

Año 14, Número 1, 2026

REA>XION

Ciencia y tecnología universitaria

XL

ISSN: 2007 - 7750



comiterevista@utleon.edu.mx

reaxon.utleon.edu.mx

Compuestos bioterapéuticos
del tallo de muérdago mexicano: valorización sustentable y actividad biológica

Evaluación comparativa de fertilizantes
en calabacita (Cucurbita pepo L.) variedad Grey Zucchini

Diversidad de hongos
en áreas naturales protegidas de Guanajuato: Charco Azul y Cerro del Cubilete

Factores influyentes
en el crecimiento de emprendimientos en el noroeste del Estado de México

Obsolescencia programada
y consumo local en la industria textil y de calzado en Dolores Hidalgo



UTL

LEÓN

Directorio

Luis Ignacio Sánchez Gómez

Secretario de Educación
de Guanajuato

José Christian Padilla Navarro

Rector de la Universidad
Tecnológica de León

José Ernesto López Juárez

Secretario Académico

Martha Betzabé Murillo Hernández

Directora de Desarrollo
Académico y Docente

José de Jesús Mendoza Rivas

Director de Económico
Administrativo

Eduardo Pérez Gutiérrez

Director de Tecnologías
Emergentes Industriales
e Informáticas

Ma. de Jesús Armenta Ortiz

Subdirectora de Económico
Administrativo

Jorge Andrés Ortega Contreras

Subdirector de la Unidad
Académica del Sureste

Héctor Mendiola Gómez

Subdirector de Tecnologías

Adolfo Israel Lomelí García

Subdirector de Industrial
Sustentable

Comité Editorial

Liliana González Arredondo

Directora Editorial

Pedro Andrés Meza Torres

Aseguramiento de calidad

María de la Luz García Cárdenas

Corrección editorial

Daniel Israel Rodríguez Gante

Diseño web

Laura Elizabeth Martínez Olaz

Diseño gráfico y editorial

Jorge Andrés Ortega Contreras

Representante de la Unidad
Académica del Sureste

Ma. Guadalupe Serrano Torres

Representante de Área de la
Dirección Económico-Administrativa

Anahí Torres Tinoco

Representante de Área de la Dirección
de Tecnologías Emergentes Industriales
e Informáticas carrera Tecnologías de
la Información

Alan Daniel Villalobos Lara

Representante de Área de la Dirección
de Tecnologías Emergentes Industriales
e Informáticas carrera de Industrial
Sustentable

Miguel Ángel Gil Ríos

Representante de Área de la Dirección
de Tecnologías Emergentes Industriales
e Informáticas carreras de Tecnologías
de la Información

Roberto Gutiérrez Guerra

Representante de Área de la Dirección
de Tecnologías Emergentes Industriales
e Informáticas carrera de Química



Carta editorial

Reacción Año 14, número 1

Nos complace presentar la cuadragésima edición de la revista, que ingresa ya al Año 14 de publicación ininterrumpida.

Este número se integra con dos colaboraciones correspondientes al eje de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, una aportación del campo de Biología y Química y dos que se enmarcan en el ámbito de las Ciencias Sociales y Economía.

Ante un entorno noticioso que reporta infestaciones de plantas parásitas en el arbolado de las zonas urbanas en varias regiones del país, cabe considerar que las personas autoras del artículo **Compuestos bioterapéuticos del tallo de muérdago mexicano: valorización sustentable y actividad biológica**, mediante ensayos y análisis de laboratorio, demuestran que el extracto de esta parte central de la planta contiene fenoles, flavonoides y glucósidos cardiotónicos, elementos fitoquímicos con actividad antioxidante y antimicrobiana, que representan un potencial benéfico ante ciertas enfermedades; este estudio contribuye a robustecer el corpus de conocimiento de las propiedades curativas de este vegetal.

Por otra parte, en el contexto de aportar a la seguridad alimentaria, y siguiendo en el eje de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, las personas autoras de **Evaluación comparativa de fertilizantes en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) variedad Grey Zucchini**, al tomar en cuenta que la fertilización influye de manera directa en el desarrollo, la estabilidad y el rendimiento de los cultivos, mediante un estudio experimental en campo demuestran que, en los casos de riego por goteo, lo que tiene mayor impacto favorable en la producción de esta hortaliza es la composición del fertilizante, ya que esto maximiza la productividad sin necesidad de incrementar las dosis.

En cuanto al área de Biología y Química, es sabido que los organismos fúngicos desarrollan funciones esenciales en la conservación y salud de los ecosistemas, ya que descomponen materia orgánica, reciclan nutrientes y tienen un efecto positivo en la salud del suelo y en la fertilidad, de forma que contribuyen al equilibrio ambiental; a esto se agrega que algunas setas típicas se usan con fines curativos; por todo ello es relevante la colaboración titulada **Diversidad de hongos en áreas naturales protegidas de Guanajuato: Charco Azul y Cerro del Cubilete**, en la que se documenta qué géneros y especies de macromicetos existen en estas zonas del territorio guanajuatense, información que ha de ser punto de partida para su conservación y protección de la biodiversidad.

Por lo que se refiere al área de las Ciencias Sociales y Economía, el autor del artículo **Factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos en el noroeste del estado de México**, después de analizar las variables críticas que propician o inhiben la actividad empresarial en esta región mexicana, destaca que el desarrollo de un ambiente de negocios para micro y pequeñas empresas en esta zona requiere estrategias que combinen el acceso al crédito, la capacitación y actualización, la promoción del uso de la tecnología y el fomento de la colaboración, y resalta la necesidad de profundizar en el estudio específico del desarrollo social y económico de dicho conjunto de municipios.

Por su parte, el equipo autoral del artículo **Obsolescencia programada y consumo local en la industria textil y de calzado en Dolores Hidalgo**, analiza las repercusiones que la globalización y la moda ultrarrápida podría tener en el mercado regional y la economía de este municipio guanajuatense, y especialmente cómo dicha tendencia es percibida tanto por las y los compradores como por las personas productoras, y recalcan la necesidad de una trazabilidad digital para los productos textiles y zapatos que se generan de manera local, de manera que la “calidad silenciosa” que brinda el emprendimiento se transforme en un activo estratégico ante lo efímero de las tendencias promovidas por las grandes empresas internacionales.

Esperamos que los contenidos de este número inspiren a continuar el conocimiento y la investigación en los temas presentados, y que contribuyan a fortalecer el interés por participar en la divulgación de la ciencia.

Atentamente.

Comité Editorial de Reacción



Índice

Compuestos bioterapéuticos del tallo de muérdago mexicano: valorización sustentable y actividad biológica 07

Biotherapeutic Compounds from the Stem of Mexican Mistletoe: Sustainable Valorization and Biological Activity

Evaluación comparativa de fertilizantes en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) variedad Grey Zucchini 16

*Comparative evaluation of fertilizers on summer squash (*Cucurbita pepo* L.), 'Grey Zucchini' variety*

Diversidad de hongos en áreas naturales protegidas de Guanajuato: Charco Azul y Cerro del Cubilete 30

Fungal diversity in protected natural areas of Guanajuato: Charco Azul and Cerro del Cubilete

Factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos en el noroeste del estado de México 36

Factors influencing the growth of start-ups in the northwest of the State of Mexico

Obsolescencia programada y consumo local en la industria textil y de calzado en Dolores Hidalgo 44

Planned Obsolescence and Local Consumption in the Textile and Footwear Industry in Dolores Hidalgo

Compuestos bioterapéuticos del tallo de muérdago mexicano: valorización sustentable y actividad biológica

Biotherapeutic Compounds from the Stem of Mexican Mistletoe: Sustainable Valorization and Biological Activity

José de Jesús Flores-Sierra, Raúl Reyes-Bautista, Luis Ángel Xoca-Orozco y Angela Melisa Cruz-Ramírez / Tecnológico Nacional de México/ITS de Purísima del Rincón

Resumen

Psittacanthus calyculatus es una especie semiparásita que afecta especies leñosas en México. Para evaluar su potencial, se estudiaron extractos del tallo obtenidos mediante método acuoso (EAT) y con una mezcla metanol-acetona-agua (EMT). Se determinaron compuestos bioactivos, la capacidad antioxidante mediante DPPH, ABTS y FRAP, y la actividad antimicrobiana frente a *Salmonella Typhi*. EMT presentó mayores concentraciones de fenoles (237.42 ± 0.08 mg EAG/g) y flavonoides (67.9 ± 0.09 mg EC/g) que EAT (153.69 ± 0.16 y 20.86 ± 0.03 mg EC/g; $p < 0.03$). La actividad DPPH y ABTS fue similar en ambos extractos, mientras que FRAP fue superior en EAT (16.6 ± 0.78 mg Trolox/mL) frente a EMT (6.14 ± 0.56 mg Trolox/mL; $p < 0.03$). Ambos extractos mostraron inhibición antimicrobiana comparable. Estos resultados evidencian su potencial antioxidante y aplicación terapéutica frente a la bacteria patógena.

Palabras clave: antioxidante, antimicrobiano, fitoterapéuticos, extracción

Abstract

Psittacanthus calyculatus is a semiparasitic species that affects woody plants in Mexico. To evaluate its potential, stem extracts were obtained using an aqueous method (EAT) and a methanol-acetone-water mixture (EMT). Bioactive compounds were quantified, antioxidant capacity was assessed using DPPH, ABTS, and FRAP assays, and antimicrobial activity was evaluated against *Salmonella Typhi*. EMT exhibited higher concentrations of total phenolics (237.42 ± 0.08 mg GAE/g) and flavonoids (67.9 ± 0.09 mg CE/g) compared to EAT (153.69 ± 0.16 mg GAE/g and 20.86 ± 0.03 mg CE/g, respectively; $p < 0.03$). DPPH and ABTS radical scavenging activities were similar for both extracts, whereas FRAP values were significantly higher in EAT (16.6 ± 0.78 mg Trolox/mL) than in EMT (6.14 ± 0.56 mg Trolox/mL; $p < 0.03$). Both extracts exhibited comparable antimicrobial inhibition. These findings highlight the antioxidant potential of *P. calyculatus* and support its potential therapeutic application against this pathogenic bacterium.

Keywords: antioxidant, antimicrobial, phytotherapeutics, extraction

Introducción

El muérdago mexicano *Psittacanthus calyculatus* (*P. calyculatus*) de la familia Loranthaceae, es una especie semiparásita que infecta especies como encino (*Quercus deserticola*), huizache (*Acacia schaffneri*) y mezquite (*Prosopis laevigata*)¹. Su distribución geográfica abarca desde México hasta Venezuela². En el estado de Guanajuato, particularmente en el “Cerro del Palenque” de la ciudad de Purísima del Rincón, esta especie parasita al mezquite, comprometiendo su supervivencia.

Estudios han reportado que *P. calyculatus* contiene compuestos con potencial bioterapéutico, con actividades antidiabética, antihipertensiva, antioxidante, anticancerígena y antimicrobiana³⁻⁷. En la tradición herbolaria mexicana, esta planta ha sido utilizada para tratar diversas patologías. Sin embargo, los estudios farmacológicos aún son limitados, por lo que su potencial bioterapéutico sigue siendo cuestionable. En los últimos años, la resistencia a antibióticos ha amenazado las terapias contra bacterias patógenas, lo que ha impulsado la búsqueda de compuestos bioactivos naturales de forma segura y sostenible. En este contexto, este trabajo tuvo como finalidad examinar las propiedades bioterapéuticas del tallo de *P. calyculatus* mediante la evaluación de la capacidad antioxidante (DPPH, ABTS⁺, FRAP) y su potencial antimicrobiano.

Planteamiento del problema

En el “Cerro del Palenque” de Purísima del Rincón, Guanajuato, el muérdago *P. calyculatus* parasita al mezquite, afectando su supervivencia y representando un riesgo ecológico local. Estudios sugieren que este muérdago posee compuestos con potencial antidiabético, antihipertensivo y antioxidante; Sin embargo, los análisis farmacológicos aún son limitados. Este estudio busca analizar las propiedades bioterapéuticas del tallo, estableciendo bases para un aprovechamiento sostenible y para el desarrollo de nuevos fármacos.

Método de trabajo

Material vegetal

La recolección de tallos (T) de *P. calyculatus* se realizó en el Área Natural Protegida “Cerro del Palenque”, en Purísima del Rincón, Guanajuato, a partir de su hospedero de mezquite (*P. laevigata*). Se obtuvieron 1000 g del material vegetal, los cua-

les se lavaron con solución de cloro al 2 %. Posteriormente, se deshidrataron en un horno a 60 °C hasta alcanzar peso constante y se pulverizaron en una licuadora industrial, obteniéndose un polvo fino que fue tamizado con malla No. 60. El polvo obtenido se conservó a -20 °C.

Extracción

Los extractos de muérdago (EM) a partir de T se obtuvieron mediante dos métodos: metanol-acetona-agua (**EMAA**) y extracción acuosa (**EA**).

En **EMAA**⁸, 5 g de muestra se añadieron a una mezcla metanol:agua (50:50, v/v) acidificada con ácido clorhídrico (8 mL L⁻¹), en una proporción de 50 mL/g de muestra, manteniéndose bajo agitación constante durante 60 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se centrifugó a 5000 g, durante 15 minutos a 25 °C. El precipitado se lavó con una solución de etanol:agua (70:30, v/v; 50 mL/g de muestra) durante 60 minutos y se centrifugó bajo las mismas condiciones. Los sobrenadantes se unificaron y los disolventes se eliminaron en atmosfera reducida durante 2 horas a 60 °C en un rotavapor acoplado a una bomba de vacío.

En **EA**⁹ se mezclaron 5 g con 200 mL de agua destilada y se agitaron a temperatura ambiente durante 24 horas. Posteriormente, se centrifugó y filtró. El disolvente se eliminó bajo las condiciones descritas anteriormente. Los EM se conservaron a 4 °C, protegidos de la luz hasta su uso.

Determinación cualitativa

La identificación cualitativa de compuestos bioactivos se realizó mediante reacciones de cambio de color y formación de precipitados, empleando un control negativo sin EM.

Determinación de lactonas sesquiterpénicas

Se añadieron 5 gotas de la solución Baljet a 4 mL de cada EM. La aparición de una coloración naranja a rojo indica la presencia de estos compuestos¹⁰.

Determinación de saponinas

Se combinaron 1 mL de cada EM con 4 mL de agua destilada y se sometió a agitación durante 1 minuto. La formación de una capa espumosa persistente (≥ 2 mm durante 10 minutos) indica la presencia de saponinas¹¹.

Determinación de fenoles

A 1 mL de cada EM se adicionaron 1 mL de etanol y 3 gotas de cloruro de hierro III al 5 %. La coloración rojo-vino indica fenoles totales, mientras que una coloración azulada sugiere pirogaloles¹¹.

Determinación de flavonoides

Se mezcló 1 mL de cada EM con 1 mL de hidróxido de sodio al 40 %, observándose una coloración amarilla intensa. La reacción se considera positiva si, tras la adición de solución ácida, se produce decoloración¹¹.

Determinación de azúcares reductores

Se realizaron las pruebas de Fehling y Benedict. A 1 mL de cada EM se añadió 5 gotas de cada reactivo. En ambas, la aparición de una coloración rojo-ladrillo indica la presencia de azúcares reductores¹².

Determinación de quinonas

Se incorporó 1 mL de cada EM a ácido sulfúrico concentrado. La aparición de coloración roja indica resultado positivo¹⁰.

Determinación de glicósidos cardiotónicos

Prueba de Keller-Kiliani: se añadió a 1 mL de cada EM, 1 mL de ácido acético, 5 gotas de cloruro de hierro III al 5 % y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado. La formación de un anillo café con un anillo violeta inferior indica resultado positivo¹¹.

Determinación de antraquinonas

Se mezcló 1 mL de cada EM, 1 mL de benceno y 5 gotas de amoníaco al 10 %. La formación de un sedimento rojo confirma la presencia de antraquinonas¹¹.

Actividad biológica Cuantificación de fenoles totales

Se añadieron 25 μ L de cada EM en microplacas de 96 cavidades, junto con 80 μ L de agua destilada, 5 μ L del reactivo Folin Ciocalteu, y 80 μ L de carbonato de sodio al 7.5 %⁷. Tras incubación en oscuridad por 30 minutos, se registró la absorbancia a 760 nm. Los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico por mL de extracto (mg EAG/mL), usando la curva⁷ $A_{760} = 0.0041x + 0.0799$ ($R^2 = 0.9988$).

