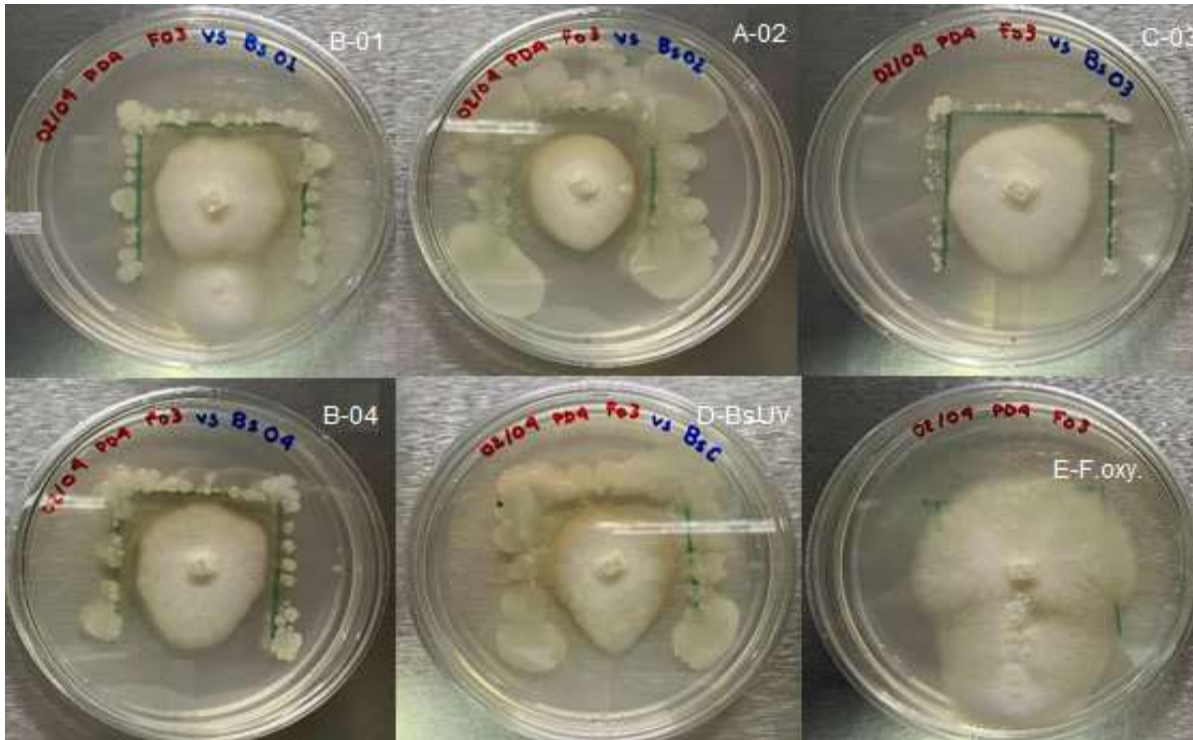


Figura 1. Reducción del crecimiento micelial y delimitación visible del halo de inhibición en presencia de cada una de las cepas bacterianas manifestado como un borde irregular o frenado del hongo frente al crecimiento bacteriano.

A) *Bacillus subtilis* 02: las imágenes muestran la zona más definida de restricción micelial, consistente con la medición más baja de crecimiento (2.5 cm). El micelio muestra deformación, menor densidad y un patrón de avance irregular, sugiriendo alta producción de metabolitos antifúngicos. B) *Bacillus subtilis* 01 y 04: efecto intermedio, donde el crecimiento micelial disminuye a 3.1 cm y 3.0 cm, respectivamente. El micelio presenta bordes ondulados y zonas donde el crecimiento parece detenido, lo que coincide con el antagonismo parcial medido. C) *Bacillus subtilis* 03: crecimiento más cercano al control, con 3.3 cm, y un micelio ligeramente menos denso. Aunque existe inhibición, es menos marcada que en los otros tratamientos. D) Control positivo BsUV: nivel de inhibición comparable al de las cepas nativas más efectivas (2.9 cm), confirmando la validez del ensayo. E) Testigo *F. oxysporum* (sin bacteria): micelio completamente expandido, sin señales de restricción, constituyendo el punto de comparación visual más contrastante.

Los resultados obtenidos en este estudio aportan evidencia consistente del potencial de *Bacillus subtilis* como agente biocontrolador contra *Fusarium oxysporum*, lo cual coincide con numerosos estudios previos realizados bajo condiciones *in vitro* e *in vivo*. La reducción significativa del crecimiento micelial concuerda con lo reportado por Zhao *et al.* (2014), quienes documentaron que metabolitos termoestables producidos por *Bacillus subtilis* demostraron fuerte antibiosis frente a *Fusarium subglutinans*. Asimismo, Villarreal-Delgado *et al.* (2018) señalan que la producción de lipopéptidos como surfactina, iturina y fengicina constituye uno

de los mecanismos más determinantes en la inhibición de fitopatógenos.

El hecho de que *Bacillus subtilis* 02 resultara la más eficiente sugiere que factores ambientales propios de su sitio de origen (Bahía de Kino), como clima árido y alta radiación solar, podrían estar asociados a una microbiota adaptada a estrés, lo que favorece la selección de cepas con capacidades metabólicas diferenciadas. Estudios recientes muestran que cepas nativas aisladas de ambientes semiáridos tienden a presentar una elevada plasticidad fisiológica y potencial para producir metabolitos secundarios

(Bonatelli *et al.*, 2021). Por ello, la superioridad de *Bacillus subtilis* 02 podría relacionarse con la presión selectiva del ambiente de origen, un aspecto que ha cobrado relevancia en investigaciones que vinculan ecología microbiana con biocontrol.

Las diferencias observadas en la inhibición de *F. oxysporum* entre los distintos aislados de *B. subtilis* sugieren una amplia variabilidad en su potencial antagónico (Xu *et al.*, 2022; Sousa *et al.*, 2025). Esta heterogeneidad en las respuestas podría estar asociada a una diversidad funcional y metabólica propia de cada cepa, lo que se traduce en una producción diferencial de metabolitos secundarios y enzimas extracelulares, independientemente de su similitud taxonómica (Harwood, 2007; Pedraza *et al.*, 2020).

En cuanto al hongo patógeno, *Fusarium oxysporum* mostró el patrón de crecimiento esperado en PDA (Fig. 1E), reproduciendo características descritas por Logan y De Vos (2009). La inhibición significativa observada en presencia de las cepas bacterianas indica que la antibiosis y competencia por nutrientes son los mecanismos más probables en este estudio. Esta interpretación coincide con resultados obtenidos por Adhikari *et al.* (2021), quienes demostraron que *Bacillus subtilis* puede reducir la disponibilidad de nutrientes esenciales para *Fusarium oxysporum* y producir metabolitos fungistáticos.

Otro punto relevante es que las cepas nativas exhibieron actividad comparable, e incluso superior en algunos casos, al control biológico BsUV. Esto refuerza la literatura que sugiere que cepas nativas suelen adaptarse mejor a condiciones edafoclimáticas locales, lo que incrementa su éxito potencial en fases posteriores de aplicación en campo (Kashyap *et al.*, 2021; Sun *et al.*, 2025).

Por su parte, los resultados coinciden con estudios realizados en sistemas de producción de cucurbitáceas, donde *Bacillus subtilis* ha sido exitoso en mitigar enfermedades vasculares provocadas por *Fusarium* spp.. Kloepper *et al.* (2004), demostraron que *Bacillus subtilis* puede inducir resistencia sistémica, mientras que Ji *et al.* (2022) reportaron efectos promotores de crecimiento que podrían complementar el biocontrol.