Cuantificación de flavonoides totales

Se mezclaron 20 μ L de cada extracto (EM) con 6 μ L de nitrito de sodio al 5 %, 12 μ L de cloruro de aluminio al 10 % y 122 μ L de agua destilada⁷. La mezcla se incubó durante 6 minutos a temperatura ambiente; posteriormente, se adicionaron 40 μ L de hidróxido de sodio (1 M) y se midió la absorbancia a 510 nm. Los resultados se expresaron como mg equivalentes de catequina por mL de extracto (mg EC/mL), usando la curva⁷ $A_{510} = 0.0017x + 0.0414$ ($R^2 = 0.9951$).

Actividad DPPH

Se preparó una solución de 200 μ L de DPPH (0.1 mM) en metanol al 80 %¹³. Se añadieron 40 μ L a diferentes concentraciones de cada EM y se incubaron en oscuridad por 30 minutos. La absorbancia se midió a 517 nm. El porcentaje de inhibición se calculó como:

$$\% \text{ de inhibición} = [(A_0 - A_1) : A_0] \times 100 \quad \text{EC.1}$$

Donde A_0 corresponde a la absorbancia del control y A_1 a la absorbancia de la muestra

Actividad ABTS•+

El radical ABTS se preparó disolviendo 360 mg de ABTS en 100 mL de agua destilada¹⁴. Su activación se llevó a cabo mediante la adición de 100 mL de persulfato de potasio (2.45 mM), seguido de incubación en oscuridad durante 24 h a temperatura ambiente. Posteriormente, la absorbancia de la solución activada se midió a 732 nm y se ajustó a 0.70 ± 0.02 con agua destilada. Para el ensayo, se añadieron 280 μ L de solución ABTS a 20 μ L de cada EM en una microplaca tipo ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), manteniendo la reacción en oscuridad durante 15 minutos. Como control negativo se empleó agua destilada (Acontrol) y como blanco se utilizó PBS en lugar de EM (Ablanco).

La absorbancia de cada EM (Amuestra), control y el blanco, se determinó a 734 nm. El porcentaje de actividad ABTS se calculó mediante la siguiente ecuación 2:

$$\% \text{ actividad ABTS} = [1 - (Amuestra - ((Ablanco) \times (Acontrol))) : (Acontrol)] \times 100 \quad \text{EC.2}$$

Actividad FRAP

El reactivo FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) se preparó con 2.5 mL de TPTZ (0.01 M) disuelto en HCl y 2.5 mL de cloruro de hierro III (0.02 M) y 25 mL de tampón acetato 0.3 M (pH 3.6)¹⁴. La mezcla se calentó a 37 °C durante 1 h. Posteriormente, se mezclaron 150 μ L de cada EM con 2850 μ L del reactivo FRAP y se incubaron en oscuridad durante 30 minutos a temperatura ambiente. A continuación, se colocaron 200 μ L de cada muestra en una microplaca y se midió la absorbancia a 593 nm.

La capacidad antioxidante se cuantificó mediante una curva de calibración utilizando Trolox como estándar²³, en un rango de 0–1000 μmol Trolox/mL. Los resultados se expresaron como μmol equivalentes de Trolox.

Evaluación de la actividad antimicrobiana

Cada EM se incorporó en agar Müller-Hinton a 40 °C, en cajas Petri, a concentraciones de 5, 10, 15, 20 y 25 %. Una vez solidificado el medio, se realizaron perforaciones en el centro de la caja de 5 mm de diámetro con un sacabocados estéril¹⁵, en las cuales se inoculó un cultivo de *Salmonella Typhi* (*S. Typhi*). Las placas se incubaron a 36 °C durante 72 h.

Como control positivo se utilizó el medio inoculado con la bacteria sin extracto, mientras que como control negativo se empleó cloranfenicol en ausencia de EM.

El porcentaje de crecimiento bacteriano se calculó mediante la ecuación 3:

$$\% \text{ crecimiento} = (\text{DCB (mm)} \div \text{DCN (mm)}) \times 100 \quad \text{EC.3}$$

Donde DCB corresponde al diámetro de crecimiento bacteriano en el EM y DCN representa el control negativo.

Análisis estadístico

Se utilizó el software IBM SPSS Statistics 25. La comparación entre grupos se realizó mediante la prueba t de Student. Los resultados se expresaron como media $\pm$ desviación estándar, considerando significativa una $p < 0.05$. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

Resultados

Determinación cualitativa de compuestos fitoquímicos

Los extractos de tallo mostraron la presencia de compuestos bioactivos con potencial terapéutico, destacando fenoles, flavonoides y glucósidos cardiotónicos (Tabla 1).

Tabla 1. Evaluación cualitativa de los fitoquímicos presentes en los extractos de tallo de *P. calyculatus*. Fuente: elaboración propia

Fitoquímicos	Ensayos	EAT	EMT
Lactonas sesquiterpénicas	Baljet	+++	+++
Saponinas (esteroidales y triterpénicas)	Vortex agitation	++	+
Fenoles	Cloruro férrico (5 %)	+	+
Flavonoides	Alcalina	+++	+++
Azúcares reductores	Fehling	-	-
	Benedict	-	-
Glicósidos cardiotónicos	Killer-Kilani	+++	+
Quinonas	H ₂ SO ₄ concentrado	++	++
Antraquinonas	NH ₄ OH 10 %	+	-

Nota:

Contenido: abundante (+++), moderado (++) , bajo (+), ausente (-);

EMT: extracto metanol-acetona-agua de tallo,

EAT: extracto acuoso de tallo.

Análisis cuantitativo y actividad antioxidante del tallo

La Tabla 2 presenta la cuantificación de fenoles y flavonoides totales, así como la capacidad antioxidante de los EM. La Figura 1 presenta la curva estándar utilizada para el ensayo FRAP.

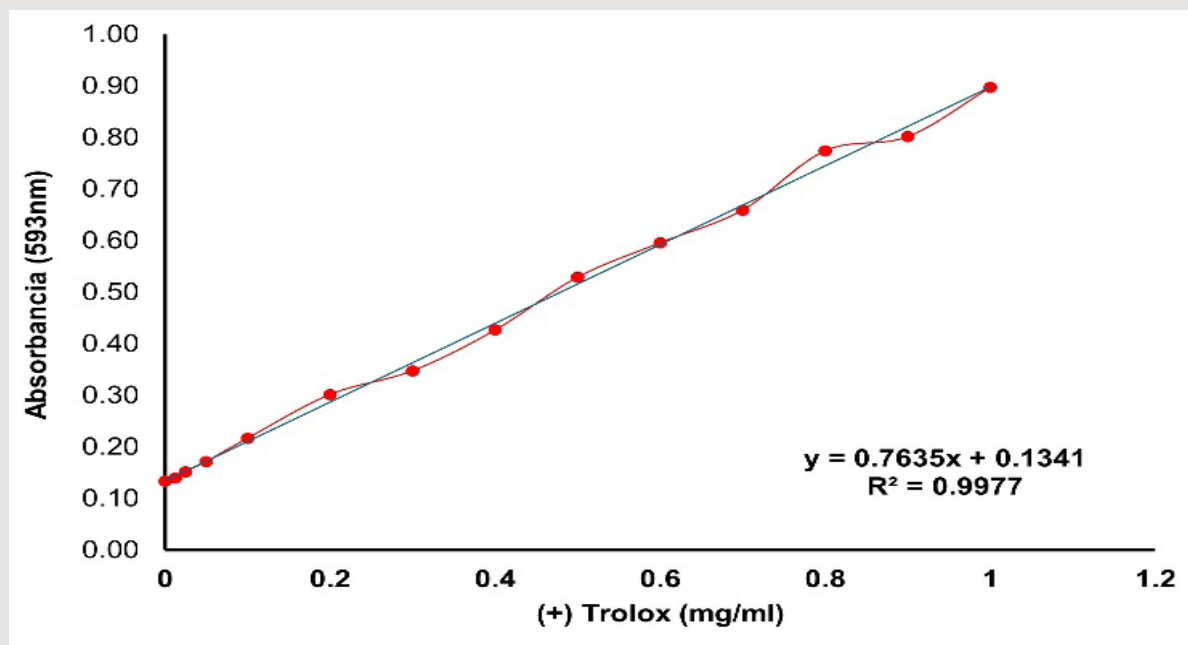


Figura 1. Curva estándar Trolox (elaboración propia)

Tabla 2. Contenido total de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante de extractos de tallo de *P. caliculatus*. Fuente: elaboración propia

Extracto	Rendimiento de extracción (%)	Fenoles totales (mgEAG/g)	Flavonoides totales (mgEC/g)	% DPPH	% ABTS	FRAP (mg Trolox/mL)
EAT	15.89 ± 0.54 ^a	153.69 ± 0.16 ^a	20.86 ± 0.01 ^a	85.26 ± 0.25 ^a	97.02 ± 1.4 ^a	16.6 ± 0.78 ^a
EMT	16.88 ± 0.91 ^a	237.42 ± 0.08 ^b	67.9 ± 0.09 ^b	85.54 ± 0.54 ^a	97.21 ± 1.2 ^a	6.14 ± 0.56 ^b

Letras distintas significan diferencias significativas ($p < 0.03$)

EMT mostró un mayor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides totales en relación con EAT. La capacidad antioxidante de ambos extractos se determinó empleando los métodos: DPPH, ABTS y FRAP (Tabla 2). EMT y EAT presentaron actividad DPPH y ABTS similar, lo que sugiere que ambos extractos poseen la capacidad para donar elec-

trones, cuya finalidad es neutralizar especies reactivas. En cambio, el ensayo FRAP evidenció una mayor capacidad reductora en EAT en comparación con EMT, lo que sugiere que los compuestos fitoquímicos presentes en el extracto acuoso tienen mayor afinidad por el ion férrico (Fe^{3+}) para reducirlo a ion ferroso (Fe^{2+}).

Actividad antimicrobiana

EAT y EMT revelaron actividad inhibitoria frente a *S. typhi*. sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 2).

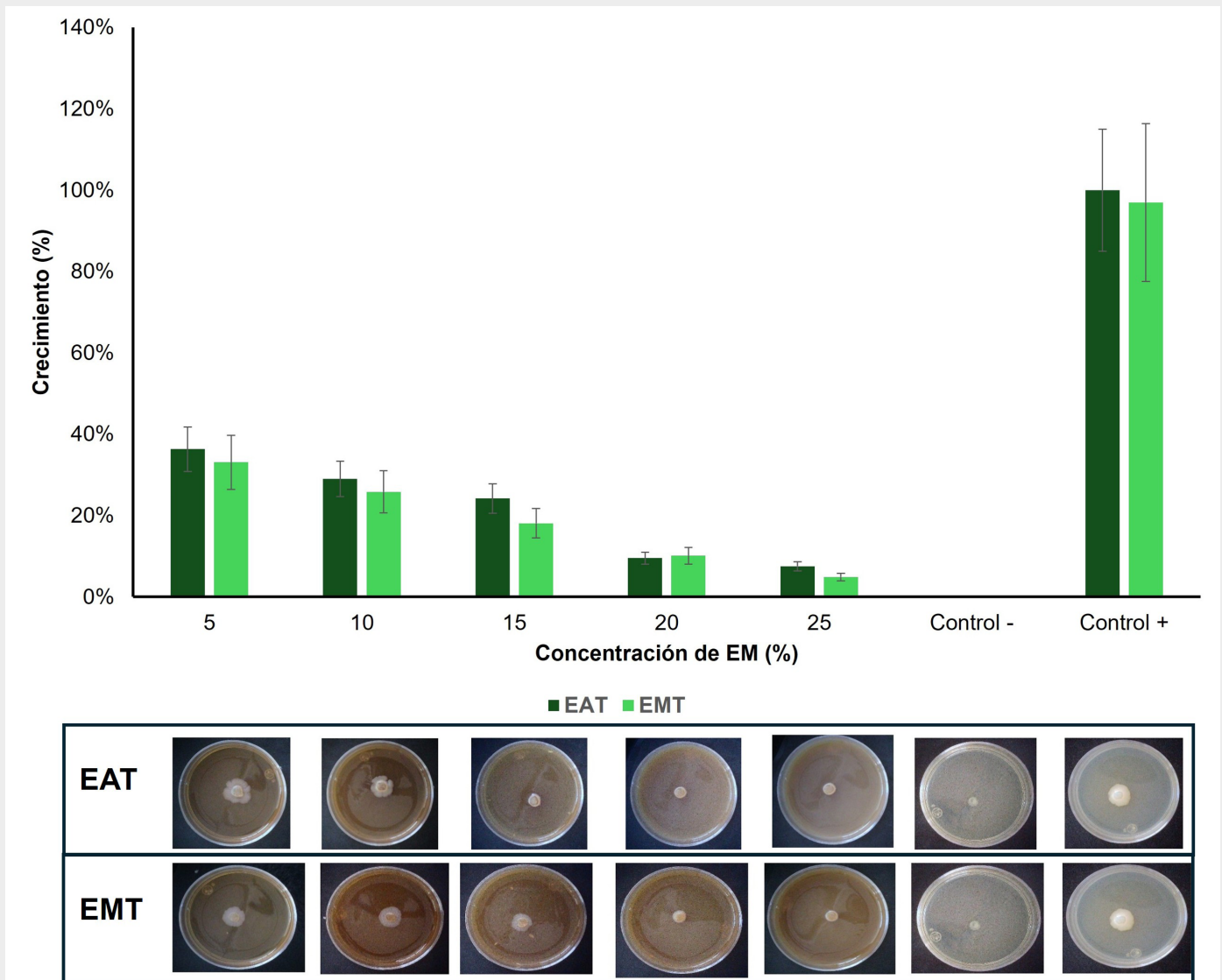


Figura 2. Actividad antimicrobiana de EAT y EMT para *S. typhi*. Fuente: elaboración propia

La actividad inhibitoria frente a *S. Typhi* resultó ser muy similar entre EAT y EMT. Ambos extractos presentaron zonas de inhibición equitativas, lo que

sugiere que los compuestos bioactivos responsables del efecto antimicrobiano se encuentran en concentraciones equivalentes en los extractos.

Discusión

La composición fitoquímica mostrada en la Tabla 1, sugiere que el tallo de *P. calyculatus* podría modular dianas moleculares asociadas a procesos oxidativos e inflamatorios⁶. Aunque las pruebas cualitativas son limitadas, permiten caracterizar de forma preliminar el perfil de compuestos bioactivos. Hasta la fecha, no se han reportado investigaciones enfocadas en esta especie; sin embargo, en hojas, flores y frutos se ha detectado la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas^{6,16}, lo que indica un perfil fitoquímico amplio con potencial bioterapéutico. Asimismo, en otra especie de muérdago (*Viscum álbum*) se ha evidenciado la presencia de fenoles¹³.

En la Tabla 2 se observó que EMT contiene mayor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, esto podría atribuirse a que la extracción orgánica produce una mayor eficiencia y solubilización en la obtención de compuestos bioactivos. Este trabajo representa el primer estudio fitoquímico reportado en el tallo de *P. calyculatus*. Estudios previos han informado concentraciones de compuestos fenólicos y flavonoides en hojas y flores¹⁷, así como en fruto⁶.

El potencial antioxidante de las plantas depende de la presencia de metabolitos secundarios, especialmente de compuestos fenólicos y flavonoides que neutralizan radicales libres¹⁸. Diversos estudios han documentado una correlación entre el contenido de fenoles totales y la capacidad de eliminación de radicales, lo que se sugiere que contribuyen a la defensa antioxidante¹⁸.

En la Tabla 2 se observó que EAT presentó mayor capacidad reductora FRAP que EMT, a pesar de su menor contenido de fenoles totales. Este comportamiento puede atribuirse a la presencia de compuestos hidrosolubles con alta eficiencia en transferencia electrónica, ya que el ensayo FRAP es sensible a moléculas con grupos hidroxilo disponibles. En contraste, el EMT podría contener compuestos de mayor complejidad estructural que limitan su interacción con el complejo férrico²³.

Los radicales libres están relacionados con procesos de estrés oxidativo, los cuales participan en la progresión de enfermedades crónicas y degenerativas, tales como: **cáncer, diabetes y enfermedades cardiovasculares**¹⁹.