El presente estudio se desarrolló bajo condiciones *in vitro*, donde la expresión de mecanismos de acción bacterianos puede verse favorecida o maximizada (Pedraza *et al.*, 2020). Por ello, aunque los resultados son sólidos para demostrar antagonismo, es necesario avanzar hacia estudios en invernadero y campo considerando las interacciones tritróficas (planta–patógeno–rizobacteria) (Kashyap *et al.*, 2021). La cepa *Bacillus subtilis* 02 podría ser candidata prioritaria para tales ensayos.

Además, la identificación de los sitios de origen de las cepas bacterianas (Bahía de Kino, San Carlos, Álamos y San Miguel de Horcasitas), todos ellos con condiciones climáticas documentadas recientemente por Van Devender *et al.* (2010) y Khan *et al.* (2021) permiten contextualizar la ecología microbiana regional. Los entornos áridos del noroeste de México son reconocidos como reservorios de microorganismos con potencial biotecnológico, lo que fortalece el valor de las cepas aisladas (Tsotetsi *et al.*, 2022).

IV. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones

Los resultados obtenidos demostraron que las cepas nativas de *Bacillus subtilis* aisladas de diferentes regiones de Sonora poseen un efecto antagónico significativo contra *Fusarium oxysporum*, agente causal de la

marchitez vascular en sandía. Todas las cepas evaluadas redujeron de manera consistente el crecimiento micelial del patógeno en comparación con el testigo, siendo la cepa *Bacillus subtilis* 02, proveniente de Bahía de Kino, la que presentó la mayor capacidad de inhibición, incluso superior al control biológico control BsUV. La evidencia cuantitativa se vio reforzada por las observaciones cualitativas de las imágenes, donde se apreciaron halos de inhibición, deformación del micelio y reducción de la densidad fúngica.

Estos resultados confirman el potencial de las cepas nativas como agentes de biocontrol y resaltan la importancia de explorar la microbiota regional, especialmente en ambientes áridos que favorecen la selección de microorganismos con alta plasticidad fisiológica. Aunque el antagonismo observado *in vitro* constituye un primer paso sólido, son necesarios estudios posteriores en condiciones de invernadero y campo para evaluar la estabilidad, eficacia y consistencia de estas cepas en sistemas agrícolas reales. En conjunto, el estudio aporta información relevante para el desarrollo de alternativas sustentables de manejo fitosanitario en el cultivo de sandía en Sonora.

V. Referencias

- Adhikari, P., Pal, A. K., & Shrestha, S. (2021). Antagonistic activity of *Bacillus subtilis* against soilborne fungal pathogens. *Journal of Applied Microbiology*, 130(5), 1504–1515. https://www.researchgate.net/publication/391423878_ANTAGONISTIC_ACTIVITY_OF_BACILLUS_STRAIN_AGAINST_FUNGAL_PATHOGENS
- Bonatelli, M. L., Lacerda-Júnior, G. V., dos Reis Junior, F. B., Fernandes-Júnior, P. I., Melo, I. S., & Quecine, M. C. (2021). Beneficial plant-associated microorganisms from semiarid regions and seasonally dry environments: a review. *Frontiers in Microbiology*, 11, 553223. doi: 10.3389/fmicb.2020.553223
- Bergey, D. H., Whitman, W. B., De, V. P., Garrity, G. M., & Jones, D. (2009). Genus *Bacillus*. En P. H. A. Sneath (Ed.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (Vol. 2). *Bergey's manual of systematic bacteriology: Vol. 3*. New York: Springer, 450 p.
- Espinoza-Ahumada, C. A., Gallegos-Morales, G., Ochoa-Fuentes, Y. M., Hernández-Castillo, F. D., Méndez-Aguilar, R., & Rodríguez-Guerra, R. (2019). Antagonistas microbianos para biocontrol de la marchitez y su efecto promotor en el rendimiento de chile serrano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2020>
- Giri, B.R., Chattaraj, S., Rath, S., Pattnaik, MM, Mitra, D. & Thatoi, H. (2025). Descubriendo el mecanismo molecular de *Azospirillum* en la promoción del crecimiento vegetal. *Bacteria*, 4(3), 36. <https://doi.org/10.3390/bacteria4030036>
- Harwood, C. R. (2007). *Bacillus subtilis* as a model for bacterial systems biology. *Encyclopedia of Life Sciences*, 1978-1988. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0002027>
- Ji, C., Chen, Z., Kong, X., Xin, Z., Sun, F., Xing, J., Li, C., Li, K., Liang, Z., & Cao, H. (2022). Biocontrol and plant growth promotion by combined *Bacillus* spp. inoculation affecting pathogen and AMF communities in