Hasta la fecha no se han documentado estudios que evalúen la actividad antioxidante del tallo de *P. calyculatus*. No obstante, en otras especies de muérdago como: *Viscum álbum*, *Loranthus europaeus* y *Phoradendron brachystachyum*, se ha observado que el tallo presenta una notable actividad antioxidante^{20, 21}.

En cuanto a la actividad antimicrobiana, no existen reportes previos que evalúen el efecto del tallo de *P. calyculatus* frente a *S. Typhi*. Sin embargo, se ha documentado que el fruto de esta especie presenta actividad inhibitoria contra *Escherichia Coli*, *Salmonella choleraesuis* y *Shigella flexneri*⁶. Asimismo, otras especies del género *Psittacanthus*, por ejemplo, *P. Linearis* han demostrado actividad antimicrobiana frente a bacterias patógenas: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, y *Pseudomonas aeruginosa*²², lo que respalda el potencial biológico del género.

Si bien la actividad antimicrobiana de los extractos fue evidenciada mediante el método de difusión en agar por perforaciones, es importante considerar que esta técnica presenta limitaciones inherentes para la cuantificación del efecto inhibitorio. En particular, los halos de inhibición no dependen exclusivamente de la actividad biológica, sino también de la capacidad de difusión de los compuestos en el medio²⁴. En este estudio, la ausencia de la determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) limita la posibilidad de establecer comparaciones directas con antibióticos de referencia bajo condiciones estandarizadas, ya que CMI es considerada el parámetro más adecuado. No obstante, el enfoque empleado en este estudio permitió una evaluación preliminar del potencial antimicrobiano de los extractos, aportando información relevante sobre su efecto inhibitorio frente a *Salmonella Typhi*. Por lo tanto, se sugiere que en futuros estudios se incorporen metodologías complementarias, como ensayos de microdilución en caldo, para determinar la CMI y profundizar en la caracterización farmacológica de estos extractos.

Conclusiones

Basado en estos resultados, el presente estudio evidencia que *P. calyculatus* constituye un recurso vegetal con potencial de aprovechamiento sustentable, ya que el tallo posee actividad antioxidante y antimicrobiana, esto conferido por la gran variedad de compuestos fitoquímicos que posee, los cuales podrían ejercer efectos bacteriostáticos o bactericidas frente a microorganismos patógenos. Por lo tanto, esta planta podría ser usada como una fuente promisorio de compuestos bioactivos con posibles aplicaciones al tratamiento de enfermedades causadas por estrés oxidativo y a infección bacteriana. No obstante, es indispensable realizar estudios más profundos y completos acerca de la identificación individual de compuestos bioactivos.

Agradecimientos

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por la financiación al proyecto TECNM (clave 21168.24-PD), así como al Tecnológico Nacional de México/ ITS de Purísima del Rincón, por su valioso apoyo durante la realización de este trabajo.

Referencias

1. ORNELAS, Juan Francisco y Vásquez-Aguilar, Antonio Acini. Efectos mediados por hospedero en la variación del tamaño de frutos del muérdago hemiparásito *Psittacanthus schiedeianus* (Loranthaceae). *Acta Botanica Mexicana*. [En línea]. No. 130. 2023. [Fecha de consulta: 23 de junio de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2134> ISSN 2448-7589.
2. AZPEITIA, Fabiola y Lara, Carlos. Reproductive biology and pollination of the parasitic plant *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae) in central México. *Journal of the Torrey Botanical Society*. [En línea]. Vol. 133, no. 3, p. 429-438. July 2006. [Fecha de consulta: 23 de junio de 2025]. Disponible en [https://doi.org/10.3159/1095-5674\(2006\)133\[429:RBAPOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3159/1095-5674(2006)133[429:RBAPOT]2.0.CO;2) ISSN: 1940-0616.
3. HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Patricia; Pabón Baquero, Ludy Cristina y Rodríguez Álvarez, Martha Fabiola. Propiedades químicas y biológicas de *Arbutus unedo*: una planta con potencial medicinal. *Revista Cubana de Farmacia*. [En línea]. Vol. 49, no. 1, p. 144-155, 2015. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2025]. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubfar/rcf-2015/rcf151n.pdf> ISSN 1561-2988.
4. ALONSO-CASTRO, Angel Josabad; Villarreal, Maria Luisa; Salazar-Olivo, Luis A.; Gomez-Sanchez, Maricela; Dominguez, Fabiola; Garcia-Carranca, Alejandro. Mexican medicinal plants used for cancer treatment: Pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies. *Journal of Ethnopharmacology*. [En línea]. Vol. 133, no. 3, p. 945-972. 16 February 2011. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.055>. ISSN 1872-7573.
5. CEMALUK, Egbuono A. C. & Nwankwo, N. Emeka. Phytochemical properties of some solvent fractions of petroleum ether extract of the African mistletoe (*Loranthus micranthus* Linn) leaves and their antimicrobial activity. *African Journal of Biotechnology*. [En línea]. Vol. 11, no. 62, Jan 21, 2016. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2025]. Disponible en <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/129057> ISSN: 1684-5315.
6. OCHOA-CRUZ, Zaida; Molina-Torres, Jorge; Angoa-Pérez, María V.; Cárdenas-Valdovinos, Jeanette G.; García-Ruiz, Ignacio; Ceja-Díaz, José A.; Bernal-Gallardo, José O. y Mena-Violante, Hortencia G. Phytochemical analysis and biological activities of ripe fruits of mistletoe (*Psittacanthus calyculatus*). *Plants*. [En línea]. Vol. 12, no. 12, p. 1689-1699. 12 June 2023. [Fecha de consulta: 6 de enero de 2025]. Disponible en <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/12/2292> ISSN: 2223-7747.
7. FLORES SIERRA, José de Jesús; Sánchez Guevara, Daniela; Xoca Orozco, Luis Ángel; Hernández Mendoza, Gustavo; Reyes Bautista, Raúl. Análisis fitoquímico de compuestos de interés terapéutico del muérdago *Psittacanthus calyculatus* ubicado en el cerro del Palenque de Purísima del Rincón, Guanajuato. *Revista Bio Ciencias*. [En línea]. Vol. 11, e1572. April 2024. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2025]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/380221792_Analisis_fitoquimico_de_compuestos_de_interes_terapeutico_del_muérdago_Psittacanthus_Calyculatus_ubicado_en_el_cerro_del_Palenque_de_Purísima_del_Rincon_Guanajuato. ISSN: 2007-3380.
8. SAURA-CALIXTO, Fulgencio; Serrano, José & Goñi, Isabel. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chemistry*. [En línea]. Vol. 101, no. 2, p. 492-501. 2007. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.006>. ISSN 0308-8146
9. MASANGWA, J. I. G.; Aveling, T. A. S. & Kritzing, Q. Screening of plant extracts for antifungal activities against *Colletotrichum* species of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Journal of Agricultural Science*. [En línea]. Vol. 151, no. 4, p. 482-491. August 2013. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.1017/S0021859612000524>. ISSN: 0021-8596.
10. GARCÍA-GRANADOS, R. U.; Cruz-Sosa, F.; Alarcón-Aguilar, F. J.; Nieto-Trujillo, A. y Gallegos-Martínez, M. E. Análisis fitoquímico cualitativo de *Thalassia testudinum* Banks ex König et Sims de la localidad de Champotón, Campeche, México, durante el ciclo anual 2016-2017. *Polibotánica*. [En línea]. No. 48 (24), p. 151-168. 12 de diciembre de 2019. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.18387/polibotanica.48.12>. ISSN 1405-2768.
11. BULUGAHAPITIYA, Vajira P. *Plants based natural products: extraction, isolation and phytochemical screening methods*. [En línea]. June 2013. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2025]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/324136585> ISBN: 978-955-54456-1-0.
12. KHATTAK, Umbreen; Rehmanullah; Khan, Shafqat Ali; Barkatullah; Ullah, Sami & Saima. Pharmacognostic evaluation and analgesic efficacy of *Euphorbia dracunculoides*. *Pharmacognosy Journal*. [En línea]. Vol. 9, no. 5, p. 644-653. Sep-oct, 2017. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.5530/pj.2017.5.102>. ISSN: 0975-3575.

13. KLESZKEN, Eva; Purcarea, Cornelia; Pallag, Annamaria; Ranga, Floricuta; Memete, Adriana Ramona; Miere, Florina; Vicas, Simona Ioana. Phytochemical profile and antioxidant capacity of *Viscum album* L. Subsp. *album* and Effects on Its Host Trees. *Plants*. [En línea]. Vol. 11, no. 22, p. 3021. 9 November 2022. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/plants11223021>. ISSN: 2223-7747.
14. HOSU, Anamaria; Cimpoiu, Claudia; David, Luminita & Moldovan, Bianca. Study of the antioxidant property variation of cornelian cherry fruits. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. [En línea]. 2016, p. 1-5. [Fecha de consulta: 6 de octubre de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2016/2345375>. ISSN: 2090-8865.
15. SÁNCHEZ-GARCÍA, Eduardo; Castillo-Hernández, Sandra Loruhamá y García-Palencia, Patricia. Actividad antimicrobiana. En: *Investigación en plantas de importancia médica*. [En línea]. Omnia Science. 2016, p. 77-100. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3926/oms.334>. ISBN: 978-84-944673-7-0.
16. SERRANO-MALDONADO, M. J.; Guerrero-Legarreta, I.; Pérez-Olvera, C. de la Paz y Soriano-Santos, J. Actividad antioxidante y efecto citotóxico de *Cladocolea loniceroides* (van Tieghem) Kuijt (Loranthaceae). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. [En línea]. Vol. 10, no. 2, p. 161-170. Agosto 2011. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382011000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es. ISSN: 1665-2738.
17. IBARRA-ALVARADO, C.; Rojas, A.; Mendoza, S.; Bah, M.; Gutiérrez, D. M.; Hernández-Sandoval, L.; Martínez, M. Vasoactive and antioxidant activities of plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of cardiovascular diseases. *Pharmaceutical Biology*. [En línea]. Vol. 48, no. 7, p. 732-739. 03 June 2010. [Fecha de consulta: 16 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3109/13880200903271280> ISSN: 1388-0209.
18. OLSZOWY, Małgorzata. What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants? *Plant Physiology and Biochemistry*. [En línea]. Vol. 144, p. 135-143. November 2019. [Fecha de consulta: 16 de agosto de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.09.039> ISSN: 0981-9428.
19. LOBO, V.; Patil, A.; Phatak, A. & Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*. [En línea]. Vol. 4, no. 8, p. 118-126. 2010. [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902> ISSN: 0976-2787.
20. MAJEED, Mahak; Pirzadah, Tanveer Bilal; Mir, Manzoor Ahmad; Hakeem, Khalid Rehman; Alharby, Hesham F.; Alsamadany, Hameed; Bamagoos, Atif A. and Rehman, Reiaz Ul. Comparative study on phytochemical profile and antioxidant activity of *Viscum album* L. (White Berry Mistletoe), Derived from Different Host Trees. *Plants*. [En línea]. Vol. 10, no. 6, p. 1191. 11 June 2021. [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/plants10061191> ISSN: 2223-7747.
21. GUTIÉRREZ-GRIJALVA, Erick Paul; Zamudio-Sosa, Victor Eduardo; Contreras-Angulo, Laura Aracely; Leyva-López, Nayely and Heredia, J. Basilio. Bioaccessibility of phenolic compounds from mistletoe infusions and Effect of In Vitro Digestion on Its Antioxidant and Pancreatic Lipase Inhibitory Activity. *Foods*. [En línea]. Vol. 11, no. 21, p. 3319. 23 October 2022. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/foods11213319>. ISSN: 2304-8158.
22. WAGNER, Marcelo Luis; Rojas Idrogo, Consuelo; Delgado Paredes, Guillermo Eduardo y Balladares Ballona, Juan Pablo. In vitro tissue culture and phytochemical analysis of *Psittacanthus linearis* (Killip) J.K. Macbride (Loranthaceae). *Revista Colombiana de Biotecnología*. [En línea]. Vol. 21, no. 2, p. 22-35. 2019. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2025]. Disponible en <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n2.83410> ISSN: 1909-8758.
23. JIMÉNEZ MORALES, Willmann Antonio and Cañizares-Macías, María del Pilar. A breakthrough SIA-based dual assay for simultaneous evaluation of antioxidant capacity via ABTS and FRAP mechanisms. *Analytical Chemistry*. [En línea]. Vol. 98, no. 6, p. 4548-4561. February 04, 2026. [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2026]. Disponible en <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5c05489> ISSN: 1520-6882.
24. CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (M100)*. 30th Edition. [En línea]. Enero 29, 2020. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.nih.org.pk/wp-content/uploads/2021/02/CLSI-2020.pdf>

Fecha de recepción

Fecha de aceptación

Fecha de publicación

27/10/2025

27/03/2026

30/09/2026

Evaluación comparativa de fertilizantes en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) variedad Grey Zucchini

*Comparative evaluation of fertilizers on summer squash (*Cucurbita pepo* L.), 'Grey Zucchini' variety*

Maribel Ramos Aguilar, Miguel Ángel Flores Tapia y Ana Luisa Olvera Montoya / Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra

Resumen

La investigación se llevó a cabo en el campo experimental del Tecnológico Nacional de México, campus Salvatierra, en un área de 200 m² bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, en condiciones de riego por goteo no automatizado. Se evaluó el efecto de cuatro fertilizantes (Nitrofoska, Triple 19, Magromix y DAP) aplicados en cuatro dosis diferentes (45g, 50g, 55g y 60g) sobre la producción de calabacita (*Cucurbita pepo* L.), variedad *Grey Zucchini*. Los resultados del análisis de varianza indicaron se observaron diferencias significativas entre los tipos de fertilizante ($p < 0.05$). La prueba de comparación de medias de Tukey evidenció que el fertilizante Triple 19 presentó los mayores rendimientos, en contraste con DAP, que mostró los valores más bajos. Se concluyó que la composición del fertilizante influye significativamente en la producción de calabacita, mientras que las variaciones en la dosis dentro del rango evaluado no tienen un efecto determinante.

Palabras clave: fertilizantes, calabacita, producción agrícola, riego por goteo no automatizado, diseño experimental de bloques completamente al azar

Abstract

The research was conducted at the experimental field of the National Technological Institute of Mexico, Salvatierra campus, in a 200 m² area using a completely randomized block experimental design, under non-automated drip irrigation conditions. The effect of four fertilizers (Nitrofoska, Triple 19, Magromix, and DAP) applied at four different doses (45 g, 50 g, 55 g, and 60 g) on the yield of zucchini (*Cucurbita pepo* L.), Grey Zucchini variety, was evaluated. The results of the analysis of variance indicated significant differences between the fertilizer types ($p < 0.05$). Tukey's test for mean comparison showed that the Triple 19 fertilizer resulted in the highest yields, while DAP showed the lowest. It was concluded that the fertilizer composition significantly influences zucchini production, while variations in dosage within the evaluated range do not have a determining effect.

Keywords: fertilizers, zucchini, agricultural production, non-automated drip, completely randomized block experimental design

Introducción

La calabacita (*Cucurbita pepo* L.), también conocida como calabacín, calabacita tierna o calabaza de verano, es una hortaliza de gran importancia económica y gastronómica, originaria de Mesoamérica. México constituye actualmente un importante centro de diversidad del género *Cucurbita*, tanto de especies domesticadas como silvestres; de acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), se estima que existen alrededor de 800 tipos diferentes de calabazas, de las cuales aproximadamente 200 son comestibles¹.

La calabacita se utiliza principalmente para el consumo de frutos frescos, tanto tiernos como maduros; sus semillas se emplean con fines alimenticios, mientras que las flores y partes tiernas de los tallos se consumen en menor escala como verdura. Presenta un alto contenido de agua, cercano al 90 % de su peso, por lo que aporta pocas calorías, pero múltiples beneficios a la salud. Además, contiene hierro y es rica en vitaminas C y A, especialmente en carotenos con función antioxidante, los cuales contribuyen a la protección de las membranas celulares¹.

Diversas investigaciones recientes han demostrado que la nutrición mineral influye directamente en la calidad nutricional y composición del fruto, así como en su desarrollo fisiológico, particularmente mediante el uso de fertilización orgánica, biológica y mineral².

Debido a su alta adaptabilidad a diversos climas y tipos de suelo, la calabacita puede cultivarse tanto a nivel del mar como en valles altos. En 2019, su producción en México alcanzó las 615 mil toneladas, destacando el estado de Sonora como principal productor, con más de 223 mil toneladas, lo que representa el 36 % del total nacional¹.

No obstante, como lo reportan Aguilar-Carpio *et al.* (2022) algunos otros estudios señalan que el rendimiento del cultivo está estrechamente relacionado con el manejo de la fertilización, ya que diferentes fuentes de nutrientes (químicas y biológicas) pueden incrementar significativamente el crecimiento, rendimiento y rentabilidad del cultivo².

En este contexto, el adecuado manejo agronómico del cultivo resulta fundamental para optimizar su productividad, siendo la fertilización uno de los factores más determinantes, ya que influye direc-

tamente en la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. Asimismo, de acuerdo con Jiménez Hernández *et al.* (2025), el uso de biofertilizantes y enmiendas orgánicas ha demostrado efectos positivos en variables agronómicas como el desarrollo vegetativo y la producción del fruto en calabacita³.

Por ello, en este estudio se pretende analizar el proceso de producción de calabacita (*Cucurbita pepo* L.), variedad Grey Zucchini, mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar, con el fin de evaluar cuatro tipos de fertilizante, bajo un sistema de riego por goteo, considerando los requerimientos hídricos del cultivo en función de las condiciones climáticas de la zona.

Por lo tanto, este trabajo contribuye a cerrar la brecha entre la investigación experimental y la práctica agrícola, proporcionando criterios técnicos claros para la selección eficiente de fertilizantes bajo sistemas de riego por goteo, lo que representa un avance en el manejo sustentable del cultivo de calabacita en condiciones regionales.

Antecedentes

La investigación de Aguilar-Carpio *et al.* (2022) determinó el efecto de la fertilización química y biológica en el crecimiento, rendimiento y rentabilidad en el cultivo de la calabacita (*Cucurbita pepo* L.). La aplicación de la fertilización química al 100 % promovió la mayor área foliar, peso fresco de la planta, materia seca, tasa absoluta de crecimiento, tasa de crecimiento del cultivo, rendimiento y peso de fruto en el cultivo de calabacita, lo que generó una mejor rentabilidad. La fertilización con extracto de algas marinas presentó un efecto positivo cuando se asoció con la fertilización química al 50 %, por lo que se observó una mejor respuesta en las variables evaluadas en comparación con *Rhizophagus irregularis*. El uso de extractos de algas marinas puede favorecer el crecimiento y rendimiento en el cultivo de calabacita, en condiciones de riego rodado².

Por su parte, Alaniz-Villanueva (2024) evaluó la producción y rentabilidad de la calabaza mayor mediante la aplicación de biofertilizantes y un fertilizante químico comercial. La variable de respuesta fue el rendimiento (kg y ton ha⁻¹), características de fruto y rentabilidad económica. Los tratamientos aplicados fueron: BioKomplet® (10 L ha⁻¹), biofertilizante (5 L ha⁻¹), fertilizante químico urea (25 kg ha⁻¹) y testigo (solo riego). Los

resultados mostraron incrementos significativos ($p \leq 0.01$) en el número (6.5 frutos planta⁻¹) y longitud de frutos (17.01 cm) con la aplicación de biofertilizantes. El fertilizante químico estabilizó el rendimiento (101 kg ha⁻¹ en promedio), mientras que BioKomplet® alcanzó la mayor producción (884 kg ha⁻¹) y una ganancia por peso invertido de \$2.02, concluyendo que la aplicación de BioKomplet® en calabaza mayera permite reducir el uso de fertilizantes químicos, incrementar el rendimiento y mejorar la rentabilidad económica⁴.

En cuanto a Montiel (2024), ella analizó la respuesta de la calidad del fruto a la aplicación de nutrimentos orgánicos; las variables evaluadas fueron: datos climáticos, fenología, componentes del rendimiento, bajo un diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos (testigo, lombricomposta, lixiviado y biofertilizante). Los resultados mostraron que existió diferencia significativa en todos los componentes del rendimiento, exceptuando la longitud del fruto⁵.

Al sembrar, la humedad adecuada del suelo es indispensable para que la semilla de calabacita germine o para que las plántulas trasplantadas se establezcan. Igualmente, la humedad es necesaria para el crecimiento y desarrollo posterior de las plantas. Sin embargo, como lo señalan Aguilar-Carpio *et al.* (2022), existen pocos antecedentes de investigaciones en las que se hable del impacto del riego por goteo en la producción de la calabacita².

De acuerdo con Román-Paoli (2022), el sistema de riego por goteo tiene una eficiencia de alrededor de un 90 %. Este sistema también permite regar en declives no apropiados para otros sistemas de riego. Sin embargo, como en este sistema la aplicación de agua es localizada, nunca se mojará el área total. El porcentaje del área que se mojará dependerá en gran medida de la distancia de siembra que se utilice entre las hileras. La cantidad de agua a aplicar dependerá de muchos de los factores previamente mencionados, incluyendo la población de plantas en la hilera⁶.

En su estudio acerca de la producción y rentabilidad de calabacita con aplicación de zeolita y fertilizante químico, Apáez-Barrios, *et al.* (2019) utilizaron un sistema de riego por goteo cuya frecuencia e intensidad fue de acuerdo con las necesidades hídricas del cultivo. También mencio-

nan que el manejo de malezas se hizo de forma manual y que durante el crecimiento del cultivo se presentó la mosquita blanca y se controló con aplicaciones de Imidacloprid que se rotó con *Flupyradifurone* más *Spinetoram* a la dosis recomendada por el fabricante⁷.

Existen situaciones que afectan la producción de calabacita, ya sea una polinización insuficiente, crecimiento de las hierbas o escasez de agua de riego. Al respecto, System Group (2021) afirma: "El calabacín es un cultivo que requiere mucha agua, que además de permitir una buena producción, es fundamental porque regula los aspectos organolépticos del fruto. De hecho, si el agua es escasa el fruto resultará amargo"⁸.

Marco teórico

Generalidades del cultivo

La calabacita (*Cucurbita pepo* L.) es una hortaliza de gran relevancia económica y social en México (Alvarado, Valdez, Cepeda, Rubí y Pineda, 2021). El género *Cucurbita* es uno de los más importantes, cuenta con 27 especies. Las especies de este género forman el grupo conocido como calabazas, de las cuales cinco han sido domesticadas: *C. pepo* L. (calabacita), *C. ficifolia* Bouché (chilacayote), *C. mostacha* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poiret (calabaza de castilla); *C. máxima* Duchesne ex Lam (calabaza kabosha) y *C. argyrosperma* Huber (calabaza pipiana). Son importantes desde el punto de vista económico, nutricional y cultural, tanto a nivel nacional como mundial. Además, Del Ángel *et al.* (2021) destacan que esta hortaliza se usa en una amplia variedad de productos gastronómicos como dulces, cremas, aceites, semillas tostadas, conservas, mermeladas, encurtidos, entre otros⁹.

Temperatura y clima apropiados

De acuerdo con la información de Proain Tecnología (2020), este cultivo es típico de las zonas con climas templados y fríos, aunque existen variedades que se cultivan a nivel de mar. La germinación de la semilla se da cuando el suelo alcanza una temperatura de 20-25 °C, para el desarrollo vegetativo de la planta debe mantenerse una temperatura atmosférica de 25-30 °C y para la floración de 20-25 °C; para este último proceso, debe tomarse en cuenta que temperaturas muy altas tienden a generar mayor número de flores estaminadas¹⁰.

Humedad relativa óptima y luminosidad

Se trata de un cultivo más o menos exigente de humedad, si es cultivo de riego en zonas secas precisará de este vital líquido con la aparición de los primeros frutos. Los riegos deben aplicarse durante todo el desarrollo de la planta a unas dosis de 2000 y 2500 m³/ha. Cabe mencionar, como se señala en el trabajo de tesis de Saavedra Domínguez (2017) que algunas variedades de esta especie toleran condiciones ambientales estresantes, tales como falta de agua y suelos empobrecidos en nutrientes¹¹.

La luminosidad es importante (Proain Tecnología, 2020) especialmente durante los periodos de crecimiento inicial y floración. La deficiencia de luz repercutirá directamente en la disminución del número de frutos en la cosecha, así mismo la intensidad lumínica determinará la relación final de flores estaminadas y pistiladas, observándose que, en periodos cortos de luz, es decir ocho horas de fotoperiodo, se favorece la producción de flores pistiladas¹⁰.

Tipo de suelo

Este cultivo se adapta con facilidad a todo tipo de suelos, aunque prefiere aquellos de textura franca, profunda y bien drenada; sin embargo, se trata de una planta muy exigente en materia orgánica. Los valores de pH óptimos oscilan entre 5.6 y 6.8 (suelos ligeramente ácidos), aunque puede adaptarse a terrenos con valores de pH entre 5 y 7. Ante pH básico pueden aparecer síntomas carenciales, excepto si el suelo está enarenado. Indica la Organización Esperanza Bolivia (OEB, 2016) que la calabacita es una especie medianamente tolerante a la salinidad del suelo y del agua de riego, claro, menos que el melón y la sandía y más que el pepino¹².

Fechas de siembra

En México, si el cultivo es de temporal se siembra en los meses de abril-mayo, dependiendo de la aparición de las primeras lluvias, y la cosecha de frutos maduros se realiza en los meses de octubre-noviembre. Si es asociado a riego o en suelos húmedos o de "cajete", se siembran al inicio de la época más seca del año (febrero o marzo) y la cosecha de frutos maduros se realiza entre julio y septiembre. Pérez (2009) reporta que en otras regiones de México, como en Sinaloa, el periodo de siembra es de septiembre a enero¹³.

Desarrollo de la calabacita

La semilla requiere temperaturas superiores a 15 °C para germinar, siendo óptimas temperaturas entre 22 °C y 25 °C. La planta es sensible a las heladas y prospera en suelos profundos y ricos en materia orgánica. La calabacita es una planta monoica, es decir, posee flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores masculinas suelen aparecer primero y tienen un tallo largo y delgado. Las flores femeninas, que se desarrollan posteriormente, presentan un ovario en la base que se convertirá en el fruto⁶.

Una vez polinizadas, las flores femeninas desarrollan el fruto, que se cosecha generalmente cuando mide entre 12 y 15 centímetros de longitud. Moreno-Reséndez *et al.* (2021) señalan que la planta puede producir constantemente, permitiendo múltiples cosechas durante la temporada¹⁴.

Producción

De acuerdo con los datos de SADER (2024) la producción de calabacita en México alcanzó un total de 481 258 toneladas (con una variación de -13.0 % en comparación con 2023); dicho volumen fue obtenido de 23 098 hectáreas cosechadas, por lo que el rendimiento promedio nacional quedó en 20.8 toneladas por hectárea¹⁵.

Montiel (2024) indica que el precio promedio que se alcanzó a nivel nacional fue de 6 635 pesos mexicanos por tonelada, lo que implicó una variación de 4.1 % con respecto al año previo⁵. En cuanto al valor de la producción, el acumulado fue de 3 193.3 millones de pesos mexicanos, con una variación interanual de -9.4 %.

En lo que respecta a la superficie cosechada, Sonora lideró con 4 721 hectáreas, es decir, el 20.4 % del total nacional; le siguieron Puebla y Sinaloa. Mientras tanto, en el apartado de rendimiento promedio, quien lideró fue Baja California Sur, que alcanzó 31.7 toneladas por hectárea, seguido por Sinaloa y Durango.

El estado de Baja California fue en el que se obtuvo el mayor precio promedio por tonelada, con 14 688 pesos mexicanos (Bastida Cañada, 2024), y Sonora fue la entidad que sumó mayor valor total de la producción, con 936 millones de pesos, que se tradujeron en el 29.3 % del total nacional obtenido por este cultivo¹⁶.

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar el impacto de cuatro tipos de fertilizantes en la producción de calabacita mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar.

Específicos:

- Determinar el impacto de la dosis de fertilizantes en la producción.
- Identificar el fertilizante más eficiente.
- Cuantificar el consumo de agua en todo el ciclo del cultivo.

Planteamiento del problema

Tanto la seguridad como la soberanía alimentaria enfatizan la necesidad de aumentar la producción y la productividad de alimentos para enfrentar la demanda futura. Ambos conceptos subrayan que el problema central el día de hoy reside en el acceso a los alimentos, lo cual hace necesaria la articulación entre alimentos y nutrición.

La seguridad alimentaria se basa en el costo y asequibilidad de las dietas saludables, del poder adquisitivo que tiene una persona para comprar alimentos a fin de garantizar una buena alimentación y evitar la desnutrición. Por lo que se requiere del consumo de alimentos que provean al ser humano de los nutrientes esenciales para llevar una vida activa y sana. Por lo tanto, es importante realizar estudios en los que se resalte la importancia de las hortalizas como una fuente de alimentación alcance y segura.

En el caso de la calabacita, de acuerdo con Gómez (2024), su consumo otorga diferentes beneficios: mantiene saludable el sistema inmune y las vías respiratorias, además es antioxidante, previene la ceguera y las cataratas. Su contenido nutrimental provee de azúcares, fibra, proteína y potasio y otorgando elementos beneficiosos para la salud, tales como magnesio, fósforo, calcio, potasio y vitamina C¹⁷.

Sin embargo, la producción de calabacita puede tornarse difícil si no se cuenta con la cantidad de agua suficiente, sobre todo en campo abierto, por lo que es importante utilizar alternativas que permitan su producción haciendo un uso eficiente de agua. Si se adoptan sistemas de riego óptimos entonces se conseguirán rendimientos igualmente óptimos.

La SADER (2024) menciona que el sistema de riego por goteo implica la entrega precisa y controlada de agua directamente a las raíces de las plantas a través de pequeños tubos o mangueras con dispositivos de goteo. A diferencia de otros métodos de riego convencionales, como el riego por aspersión, el sistema de goteo minimiza el desperdicio de agua al entregarla de manera focalizada¹⁵.

Se estima que el sistema de riego por goteo puede reducir el consumo de agua hasta en un 50 %, en comparación con métodos convencionales. La precisión en la entrega de agua y nutrientes favorece un crecimiento más saludable y uniforme de las plantas, ya que al dirigir el agua sólo a las áreas necesarias, se reduce la humedad en espacios no deseados, limitando el crecimiento de malezas¹⁵.

Dado el creciente interés en la seguridad alimentaria, es crucial desarrollar prácticas agrícolas eficientes que optimicen el uso de recursos. La calabacita, al ser un cultivo con alta demanda de agua, se beneficia de sistemas de riego como el goteo, que permite una aplicación más precisa y eficiente del agua y los fertilizantes. Este estudio pretende generar información que contribuya a mejorar la producción de calabacita en la región de Salvatierra, Guanajuato, haciendo un uso consciente del agua.

Diversos estudios previos han abordado la fertilización en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.), enfocándose principalmente en comparar fuentes de fertilización química y biológica, evaluar dosis específicas o analizar variables fisiológicas y de rendimiento en condiciones controladas.

No obstante, estos estudios presentan limitaciones importantes en cuanto a su aplicabilidad práctica en sistemas productivos locales, ya que tienden a centrarse en condiciones específicas, tales como en invernadero, fertilización foliar o combinaciones con bioinsumos, o bien, no analizan de forma simultánea el efecto del tipo de fertilizante y la dosis bajo condiciones reales de campo con manejo hídrico controlado.

En este contexto, el presente estudio se plantea como una aportación novedosa y pertinente, al integrar en un mismo diseño experimental, la comparación de fertilizantes comerciales de uso común en campo (Nitrofoska, Triple 19, Magromix y DAP), la evaluación de dosis dentro de un rango práctico utilizado por productores, y su implementación bajo un sistema de riego por goteo no automatizado en condiciones reales de producción.

La novedad del estudio radica en que no solo compara tratamientos de fertilización, sino que analiza la interacción práctica entre tipo de fertilizante, dosis y manejo hídrico, lo cual permite generar información directamente aplicable para productores. A diferencia de investigaciones previas, este trabajo no se limita a condiciones controladas o a un solo factor, sino que aborda el problema desde una perspectiva integral, más cercana a la realidad agrícola en campo abierto.

Además, el estudio atiende una problemática relevante, la necesidad de optimizar el uso de insumos tales como fertilizantes y agua, para mejorar la productividad sin incrementar costos ni generar impactos ambientales negativos. Al demostrar que la composición del fertilizante tiene mayor impacto que la dosis dentro de ciertos rangos, se aporta evidencia para evitar la sobreaplicación de fertilizantes, práctica común en campo que incrementa costos y riesgos de contaminación.