- the wheat rhizosphere at low salt stress conditions. *Front Plant Sci.* 8;13:1043171. doi: 10.3389/fpls.2022.1043171. PMID: 36570885; PMCID: PMC9773258.
- Kashyap, A. S., Manzar, N., Rajawat, M. V. S., Kesharwani, A. K., Singh, R. P., Dubey, S. C., Pattanayak, D., Dhar, S., Lal, S. K., & Singh, D. (2021). Screening and Biocontrol Potential of Rhizobacteria Native to Gangetic Plains and Hilly Regions to Induce Systemic Resistance and Promote Plant Growth in Chilli against Bacterial Wilt Disease. *Plants*, 10(10), 2125. <https://doi.org/10.3390/plants10102125>
- Khan, N., Ali, S., Shahid, M.A., Mustafa, A., Sayyed, R.Z., & Curá, J.A. (2021). Insights into the Interactions among Roots, Rhizosphere, and Rhizobacteria for Improving Plant Growth and Tolerance to Abiotic Stresses: A Review. *Cells*. 10(6):1551. doi: 10.3390/cells10061551.
- Kloepper, J. W., Ryu, C. M., & Zhang, S. (2004). Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*, 94(11), 1259-1266. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.11.1259>
- Latiffah, Z., Mah, Kok, F., Heng-Mei, H., Maziah, Z., & Baharuddin, S. (2010). *Fusarium* species isolated from mangrove soil in kampung pantai akeh, balik pulau, pulau pinang, malaysia. *Trop Life Sci Res.* 21(1):21-9.
- Leslie, J. F., Summerell, B. A., & Bullock, S. (2006). The *Fusarium* laboratory manual (Vol. 2, No. 10). Ames, IA: Blackwell Pub. DOI:10.1002/9780470278376
- Li, Y., Gao, Z., Kong, W., Xiao, Y., Adjei, M. O., & Fan, B. (2025). Biocontrol of Crown Gall Disease of Cherry Trees by *Bacillus velezensis*. *Plants*, 14(3), 475. <https://doi.org/10.3390/plants14030475>
- Logan, N. A., & De Vos, P. (2009). *Bacillus*. En P. De Vos, G. M. Garrity, D. Jones, N. R. Krieg, W. Ludwig, F. A. Rainey, K.-H. Schleifer & W. B. Whitman (Eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (Vol. 3). Springer. 549p.
- Meneguzzi, R.D.V., Fernandez, M., Cappellari, L.D.R., Giordano, W., & Banchio, E. (2024). Isolation and Characterization of Plant Growth-Promoting Bacteria from the Rhizosphere of Medicinal and Aromatic Plant *Mintostachys verticillata*. *Plants*, 13(15), 2062. <https://doi.org/10.3390/plants13152062>
- Najafi, M.F., Deobagkar, D., & Deobagkar, D. (2005). Purification and characterization of an extracellular alpha-amylase from *Bacillus subtilis* AX20. *Protein Expr Purif.*, 41(2):349-54. doi: 10.1016/j.pep.2005.02.015. PMID: 15866721.
- Pedraza, L.A., López, C.E., & Uribe-Vélez, D. (2020). Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción con plantas. *Acta Biológica Colombiana*, 25 (1), 112-125. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.75045>