Material y métodos

Ubicación experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo experimental del Tecnológico Nacional de México campus Salvatierra (ITESS), el cual se encuentra ubicado en la Calle Manuel Gómez Morín No. 300, en la comunidad de Janicho, Salvatierra, Gto. Se estableció un cultivo de calabacita bajo un diseño de bloque completamente al azar con cuatro repeticiones. Para este experimento se utilizó calabacita (*Cucurbita pepo* L.) Grey Zucchini.



Figura 1. Instalaciones del ITESS. (Google Maps, 2025)

Diseño experimental

El estudio se realizó bajo el establecimiento de un diseño de bloques completamente al azar (Montgomery, 2004), el cual trata de un tipo de diseño experimental que es utilizado en investigaciones para comparar tratamientos o condiciones sin que haya influencia de factores externos o pre-existentes¹⁸. Es uno de los diseños más simples y se basa en la asignación aleatoria de sujetos o unidades experimentales a diferentes grupos de tratamiento.

La implementación de este diseño se hizo con cuatro fertilizantes denominados bloques y cuatro diferentes dosis de fertilizante llamadas tratamientos; la variable de respuesta es la producción de calabacitas de primera calidad, según el estándar en el mercado local. El arreglo se hizo de manera aleatoria, sorteando los tratamientos, usando Excel, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Arreglo experimental por diseño de bloques completamente al azar
(elaboración propia)

Nitrofosca[®]	Triple 19[®]	Magromix[®]	DAP[®]
T1 = 45 g	T4 = 60 g	T3 = 55 g	T2 = 50 g
T2 = 50 g	T1 = 45 g	T4 = 60 g	T3 = 55 g
T3 = 55 g	T2 = 50 g	T1 = 45 g	T4 = 60 g
T4 = 60 g	T3 = 55 g	T2 = 50 g	T1 = 45 g

Bloques

Fertilizante 1 Nitrofoska
Fertilizante 2 Triple 19
Fertilizante 3 Magromix
Fertilizante 4 D.A.P.

Tratamientos

Dosis 1: 45g
Dosis 2: 50g
Dosis 3: 55g
Dosis 4: 60 g

Modelo lineal del diseño

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

(Montgomery, 2004)

Hipótesis a probar

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots \tau_a$ No existe efecto significativo entre las diferentes dosis de fertilizante en la producción de calabacita.

|

Ha: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \dots \tau_a$ Sí existe diferencia significativa entre las diferentes dosis de fertilizante en la producción de calabacita.

Ho: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots \beta_a$ No existe efecto significativo entre los tipos de fertilizantes en la producción de calabacita.

Ha: $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \dots \beta_a$ Sí existe diferencia significativa entre los tipos de fertilizantes en la producción de calabacita.

Actividades culturales y agronómicas

Preparación del terreno. En esta etapa se inició con la limpieza del área experimental y un barbecho a 30 cm de profundidad con paso de rastra para romper los terrones, hasta que la textura del suelo fue casi polvosa. Posteriormente, se realizaron dos pases de subsuelo en sentido vertical y horizontal, con el propósito de mejorar la aireación y descompactación del suelo. Después se efectuaron dos pasos de rastra en ambos sentidos para lograr una adecuada nivelación y mullido del terreno. Finalmente, se procedió a la formación de surcos y camas de cultivo con un ancho de 1.50 m.

Instalación del sistema de riego. Se instaló un sistema de riego por goteo teniendo las siguientes consideraciones: un área de 200 m², cintilla con emisores de tres litros por hora separados a 10 cm, seis líneas de veinte metros cada una y cuarenta plantas distribuidas cada 50 centímetros, traducándose en 200 goteros para toda el área. Posteriormente, se delimitaron las unidades experimentales y bloques correspondientes al diseño experimental.

Presiembra. Una vez instalado el sistema, se aplicó un riego de presiembra durante dos días consecutivos, con una duración de tres horas por día, con la finalidad de humedecer el suelo y generar condiciones adecuadas para la siembra.

Siembra. La siembra se realizó en suelo húmedo. Se estableció una densidad de 40 semillas por surco, con una separación de 50 cm entre cada una. La emergencia duró aproximadamente 10 días.

Manejo del riego durante el desarrollo vegetativo. En el intervalo entre la emergencia y la aparición de hojas verdaderas se realizó un riego de tres horas. La aparición de hojas verdaderas ocurrió aproximadamente a los 15 días después de la emergencia. A partir de esta etapa, la frecuencia de riego se incrementó debido a las condiciones climáticas y a la mayor demanda hídrica del cultivo. Los riegos se realizaron dos veces por semana con duración de cuatro horas por evento, con el objetivo de mantener humedad adecuada en el suelo y favorecer el vigor del cultivo.

Fertilización inicial. Durante la etapa de aparición de las hojas verdaderas se realizó una fertilización general al suelo con sulfato de amonio (21 % N y 24 % S), con la finalidad de estimular el desarrollo vegetativo. La dosis aplicada fue de 5 g por planta, colocados a 10 cm del tallo y a una profundidad aproximada de 1 cm. Posteriormente, el fertilizante fue cubierto con suelo y se aplicó riego para favorecer su incorporación.

Aplicación de tratamientos. Cinco días después de la fertilización general con sulfato de amonio, se inició la aplicación de los tratamientos experimentales, con cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se aplicaron al suelo, a una profundidad de 1 cm y a 10 cm de distancia de la planta, seguidos inmediatamente por riego para favorecer la disolución y absorción de los nutrientes. Se realizaron tres aplicaciones en total: la primera el día 0, la segunda aplicación 8 días después de la primera y la tercera aplicación ocho días después de la segunda. La tercera aplicación fue la última, debido al inicio de la etapa de floración.

Manejo durante floración y producción. Al inicio de la floración, el riego se ajustó a una frecuencia de cada tercer día con una duración de seis horas por evento, debido a condiciones climáticas atípicas registradas en el mes de abril, con temperaturas máximas de hasta 32 °C, lo cual incrementó la demanda hídrica del cultivo. A los quince días después del inicio de la floración se realizó el primer corte de frutos. Posteriormente, se efectuaron tres cosechas en total, con intervalos de dos a tres días, para la obtención de datos productivos.

Manejo fitosanitario

Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos semanales para detectar la presencia de plagas y enfermedades. Se observó incidencia de mosca blanca, por lo que se aplicó una solución compuesta por cinco mililitros de cipermetrina más un adherente comercial en cinco litros de agua. Esta aplicación se repitió en dos ocasiones adicionales durante la etapa productiva, debido al incremento de la población de la plaga.

Obtención de datos

Para recabar los datos se utilizó un muestreo aleatorio simple, ya que el terreno en el que se estableció el cultivo era de aproximadamente 200 m², lo cual facilitaba la obtención de la mayor cantidad de datos posibles, por lo que la inspección de todas las plántulas fue indispensable para recabar datos verídicos. Para el análisis de los datos se utilizó el programa Minitab versión 17[®] y se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias para probar las hipótesis planteadas. Además, se cuantificó la cantidad de agua de riego durante todo el ciclo del cultivo.

Resultados

Mediante el estudio de los cuatro tipos de fertilizantes a tres dosis diferentes se pudieron obtener los resultados de la Tabla 2, que corresponden a la cantidad promedio de calabacitas por cada planta, durante el periodo de producción, las cuales fueron cortadas con una talla de 10 a 12 cm de largo; se consideran frutos de primera categoría de acuerdo lo establecido en los mercados nacionales (ver la Figura 2).

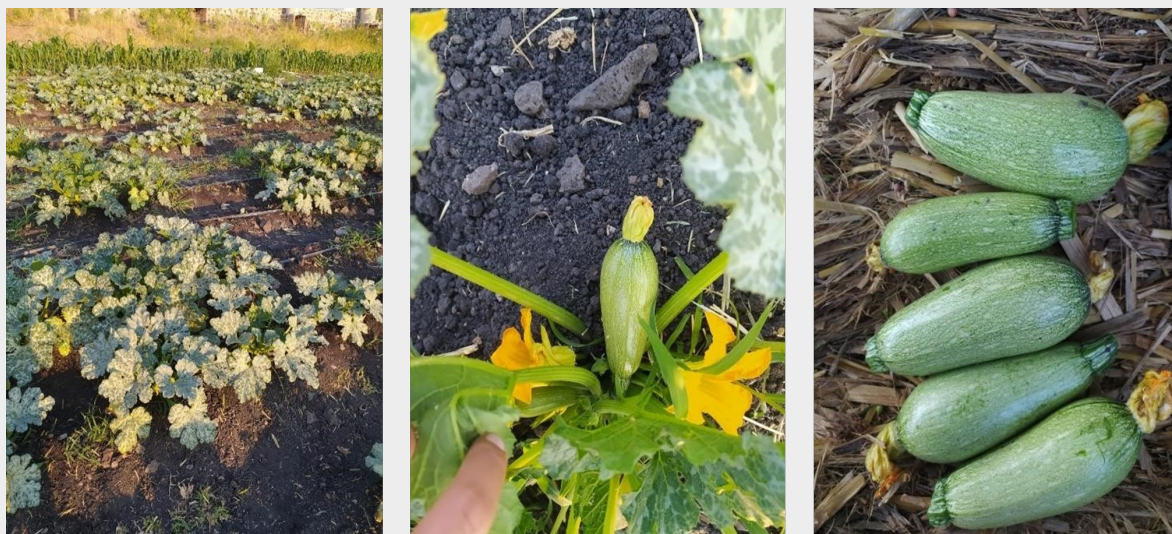


Figura. 2. Imágenes del cultivo en su época de floración y cosecha.
Fuente: elaboración propia

Durante la cosecha se hizo un conteo de calabacitas por cada planta, por lo que se obtuvo un promedio de la cantidad producida, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de frutos promedio durante el periodo de cosecha

	BLOQUES			
TRATAMIENTOS (DOSIS)	NITROFOSKA	TRIPLE 19	MAGROMIX	D.A.P.
B	14	18	18	0
C	16	39	19	7
A	12	20	12	0
D	11	17	12	7

El análisis de varianza, realizado en Minitab V. 17 (mostrado en la Tabla 3), indica que con respecto a la dosis no se puede concluir que haya un efecto significativo sobre la producción de calabacita, pues la herramienta estadística refleja que la probabilidad obtenida es mayor que el nivel de significancia utilizado, es decir $p > 0.05$. En cuanto al bloque, el análisis de varianza arroja que sí existe una diferencia entre los tipos de fertilizantes, ya que $p < 0.05$.

Tabla 3. Análisis de varianza en Minitab v. 17

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DOSIS	3	221.2	73.75	3.16	<u>0.079</u>
FERTILIZANTE	3	810.3	270.08	11.56	<u>0.002</u>
Error	9	210.3	23.36		
Total	15	1241.8			

Asimismo, para apoyar este análisis se usó la prueba de Tukey para comparación de medias de tratamientos, con un nivel de confianza del 95 %. Como puede apreciarse en la Figura 3, ningún par de medias correspondientes a las dosis de fertilizantes ejercen un efecto significativo sobre producción de calabacita, dado que todos los intervalos contienen al cero.

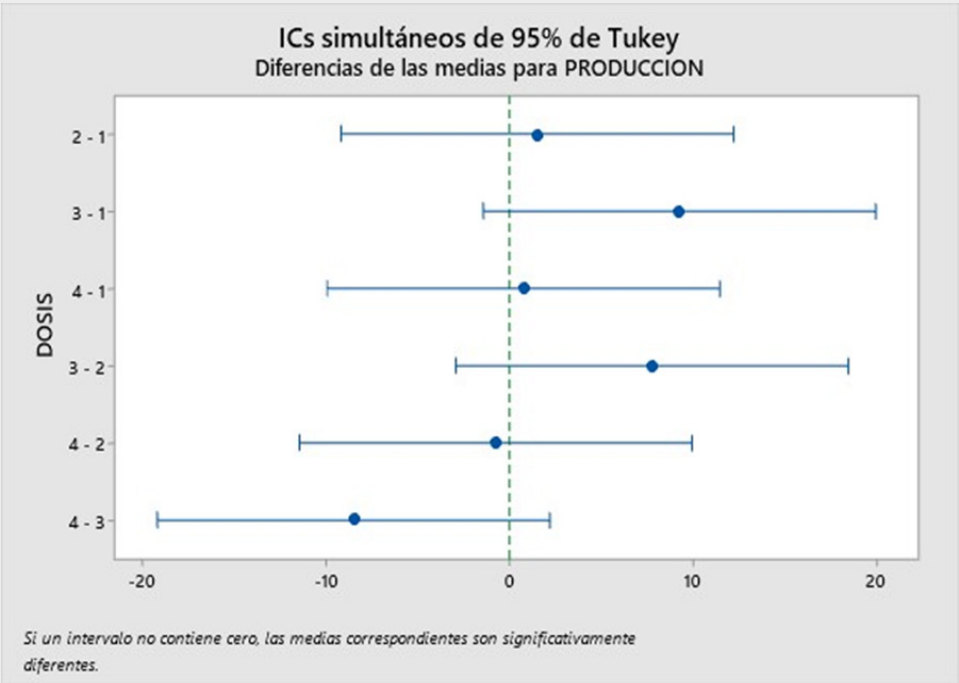


Figura 3. Prueba de comparación de medias de Tukey. Minitab V. 17

Con respecto al gasto de agua se obtuvieron los siguientes resultados por cada etapa y en todo el ciclo de cultivo, el cual fue de 46 días.

Tabla 4. Gasto de agua durante el ciclo de cultivo (elaboración propia)

Etapa	Número de riegos	Tiempo /riego en horas	Lámina por número de riegos	Gasto de agua en litros
Presiembra	2	3	5.4 cm	3 600 L
Emergencia	1	3	5.4 cm	1 800 L
Desarrollo vegetativo	6	4	6.6 cm	14 400 L
Floración y producción	31	6	10.8 cm	111 600 L
Total	40	16	28.2 cm	131 400 L

De acuerdo con la Tabla 4, el gasto total de agua para todo el ciclo de cultivo fue de 131.4 m³ en 200 m².

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el tipo de fertilizante tuvo un efecto significativo sobre la producción de calabacita, mientras que la dosis aplicada no mostró diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Este comportamiento sugiere que la composición nutrimental del fertilizante es un factor más determinante que la cantidad aplicada, lo cual coincide con diversos estudios sobre nutrición vegetal en cucurbitáceas.

En este sentido, Aguilar-Carpio *et al.* (2022) reportaron que la fertilización química balanceada promueve significativamente el crecimiento, el área foliar y el rendimiento en calabacita, destacando que la disponibilidad adecuada de nutrientes esenciales influye directamente en la productividad del cultivo². Esto respalda los resultados obtenidos en el presente estudio, donde fertilizantes como Triple 19 mostraron mejores rendimientos en comparación con otros tratamientos, debido probablemente a su balance en macronutrientes (N-P-K).

Asimismo, Díaz *et al.* (2016) señalan que la nutrición mineral adecuada mejora la absorción de nutrientes y la eficiencia fisiológica de la planta, lo cual repercute en un mayor rendimiento. En contraste, fertilizantes con formulaciones menos equilibradas o con disponibilidad limitada de nutrientes, como el DAP en este estudio, pueden no satisfacer completamente los requerimientos del cultivo, lo que explicaría su menor desempeño productivo¹⁹.

Por otro lado, la ausencia de diferencias significativas entre dosis puede atribuirse a un posible rango óptimo de fertilización ya cubierto dentro de los tratamientos evaluados. De acuerdo con Moreno-Reséndez *et al.* (2019), cuando los niveles de fertilización se encuentran dentro de un rango adecuado, incrementos adicionales no necesariamente se traducen en aumentos en el rendimiento, debido a fenómenos como la saturación nutricional o la eficiencia decreciente en la absorción de nutrientes¹⁴.

En relación con el manejo hídrico, el uso de riego por goteo probablemente contribuyó a la uniformidad en la respuesta del cultivo, en total se dieron 40 riegos y se tuvo un gasto de 131.4 m³ de agua en 200 m². Apáez-Barrios *et al.* (2019) destacan que este sistema mejora la eficiencia en el uso del agua y favorece la disponibilidad constante de nutrientes en la zona radicular, lo cual puede reducir la variabilidad entre tratamientos y potenciar el efecto de los fertilizantes⁷. Esto concuerda con lo observado en este estudio, donde el cultivo mantuvo un desarrollo adecuado a pesar de las condiciones climáticas variables.

Además, factores externos como la presencia de plagas (mosquita blanca) y condiciones climáticas elevadas (hasta 32 °C) pudieron haber influido en la respuesta del cultivo, limitando la expresión total del potencial productivo. Asimismo, como lo señala Alaniz-Villanueva, las variables no controladas como el clima y las plagas pueden incrementar la variabilidad experimental y afectar la significancia estadística de los tratamientos⁴.

En conjunto, los resultados sugieren que la selección adecuada del tipo de fertilizante es un factor clave para maximizar la producción de calabacita, mientras que ajustes en la dosis dentro de rangos moderados pueden tener un impacto limitado. Esto resalta la importancia de formular estrategias de fertilización basadas en la calidad y balance de nutrientes, más que en la cantidad aplicada.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten afirmar que el tipo de fertilizante es un factor determinante en la producción de calabacita (*Cucurbita pepo* L.), evidenciándose diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). En particular, el fertilizante Triple 19 mostró el mejor desempeño productivo, lo que sugiere que una formulación balanceada de macronutrientes (N-P-K) favorece el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Por el contrario, las dosis evaluadas no presentaron un efecto significativo sobre la producción ($p > 0.05$), lo que indica que, dentro del rango estudiado (45–60 g), el cultivo probablemente alcanzó un nivel de suficiencia nutricional. Esto su-

giere que incrementos adicionales en la cantidad de fertilizante no necesariamente se traducen en mayores rendimientos, destacando la importancia de optimizar la calidad del fertilizante más que su cantidad.

El uso del sistema de riego por goteo contribuyó a mantener condiciones hídricas adecuadas durante el ciclo del cultivo, favoreciendo una distribución eficiente del agua y nutrientes en la zona radicular. Esto no solo permitió un desarrollo uniforme de las plantas, sino que también redujo la variabilidad experimental, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados obtenidos. Asimismo, el diseño experimental de bloques completamente al azar demostró ser adecuado para este tipo de estudios, ya que permitió controlar parcialmente la variabilidad del terreno y generar resultados estadísticamente válidos para la comparación de tratamientos.

En términos prácticos, se recomienda el uso de fertilizantes balanceados como Triple 19 en sistemas de producción de calabacita bajo riego por goteo, ya que maximizan el rendimiento sin necesidad de incrementar las dosis de aplicación. En contraste, fertilizantes con menor equilibrio nutricional, como el DAP en este estudio, pueden limitar el potencial productivo del cultivo.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones consideren evaluar rangos más amplios de dosis, combinaciones de fertilización y diferentes condiciones ambientales, con el fin de profundizar en la comprensión de la respuesta del cultivo y optimizar aún más las prácticas de manejo agronómico.

Referencias

1. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. *La calabacita, que rica, que fresca, que suave...* [En línea]. 2020. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2025] Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-calabacita-que-rica-que-fresca-que-suave?idiom=es>
2. AGUILAR-CARPIO, Cid; Cervantes-Adame Yessica Flor; Sorza-Aguilar, Pedro Jordan y Escalante-Estrada, José Alberto Salvador. Crecimiento, rendimiento y rentabilidad de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) fertilizada con fuentes químicas y biológicas. *Terra Latinoamericana*. [En línea]. Vol. 40. 13 jun 2022. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2025]. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792022000100115 ISSN: 2395-8030.
3. JIMÉNEZ HERNÁNDEZ, Yanet; Pérez Guerrero, Juan de Dios; Puentes Ortega, Alejandra; Barrera Vargas, Fabiola y Cisneros López, Hugo Cesar. Comparación del rendimiento de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) con fertilización biológica en el ITR Ciclo Verano 2024. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. [En línea]. Vol. 9(2), p. 1883-1895. 2025. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2025]. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17019 ISSN: 2707-2215.
4. ALANIZ-VILLANUEVA, Óscar; Silva-Marrufo, Óscar; Galindo-Villanueva, Heriberto y Betancourt-Chaidez, Beatriz. Evaluación de la producción y rentabilidad de la calabaza mayera con el uso de biofertilizantes y un fertilizante químico comercial. *Abanico Boletín Técnico*. [En línea]. Vol. 5. 2026. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2026]. Disponible en <https://abanicoacademico.com/abanicoboletintecnico/es/article/view/300> ISSN: 3061-8452.
5. MONTIEL LEGORRETA, María José. *Evaluación del rendimiento y calidad del cultivo de calabacita con manejo nutrimental orgánico*. [Trabajo de tesis]. [En línea]. Universidad Nacional Autónoma de México. 2024. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2026]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/1dc4b4fe-067c-4770-a57f-8605469d930c/content>
6. ROMÁN-PAOLI, Elvin. *Conjunto Tecnológico para la Producción de Calabaza*. [En línea]. Universidad de Puerto Rico. Colegio de Ciencias Agrícolas. 2022. [Fecha de consulta; 29 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/7.-CALABAZA-RIEGO.pdf>
7. APAEZ-BARRIOS, Patricio; Lara-Chávez, Ma. Blanca Nieves; Apáez-Barrios, Maricela y Raya-Montaño, Yurixhi Atenea. Producción y rentabilidad de calabacita con aplicación de zeolita y fertilizante químico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. [En línea]. Publicación especial. Número 23. Septiembre-noviembre 2019. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2025]. Disponible

- en <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2022/2693> ISSN: 2007-9230.
8. SYSTEM GROUP. *Riego por goteo del calabacín. Guía completa*. [En línea]. 2021. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2025] Disponible en <https://www.sabspa.com/wp-content/uploads/2021/08/riego-por-goteo-del-calabacin.pdf>
 9. DEL ÁNGEL-OCAMPO, Mónica; Pérez Vázquez, Arturo; Sánchez Hernández, Ciro; Taborda Bustillo, Paola Carolina y García Pérez, Eliseo. Estudio del agroecosistema con calabaza pipián en Cantarranas, Paso de Ovejas, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. [En línea]. Vol. 12(5), 823-834. Junio-agosto 2021. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2025]. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v12n5/2007-0934-remexca-12-05-823.pdf> ISSN: 2007-9230.
 10. PROAIN TECNOLOGÍA. *Importancia de la radiación solar en la producción de calabaza*. [En línea]. 23 de septiembre de 2020. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2024]. Disponible en https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/importancia-de-la-radiacion-solar-en-la-produccion-de-calabaza?srltid=AfmBOorFMopkWHpHOoF09uLt599D46NEpmpBIKDXPvI%20G4EDyxXO30BS_%20BLOG [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2024].
 11. SAAVEDRA, Sonia. *Viabilidad financiera de un sistema de reutilización de aguas grises para la producción de hortalizas y ornamentales en Iztapalapa, Ciudad de México*. [Tesis]. [En línea]. Octubre de 2017. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2024]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000767244/3/0767244.pdf>
 12. ORGANIZACIÓN ESPERANZA BOLIVIA (OEB). *Manual para el cultivo de hortalizas*. [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2024]. Disponible en <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/83-Manual%20para%20el%20Cultivo%20de%20Hortalizas.pdf>
 13. PÉREZ VENTURA, Domingo. *Efecto de la caolinita mezclada con diferentes adherentes en plántulas de calabacita (Cucurbita pepo) variedad Zucchini*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. [Tesis]. [En línea]. Mayo de 2009. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2025]. Disponible en <https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/5022/T17094%20%20P%389REZ%20VENTURA%2c%20DOMINGO%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 14. MORENO-REZÉNDEZ, Alejandro; Reyes Carrillo, José Luis; Preciado-Rangel, Pablo; Ramírez-Aragón, Mercedes Georgina y Moncayo-Luján, María el Rosario. Desarrollo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) con diferentes fuentes de fertilización bajo condiciones de invernadero. *Revista de Ecosistemas y recursos agropecuarios*. [En línea]. 2019. 6(16), 145-151. [Fecha de consulta: 28 de febrero de 2025] Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v6n16/2007-901X-era-6-16-145.pdf>
 15. SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. *Maximizando la eficiencia agrícola: Sistema de riego por goteo*. [En línea]. 10 de enero de 2024. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2025] Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maximizando-la-eficiencia-agricola-sistema-de-riego-por-goteo?idiom=es>
 16. BASTIDA CAÑADA, Olmo Axayacatl. *Estadísticas de producción de calabacita en México*. En: Blog Agricultura. [En línea]. 2024. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2025] Disponible en: <https://blogagricultura.com/estadisticas-calabacita-mexico/>
 17. GÓMEZ, Abigail. *Este es uno de los alimentos más poderosos que existen para subir las defensas*. En Infobae. [En línea]. 25 de julio de 2024. [Fecha de consulta: 03 de abril de 2025]. Disponible en <https://www.infobae.com/mexico/2024/07/26/este-es-uno-de-los-alimentos-mas-poderosos-que-existen-para-subir-las-defensas/>
 18. MONTGOMERY, Douglas. *Diseño y análisis de experimentos*. Editorial Limusa. México. 2004. ISBN: 968- 18-6156- 6.
 19. DÍAZ FRANCO, Arturo; Alvarado Carrillo, Manuel; Allende, Florencia Alejandro y Ortiz Cháirez, Flor Elena. Crecimiento, nutrición y rendimiento de calabacita con fertilización biológica y mineral. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. [En línea]. Vol. 32 (4). Noviembre 2016. [Fecha de consulta: 03 de marzo de 2025]. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000400445 ISSN: 0188-4999.

Fecha de recepción

13/03/2025

Fecha de aceptación

13/05/2026

Fecha de publicación

30/09/2026

Diversidad de hongos en áreas naturales protegidas de Guanajuato: Charco Azul y Cerro del Cubilete

Fungal diversity in protected natural areas of Guanajuato: Charco Azul and Cerro del Cubilete

Brenda Esmeralda Guerrero-Pérez, Francisco Alejo-Iturvide, María Azucena Márquez-Lucio y Claudia Isela González-López / Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Resumen

Los hongos son parte esencial del equilibrio ecológico de los bosques, pero todavía se conocen poco en varias áreas protegidas de Guanajuato. En este trabajo se documentó la diversidad de hongos en dos localidades: Charco Azul, en el municipio de Xichú, y el Cerro del Cubilete, en Silao. Durante la temporada de lluvias de 2023 se registraron 139 ejemplares, correspondientes a 66 especies, 35 géneros y 22 familias. El Cerro del Cubilete presentó una mayor variedad de especies, mientras que en Charco Azul destacaron algunos géneros por su abundancia. Estos resultados muestran que ambas áreas resguardan comunidades fúngicas distintas y complementarias, por lo que su conservación es importante para mantener la biodiversidad del estado.

Palabras clave: diversidad fúngica, Guanajuato, Charco Azul, Cubilete, macromicetos

Abstract

Fungi are an essential part of the ecological balance of forests, yet they remain poorly understood in several protected areas of Guanajuato. This study documented fungal diversity at two sites: Charco Azul, in the municipality of Xichú, and Cerro del Cubilete, in Silao. During the 2023 rainy season, 139 specimens were recorded, representing 66 species, 35 genera, and 22 families. Cerro del Cubilete exhibited a greater variety of species, whereas certain genera stood out for their abundance at Charco Azul. These results demonstrate that both areas harbor distinct and complementary fungal communities, making their conservation important for maintaining the state's biodiversity.

Keywords: fungal diversity, Guanajuato, Charco Azul, Cubilete, macrofungi

Introducción

Los hongos son una parte esencial de los ecosistemas, aunque muchas veces pasan desapercibidos. Su presencia favorece la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y diversas relaciones con las plantas y otros organismos, por lo que contribuyen al equilibrio ecológico de los bosques. Además de su importancia ambiental, también han despertado interés por sus posibles aplicaciones en campos como la medicina, la agricultura y la biotecnología¹.

México se reconoce por su gran riqueza biológica, y los hongos forman parte de esa diversidad. Se han documentado miles de especies en el país, y en Guanajuato también se han registrado macrohongos de interés ecológico^{2,3}. Sin embargo, todavía existen áreas donde el conocimiento sobre estas comunidades es escaso, especialmente en sitios naturales protegidos, donde su estudio puede aportar información valiosa para comprender mejor la biodiversidad local y fortalecer acciones de conservación⁴.

Entre estos espacios destacan Charco Azul, en el municipio de Xichú, y el Cerro del Cubilete, en Silao, dos localidades de Guanajuato con características ambientales que favorecen la presencia de comunidades fúngicas. Al tratarse de áreas naturales protegidas, ambos sitios funcionan como refugios de biodiversidad y su estudio resulta relevante para la conservación de distintas comunidades biológicas, entre ellas los hongos⁴. Además, debido a que estos organismos son sensibles a los cambios en el ambiente, también pueden ayudar a interpretar el estado ecológico de los sitios donde habitan⁵.

Objetivo

Caracterizar la diversidad de hongos presentes en Charco Azul y el Cerro del Cubilete, dos áreas naturales protegidas de Guanajuato, para reconocer su composición y resaltar su importancia ecológica.

Objetivos específicos

Documentar las especies de hongos registradas en ambas localidades mediante trabajo de campo e identificación morfológica.

Comparar la composición y la variedad de hongos entre Charco Azul y el Cerro del Cubilete. Interpretar la relevancia ecológica de los hallazgos y su aportación a la conservación de estas áreas protegidas.

Planteamiento del problema

A pesar de su importancia, la información disponible sobre los hongos de estas áreas protegidas (Charco Azul y el Cerro del Cubilete) sigue siendo limitada.

Esta falta de conocimiento dificulta valorar con mayor precisión su riqueza biológica y su papel dentro de los ecosistemas. Por ello, es necesario dar a conocer y divulgar la diversidad de hongos en estas dos áreas naturales, destacar las diferencias entre ambos lugares y subrayar por qué su conservación resulta relevante para la biodiversidad de Guanajuato.

Método de trabajo

El estudio se realizó en Charco Azul, municipio de Xichú, y en el Cerro del Cubilete, municipio de Silao, Guanajuato⁶. Para conocer la diversidad de hongos en las áreas de estudio, se realizaron recorridos de campo durante la temporada de lluvias de julio a septiembre de 2023. Estas dos áreas fueron elegidas por su importancia ecológica y porque forman parte de áreas naturales protegidas de Guanajuato. Durante los recorridos se buscaron ejemplares en distintos microhábitats del bosque, con el fin de registrar la mayor variedad posible de hongos presentes en cada sitio.

Los ejemplares encontrados se describieron en campo a partir de sus rasgos visibles, como forma, tamaño y color, y después se revisaron con mayor detalle en laboratorio para apoyar su identificación. Para reconocer las especies se consultó bibliografía especializada y, una vez identificados, los ejemplares quedaron resguardados en la colección micológica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

Con la información obtenida se comparó la composición de hongos entre ambas localidades, con el propósito de reconocer cuáles grupos fueron más representativos y qué diferencias ecológicas podían observarse entre los dos sitios. Esta comparación permitió valorar la importancia de cada localidad como refugio de biodiversidad fúngica en Guanajuato.

Resultados e importancia ecológica

Durante el estudio realizado en Charco Azul, en Xichú, y el Cerro del Cubilete, en Silao, se registraron 139 ejemplares de hongos, correspondientes a 66 especies, 35 géneros y 22 familias. Estos resultados muestran que ambos sitios resguardan una diversidad fúngica importante y confirman su valor como espacios relevantes para la biodiversidad de Guanajuato.

Entre las familias mejor representadas destacaron Boletaceae y Russulaceae, lo que refleja la presencia de grupos fúngicos ampliamente asociados con ambientes boscosos. La distribución del número de especies por familia muestra que algunas familias concentraron una mayor diversidad que otras en ambas localidades (Figura 1).