- Puño, R., Terrazas, E., Álvares, T., Giménez, A., Mendoza, L., Hugh, S. & Loza-Murguía, M. (2011). Evaluación de la capacidad biocontroladora de metabólicos de *Trichoderma inhamatum* Bol12 QD sobre cepas nativas de *Phytophthora infestans* in vitro. *Revista de la Sociedad de Investigación Selva Andina* 2(1):26-33. <https://www.redalyc.org/articulo>
- Rentería-Martínez, M. E., Guerra-Camacho, M. Á., Ochoa-Meza, A., Moreno-Salazar, S. F., Varela-Romero, A., Gutiérrez-Millán, L. E., & Meza-Moller, A. D. C. (2018). Análisis filogenético multilocus del complejo fúngico asociado a pudrición radicular de sandía en Sonora, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(2), 233-255.
- Sousa, E.G., Campos, G.M., Viana, M.C., Gomes, G.C., Rodrigues, D.N., Aburjaile, F.F., Fonseca, B.B., de Araújo, M.B., da Costa, M.M., Guedon E., Brenig B., Soares, S., & Azevedo, V. (2025) The research on the identification, taxonomy, and comparative genomics analysis of nine *Bacillus velezensis* strains significantly contributes to microbiology, genetics, bioinformatics, and biotechnology. *Front. Microbiol.* 16:1544934. doi: 10.3389/fmicb.2025.1544934
- Sun, W., Shahrajabian, M. H., & Guan, L. (2025). The Biocontrol and Growth-Promoting Potential of *Penicillium* spp. and *Trichoderma* spp. in Sustainable Agriculture. *Plants*, 14(13), 2007. <https://doi.org/10.3390/plants14132007>
- Tsotetsi, T., Nephali, L., Malebe, M., Tugizimana, F. (2022). *Bacillus* for Plant Growth Promotion and Stress Resilience: What Have We Learned? *Plants*, 11, 2482. <https://doi.org/10.3390/plants11192482>
- Uzcanga-Pérez, N. G., Maya-Amaya, A., & Espinoza-Arellano, J. J. (2015). Diagnóstico socioeconómico del cultivo de sandía en el estado de Campeche, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(6), 1331-1344. DOI <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i6.580>
- Van Devender, T.R., R.S. Felger, M. Fishbein, F.E. Molina-Freaner, J.J. Sánchez-Escalante & A.L. Reina-Guerrero. (2010). Biodiversidad de las plantas vasculares. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. *Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México*, pp. 229-261.
- Villarreal-Delgado, María Fernanda *et al.* (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Rev. Mex. Fitopatología*, vol. 36, n. 1, pp. 95-130 . ISSN 2007-8080. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
- Xu, W., Yang, Q., Xie, X., Goodwin, P. H., Deng, X., Zhang, J., Sun, R., Wang, Q., Xia, M., Wu, C., & Yang, L. (2022). Genomic and Phenotypic Insights into the Potential of *Bacillus subtilis* YB-15 Isolated from Rhizosphere to Biocontrol against Crown Rot and Promote Growth of Wheat. *Biology*, 11(5), 778. <https://doi.org/10.3390/biology11050778>
- Zhao, Y., Selvaraj, J.N., Xing, F., Zhou, L., Wang, Y., Song, H., Tan, X., Sun, L.,

Sangare, L., Folly, Y.M., & Liu, Y. (2014). Antagonistic action of *Bacillus subtilis* strain SG6 on *Fusarium graminearum*. *PLoS One*, 20;9(3):e92486. doi: 10.1371/journal.pone.0092486.

Zulueta-Rodríguez, R.; Hernández-Montiel, L.G.; Murillo-Amador, B.; Rueda-Puente, E.O.; Capistrán, L.L.; Troyo-Diéguez, E.; Córdoba-Matson, M.V. (2015). Effect of Hydropriming and Biopriming on Seed Germination and Growth of Two Mexican Fir Tree Species in Danger of Extinction. *Forests*, 6, 3109-3122. <https://doi.org/10.3390/f6093109>