Especies por familia

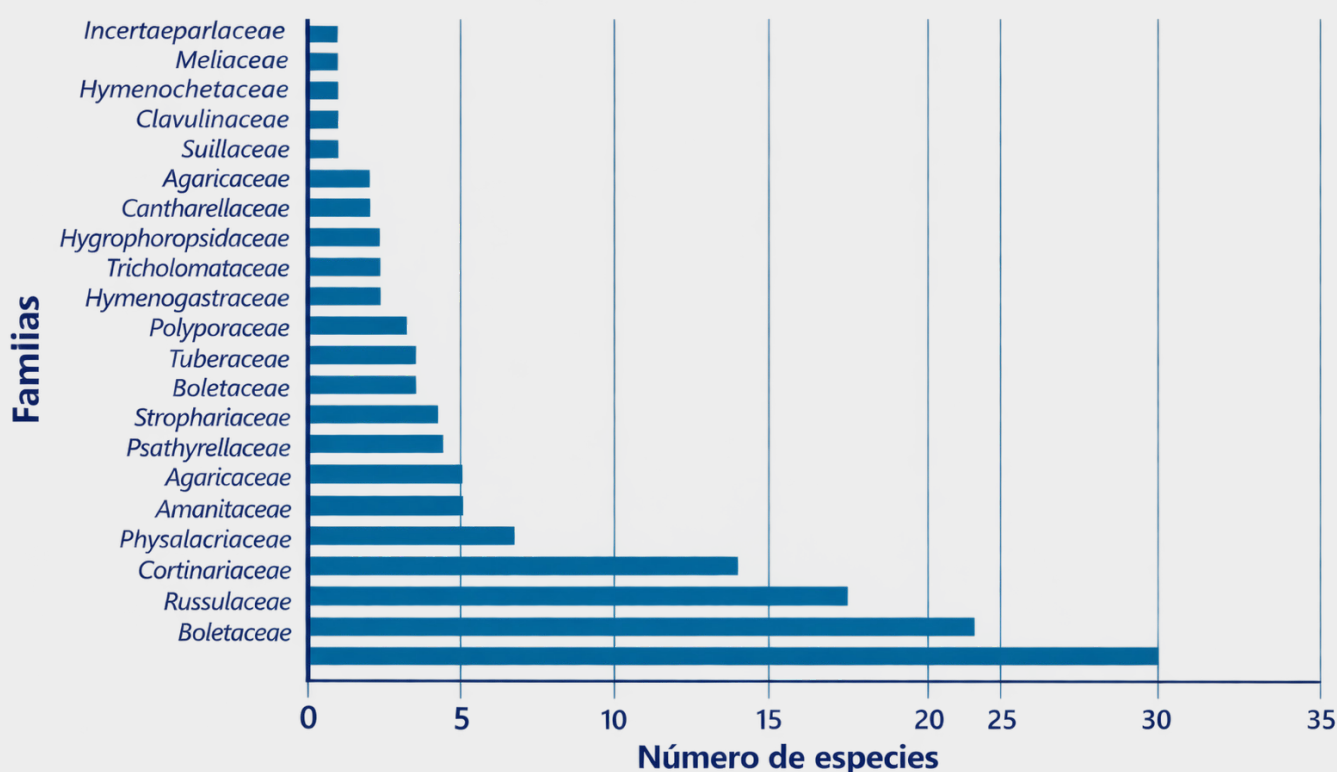


Figura 1. Familias de hongos con mayor número de especies registradas en dos áreas naturales protegidas de Guanajuato: Charco Azul y el Cerro del Cubilete. Fuente: elaboración propia

A nivel de género, el número de especies registradas permitió identificar cuáles fueron los grupos con mayor riqueza en Charco Azul y el Cerro del Cubilete (Figura 2). Esta distribución indica que la diversidad fúngica no se concentró de manera uniforme, sino que ciertos géneros reunieron una mayor cantidad de especies en una u otra de las áreas estudiadas.

Especies por género

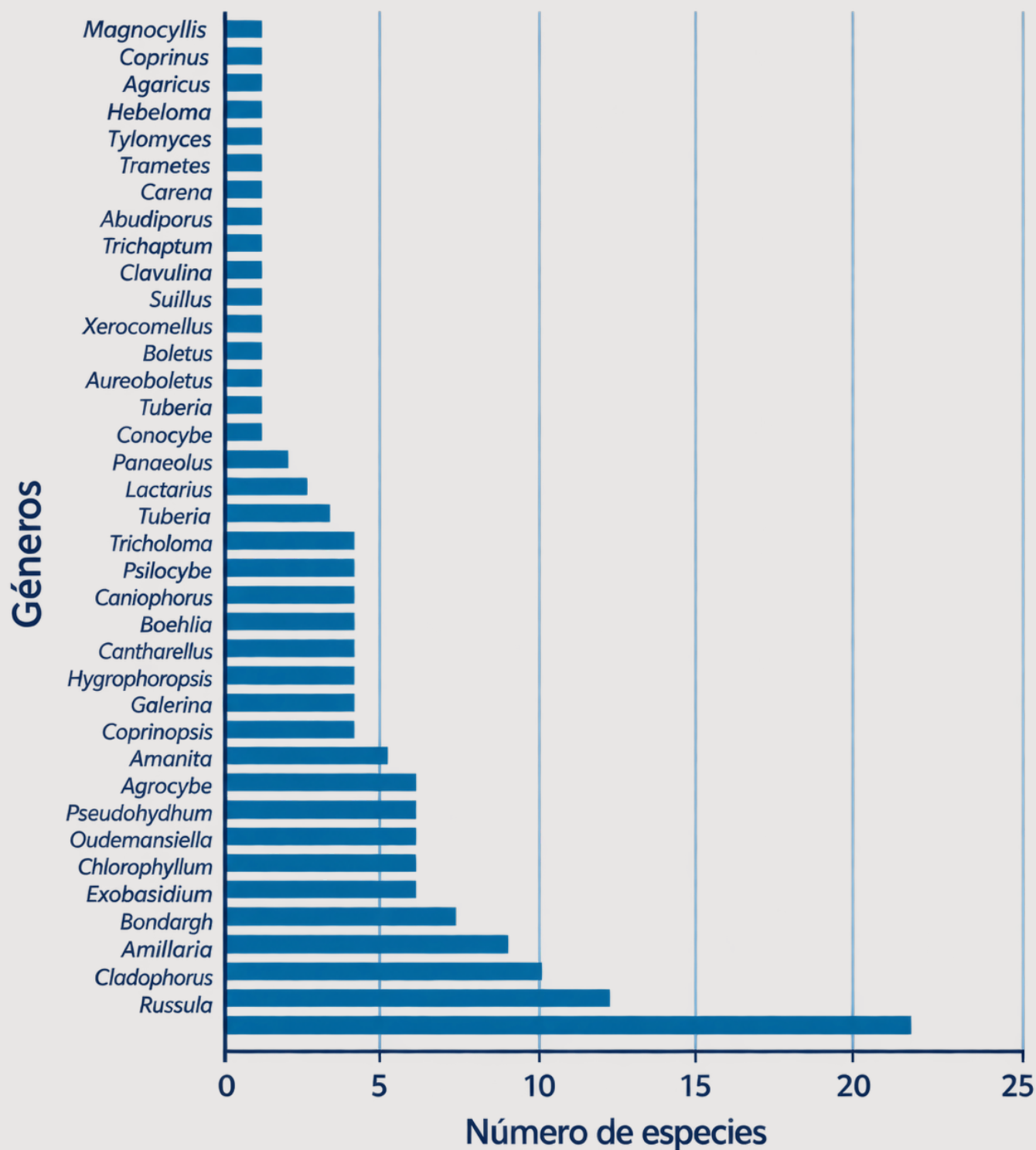
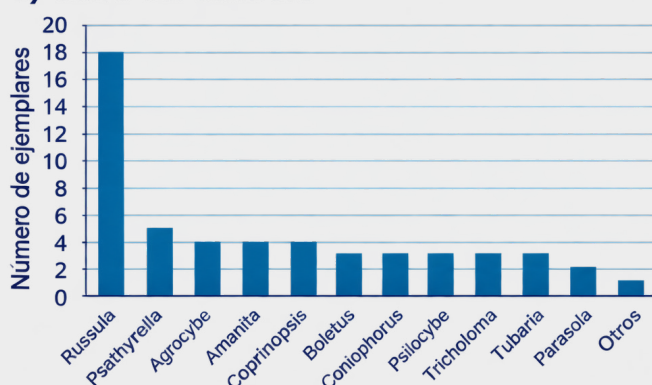


Figura 2. Géneros de hongos con mayor número de especies registradas en Charco Azul y Cerro del Cubilete. Fuente: elaboración propia

La comparación entre ambos sitios mostró diferencias importantes. El Cerro del Cubilete presentó una mayor variedad de especies, lo que sugiere condiciones favorables para el establecimiento de una comunidad fúngica más diversa. Por su parte, Charco Azul destacó por la abundancia de algunos géneros, especialmente *Chalciporus* y *Armillaria*. La abundancia de los géneros más representativos mostró así patrones distintos entre las dos áreas de estudio, lo que sugiere que cada una ofrece condiciones particulares para el desarrollo de estas comunidades (Figura 3).

Abundancia por géneros

a) Cerro del Cubilete



b) Charco Azul

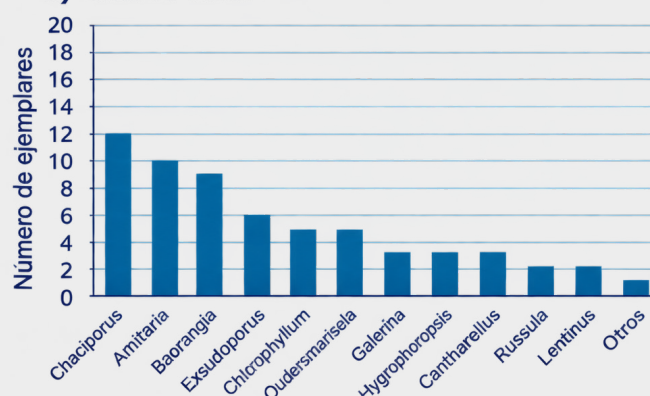


Figura 3. Abundancia de los principales géneros de hongos registrados en dos localidades de Guanajuato: a) Cerro del Cubilete y b) Charco Azul. Fuente: elaboración propia

En conjunto, estos hallazgos indican que Charco Azul y el Cerro del Cubilete no albergan exactamente la misma comunidad de hongos, sino ensamblajes con características propias y complementarias. Más allá de los números, esto significa que ambas zonas aportan información distinta sobre la diversidad fúngica del estado y refuerzan la importancia de su conservación. Proteger estos sitios no solo ayuda a resguardar especies, sino también las funciones ecológicas que los hongos desempeñan en los ecosistemas forestales.

Conclusiones

En Charco Azul y el Cerro del Cubilete se documentaron 139 ejemplares de hongos, correspondientes a 66 especies, 35 géneros y 22 familias. El Cerro del Cubilete presentó una mayor diversidad de especies, mientras que Charco Azul destacó por la abundancia de algunos géneros, como *Chalciporus* y *Armillaria*. Estas diferencias muestran que ambas localidades albergan comunidades fúngicas distintas y complementarias, por lo que su conservación es fundamental para proteger la biodiversidad de Guanajuato.

Referencias

1. ESTRADA SALAZAR, Gloria Inés y Ramírez Galeano, Martha Cecilia. *Micología general*. [En línea]. Centro Editorial Universidad Católica de Manizales. 2019. [Fecha de consulta: 08 de enero de 2025]. Disponible en <https://repositorio.ucm.edu.co/entities/publication/55f2ee49-23a3-4220-948e-484336c5df40> ISBN: 978-958-52337-1-3.
2. DONIZ PADILLA, Leslie Marisol; Cárdenas González, Juan Fernando; Martínez Juárez, Víctor Manuel y Acosta-Rodríguez, Ismael. Estudio de hongos macromicetos en la estación Las Palomas de la Cuenca de la Esperanza, del estado de Guanajuato. *Tlatemoani*. [En línea]. Núm. 4. 2010. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2025]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7311069> ISSN: 1989-9300.
3. ALEJO-ITURVIDE, Francisco; Morales-Rodríguez, Laura M.; Márquez-Lucio, María A.; González-López, Claudia Isela y De la Riva-De la Riva, Gustavo A. Setas Amanita en la Sierra de Santa Rosa Gto.: un primer acercamiento a su diversidad. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*. [En línea]. Vol. 4(10): 29-35. Marzo 2017. [Fecha de consulta: 07 de enero de 2025]. Disponible en https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol4num10/Revista_de_Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias_V4_N10_4.pdf ISSN: 2410-356X.
4. TURRINI, Alessandra and Giovannetti, Manuela. Arbuscular mycorrhizal fungi in national parks, nature reserves and protected areas worldwide: a strategic perspective for their *in situ* conservation. *Mycorrhiza*. [En línea]. Vol. 22(2): 81-97. February 2012. [Fecha de consulta: 08 de enero de 2025]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s00572-011-0419-6> ISSN: 1432-1890.
5. PEAY, Kabir G.; Kennedy, Peter G. and Talbot, Jennifer M. Dimensions of biodiversity in the Earth mycobiome. *Nature Reviews Microbiology*. [En línea]. Vol. 14(7): 434-447. July 2016. [Fecha de consulta: 10 de enero de 2025]. Disponible en <https://www.nature.com/articles/nrmicro.2016.59> ISSN: 1740-1534.
6. INEGI. *Anuario estadístico del estado de Guanajuato Tomo I*. Edición 2005. Aguascalientes, Ags.: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Fecha de recepción

04/02/2025

Fecha de aceptación

29/04/2026

Fecha de publicación

30/09/2026

Factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos en el noroeste del estado de México

Factors influencing the growth of start-ups in the northwest of the State of Mexico

Iván Alejandro Suárez Valencia / Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

Resumen

Se analizaron los factores críticos que impulsan o restringen el crecimiento de los emprendimientos en la región noroeste del estado de México (Edomex). El marco teórico integra la teoría del capital humano, con datos y políticas proyectadas hasta el año actual. El análisis de resultados simulados (basado en correlación de factores) revela que la dinámica de crecimiento es determinada principalmente por la capacidad interna para adoptar tecnología, más que por los factores de infraestructura regional. Otro hallazgo indica que la adopción de plataformas digitales (e-commerce) es el predictor más fuerte del crecimiento, permitiendo superar las barreras geográficas. El segundo factor influyente es el capital humano del fundador, esencial para la gestión y resiliencia. En contraste, el impacto de los Incentivos Fiscales Estatales 2025 es bajo, sugiriendo una brecha crítica de implementación y aprovechamiento, mientras que la infraestructura logística tradicional es mitigada por la digitalización.

Palabras clave: emprendimiento, noroeste del estado de México, digitalización, capital humano, incentivos fiscales

Abstract

The critical factors that drive or restrict the growth of startups in the northwestern region of the State of Mexico (Edomex) were analyzed. The theoretical framework integrates human capital theory with data and policies projected up to the current year. The analysis of simulated results (based on factor correlation) reveals that growth dynamics are determined primarily by the internal capacity to adopt technology, rather than by regional infrastructure factors. Another finding indicates that the adoption of digital platforms (e-commerce) is the strongest predictor of growth, allowing geographic barriers to be overcome. The second most influential factor is the founder's human capital, which is essential for management and resilience. In contrast, the impact of the 2025 State Tax Incentives is low, suggesting a critical gap in implementation and utilization, while the limitations of traditional logistics infrastructure are mitigated by digitalization.

Keywords: entrepreneurship, northwestern State of Mexico, digitalization, human capital, tax incentives

Introducción

El emprendimiento es el motor fundamental para el desarrollo económico y la generación de empleos en México. Particularmente, en las regiones, con características específicas tanto en los aspectos socioeconómicos como logísticos, tal es el caso del noroeste del estado de México (Edomex), donde la capacidad que tienen los nuevos negocios para crecer y consolidarse se convierte en el indicador clave para la salud económica regional. Esta zona está conformada por municipios con vocación mixta (industrial, agrícola y de servicios),

que en la actualidad están enfrentando desafíos únicos que determinan la trayectoria de sus emprendimientos.

El crecimiento empresarial no es un fenómeno espontáneo, sino que es el resultado de la interacción compleja entre las variables internas (microeconómicas) y externas (meso y macroeconómicas). Desde una perspectiva teórica, la influencia de la innovación (Schumpeter, 2004) y la capacidad de gestión y adaptación (Greiner, 1998) se ven complementadas por el entorno^{1, 2}.

Con estos antecedentes conceptuales, en el presente estudio se analizan los factores críticos tanto a nivel micro como macro y mesoeconómicos. Se busca identificar cuáles de estos factores ejercen la mayor correlación con el crecimiento en los emprendimientos del noroeste del estado de México, proporcionando una base empírica para el diseño de políticas públicas más efectivas y estrategias empresariales focalizadas.

Planteamiento del problema

En el noroeste del estado de México (véase la Figura 1), el emprendimiento se ha consolidado como una alternativa relevante para la generación de empleo y el desarrollo económico local. Sin embargo, a pesar del incremento en el número de iniciativas emprendedoras en municipios como Atlacomulco, San Felipe del Progreso, Jocotitlán, Soyaniquilpan, Polotitlán, Temascalcingo, San José del Rincón, San Bartolo Morelos, Jilotepec, Acambay, Aculco, Timilpan, Ixtlahuaca y El Oro, una gran parte de estos proyectos no logra consolidarse ni alcanzar un crecimiento sostenido. La falta de continuidad y la alta tasa de mortalidad empresarial reflejan la presencia de múltiples factores que limitan la expansión y crecimiento de ellos.



Figura 1. Mapa del noroeste del estado de México. Se observan los municipios que conforman esta área geográfica. Adaptado de IGECEM³

Emprendedores y emprendedoras de los diversos municipios enfrentan obstáculos relacionados con el acceso limitado a financiamiento, la escasa capacitación empresarial, la débil articulación con cadenas productivas, la competencia informal y las restricciones tecnológicas. A estos se suman condiciones socioeconómicas particulares del noroeste mexicano, como niveles de ingreso heterogéneos, limitada infraestructura productiva y desigual acceso a redes de apoyo institucional. Aunque se reconoce que estos factores influyen de manera significativa en el desempeño de los emprendimientos, no existe suficiente evidencia sistematizada que permita comprender con claridad cuáles son los factores predominantes ni cómo interactúan entre sí para favorecer o impedir el crecimiento empresarial.

La falta de conocimiento afecta tanto a emprendedores y emprendedoras como a las instituciones públicas y privadas encargadas del diseño de estrategias para el apoyo económico. Sin una comprensión precisa de las condiciones que impulsan o frenan el desarrollo de los emprendimientos, resulta difícil implementar programas efectivos de financiamiento, capacitación, innovación o acompañamiento empresarial.

Por lo tanto, surge la necesidad de analizar qué factores influyen en el crecimiento de los emprendimientos del noroeste del estado de México y de qué manera estos factores contribuyen o limitan su consolidación. Identificar estas variables permitirá proponer estrategias más eficientes que fortalezcan el ecosistema emprendedor regional y abonen al desarrollo económico local.

Objetivo

Analizar los principales factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos en la región noroeste del estado de México, con el propósito de comprender cómo condicionan su desarrollo y competitividad.

Objetivos específicos

- Identificar los factores económicos como el acceso al financiamiento, la liquidez, los costos operativos y las oportunidades de mercado que influyen en el crecimiento de los emprendimientos de la región.
- Examinar los factores sociales, incluidos el nivel educativo, la experiencia laboral, las redes de apoyo y la cultura emprendedora, que afectan el desempeño y expansión de los negocios locales.
- Analizar la influencia de los factores institucionales y gubernamentales, como programas de apoyo, trámites adminis-

trativos y políticas públicas, en el desarrollo de los emprendimientos del noroeste del estado de México.

- Evaluar el papel de la digitalización y la adopción tecnológica en la competitividad, productividad y capacidad de crecimiento de los emprendimientos.
- Determinar las principales barreras y oportunidades que enfrentan los emprendedores en su proceso de consolidación y expansión.
- Proponer estrategias que fortalezcan el crecimiento, sostenibilidad y rendimiento de los emprendimientos de la región, basadas en los resultados del análisis realizado.

Marco teórico

Innovación y desarrollo económico

Es el crecimiento, como el resultado de la innovación y la destrucción creativa. El crecimiento sostenido de un emprendimiento depende de su capacidad para introducir nuevas combinaciones de recursos, productos o mercados¹.

Etapas del crecimiento

El modelo de las etapas de crecimiento de Greiner, postula que la expansión empresarial se produce a través de fases predecibles, cada una marcada por una crisis de gestión (liderazgo, autonomía, control). El crecimiento está, por lo tanto, influido por la capacidad del emprendedor para reorganizar y adaptar la estructura del negocio².

Factores internos (microfactores)

Estos factores residen en las capacidades del emprendedor y la estructura interna del negocio, siendo determinantes en la escalabilidad.

Capital humano y gestión estratégica

Define la integración deliberada de las prácticas de recursos humanos (como el reclutamiento, la capacitación, la retención y la evaluación) con las metas y objetivos a largo plazo de una organización. Bajo este enfoque, el personal deja de ser un costo operativo o administrativo para convertirse en el activo intangible más crítico para generar ventajas competitivas sostenibles⁴.

Capital financiero y acceso a capital

La liquidez y la estructura de capital son esenciales. En México, el acceso limitado al financiamiento formal sigue siendo una de las principales barreras de crecimiento para las pymes. El crecimiento exige diversificar las fuentes de capital más allá de los recursos propios y los créditos tradicionales⁵.

Factores del entorno regional (mesofactores)
Se centran en las condiciones específicas del noroeste del estado de México que facilitan o restringen la operación y expansión.

● Infraestructura y logística

La calidad de la infraestructura vial, energética y de telecomunicaciones es crucial. Las deficiencias en estas áreas aumentan los costos operativos y reducen la competitividad de los emprendimientos en el noroeste, afectando su capacidad de participar en cadenas de suministro más amplias⁶.

● Capital social y redes de apoyo

El capital social se manifiesta en la densidad de las redes empresariales, la colaboración entre emprendedores y la vinculación con entidades de apoyo (incubadoras, universidades). Un capital social robusto facilita el flujo de información, la mentoría y la identificación de oportunidades de mercado⁷.

Factores macroeconómicos e institucionales (macrofactores)

Estos factores representan el marco de reglas e incentivos gubernamentales que impactan directamente en el clima de negocios.

● Políticas de Fomento Económico (PAI 2025)

La existencia de programas gubernamentales focalizados es un impulsor directo del crecimiento. El Programa Anual de Incentivos (PAI) 2025 del estado de México busca reducir las barreras de inversión y creación de empleo⁸.

● Transformación digital y entorno regulatorio

La adopción de tecnología es un factor de crecimiento indispensable. El entorno regulatorio debe facilitar la digitalización y el comercio electrónico, reduciendo la burocracia para operar en línea. La promoción de la inversión en tecnología y la simplificación de trámites son cruciales⁹.

Metodología

En la presente investigación se utilizó el enfoque cualitativo, el cual permitió analizar los factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos.

El estudio fue de tipo descriptivo e interpretativo, debido a que pretendió describir los factores que influyen en el emprendimiento y comprender cómo estos son experimentados por las y los emprendedores en su contexto local.

El diseño de la investigación correspondió a un estudio de caso, ya que permitió analizar en profundidad las características y condiciones que intervienen en el desarrollo empresarial. Para ello se emplearon técnicas de investigación que facilitaron la identificación de las principales características de los emprendimientos y los factores que afectan su desarrollo.

Las categorías del análisis consideradas fueron el financiamiento, la capacitación y la digitalización, debido a su influencia en el desarrollo y crecimiento de los emprendimientos. Asimismo, se realizó la observación de emprendedores de micro, pequeñas y medianas empresas con el fin de complementar la información documental y comprender su comportamiento frente a los factores.

La información se obtuvo mediante una revisión documental y observación directa. La revisión documental incluyó el análisis de información proveniente de fuentes oficiales, entre ellas el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Secretaría de Economía, la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de México y diversos Programas gubernamentales relacionadas con el emprendimiento.

Finalmente, la información recopilada fue organizada y analizada mediante un proceso de análisis cualitativo, identificando patrones y relaciones entre las categorías de estudio para explicar los factores que favorecen o limitan el crecimiento de los emprendimientos.

Resultados y análisis de datos

Los datos permitieron identificar cuáles son las principales barreras que enfrentan los emprendimientos del noroeste del Estado de México.

Se obtuvo como resultado:

- La falta de financiamiento representa el principal obstáculo.
- La digitalización mejora la competitividad empresarial.
- La capacitación fortalece la supervivencia de negocios.
- El apoyo institucional incrementa la formalización empresarial.

Sobre la base de los resultados obtenidos, se plantean las siguientes propuestas:

- Fomentar microfinanzas y fondos de inversión regionales.
- Incrementar programas de capacitación técnica y empresarial.
- Simplificar trámites administrativos.
- Fortalecer incubadoras y asesorías.
- Promover espacios de networking empresarial.
- Impulsar subsidios tecnológicos y capacitación digital.

Las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) conforman más del 99 % de las empresas en México y generan alrededor del 52 % del PIB nacional, destacando su papel esencial en la economía local y nacional.

En el estado de México, la actividad económica es dinámica, con un sector comercial y de servicios amplio, y un mercado laboral con más de 8 millones de ocupados, lo que indica un potencial significativo para emprendimientos locales.

Los principales factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos son:

Acceso a financiamiento

La falta de acceso al financiamiento sigue siendo una de las barreras más críticas para emprendedores en México. Instituciones señalan que menos del 5 % de las mipymes tienen crédito bancario, lo que limita la expansión y la escalabilidad¹⁰. La falta de liquidez y los problemas para acceder a crédito son causas frecuentes de cierre o estancamiento de emprendimientos.

Interpretación regional (noroeste del Edomex)

En municipios de menor tamaño o menos conectados, el acceso a capital es incluso más limitado que en zonas metropolitanas, reflejando una brecha financiera que afecta el crecimiento local.

Capacitación, educación y habilidades empresariales

La falta de conocimientos en administración, finanzas, impuestos, marketing y manejo de personal es un factor que frena tanto la formalización como la expansión de negocios.

Iniciativas del gobierno estatal, tales como programas de capacitación y formación para emprendedores, buscan mejorar estas habilidades en todos los municipios del estado de México, en este caso un programa como Jóvenes Emprendedores e Innovadores apoyan económica y técnicamente a proyectos de innovación empresarial. La capacitación impulsa la adopción de mejores prácticas y métodos modernos de gestión, mejorando la supervivencia y el crecimiento de los emprendimientos.

Ecosistema de apoyo e instituciones públicas

Existe un sistema estatal de incubadoras y asesoría empresarial diseñado para apoyar a emprendedores con capacitación, financiamiento y estrategias de crecimiento.

Relevancia regional

Las incubadoras y servicios de asesoría son clave para el noroeste del estado de México, donde el apoyo institucional puede nivelar desigualdades con zonas urbanas más densas.

Entorno económico y digitalización

La transformación digital es uno de los principales motores del crecimiento empresarial en México, con adopción de tecnologías como comercio electrónico, automatización y datos como ventaja competitiva.

Interpretación local

Los emprendimientos que incorporan digitalización desde etapas tempranas (por ejemplo, e-commerce, sistemas de gestión, análisis de métricas) crecen más rápido y escalan con mayor sostenibilidad.

Condiciones estructurales (seguridad, corrupción y trámite)

Barreras como burocracia excesiva, corrupción y trámites complejos se identifican como factores que impiden la creación ágil y escalable de negocios. Aunque centrado en todo México, este fenómeno impacta con mayor fuerza en zonas donde no existe apoyo técnico para sortear obstáculos institucionales. La seguridad jurídica, rapidez en trámites y menor corrupción facilitan que los emprendimientos se formalicen y accedan a programas de apoyo más eficientemente.

Cultura emprendedora y competencias personales

Elementos como intención emprendedora, percepción de oportunidad, experiencias previas y redes de contactos influyen en la probabilidad de iniciar y escalar negocios. En regiones de menor densidad empresarial (como el noroeste del estado de México), redes sociales, mentorías y espacios creativos son fundamentales para aumentar la ambición y supervivencia de nuevos emprendimientos.

Financiamiento:

baja participación con crédito bancario (<5 %) y falta de liquidez reportada en cierres.

Capacitación:

programas formativos estatales pueden elevar capacidades operativas.

Apoyo institucional: incubadoras y asesoría empresarial fortalecen la estructuración y expansión.

Apoyo institucional:

incubadoras y asesoría empresarial fortalecen la estructuración y expansión.

Digitalización:

la adopción de herramientas digitales mejora la competitividad y escalabilidad.

Burocracia y corrupción:

dificulta la formalización y el acceso a programas, aunque este factor es variable por municipio.

Redes y cultura:

la percepción del entorno y las conexiones profesionales aumentan la resiliencia.

Enseguida se presentan algunas sugerencias o propuestas que el gobierno de esta región tendría que tomar en cuenta para el desarrollo de los emprendimientos en los diferentes municipios del noroeste del Edomex:

- Fomentar microfinanzas y fondos locales de inversión para suplir la carencia de crédito.
- Expandir programas de mentoría y capacitación técnica en municipios del noroeste del estado de México.
- Simplificar trámites y reducir barreras regulatorias para acelerar la formalización de emprendimientos.
- Promover espacios de networking empresarial y colaboración universidad-empresa.
- Impulsar la digitalización con subsidios tecnológicos o capacitación digital.

Discusión

El análisis de los factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos en el noroeste del estado de México revela un ecosistema emprendedor heterogéneo, donde convergen condiciones económicas, sociales, institucionales y tecnológicas que afectan de manera diferenciada a los negocios de la región.

Al comparar los hallazgos con estudios nacionales y latinoamericanos, se observa que muchos de los retos que enfrentan las y los emprendedores son comunes, aunque en esta región se intensifican por sus características territoriales específicas.

Uno de los factores más relevantes es el acceso al financiamiento, que continúa siendo limitado principalmente para micro y pequeños negocios. Las y los emprendedores suelen depender de recursos propios o préstamos informales, situación que restringe su capacidad de inversión en maquinaria, infraestructura, expansión de servicios o apertura de nuevos mercados. Esto coincide con investigaciones que señalan que la falta de financiamiento es uno de los principales inhibidores del crecimiento empresarial en zonas semiurbanas y

rurales. Sin embargo, en el noroeste mexicano se esta limitación se acentúa debido a la escasa presencia de instituciones financieras especializadas y a la desconfianza hacia los mecanismos formales de crédito.

Asimismo, la capacitación empresarial aparece como un elemento determinante. Muchos emprendedores inician sus negocios basados en experiencia empírica más que en formación técnica o de gestión, lo que reduce su competitividad y dificulta la adopción de prácticas administrativas, contables y de marketing. Aunque existen programas gubernamentales que ofrecen capacitación, las y los emprendedores refieren que estos no siempre se ajustan a las necesidades reales o no son suficientemente accesibles. Esto genera una brecha entre la disponibilidad de programas de apoyo y su impacto efectivo en el crecimiento empresarial.

Otro aspecto importante es la articulación con cadenas productivas y redes de colaboración. Los emprendimientos que logran integrarse con proveedores, clientes institucionales o asociaciones locales tienden a crecer más rápido, mientras que aquellos que operan de manera aislada enfrentan mayores dificultades para expandirse. En el noroeste del estado de México, donde predomina una estructura productiva fragmentada y con poca cooperación interempresarial, esta falta de integración limita el desarrollo de mercados más amplios y sostenidos.

La adopción tecnológica también desempeña un papel clave. Aunque las y los emprendedores reconocen la importancia de las tecnologías digitales, muchos presentan barreras para incorporarlas de forma eficiente, ya sea por falta de capacitación, costos elevados o conectividad limitada en algunas zonas. Esto reduce su competitividad frente a negocios de regiones más urbanizadas y limita su participación en el comercio electrónico, actualmente fundamental para el crecimiento empresarial.

Finalmente, las condiciones socioeconómicas del territorio influyen notablemente en las posibilidades de crecimiento. La variabilidad de ingresos, la dependencia de actividades tradicionales y el nivel de escolaridad generan un entorno en el que las y los emprendimientos deben adaptarse a un mercado local reducido y con bajo poder adquisitivo. Esto provoca que muchos negocios se mantengan en fases tempranas de desarrollo, sin lograr escalar.

En conjunto, estos resultados muestran que el crecimiento de los emprendimientos en el noroeste del estado de México depende no solo del esfuerzo individual de las y los emprendedores, sino de un contexto estructural que puede facilitar o limitar su consolidación. La interacción entre financiamiento, capacitación, tecnología, redes productivas y condiciones socioeconómicas configura un ecosistema que requiere fortalecerse de manera integral. Los datos sugieren que las políticas públicas actuales son necesarias pero insuficientes, por lo que se requiere una estrategia más coherente que articule instituciones, sector privado y emprendedores para generar un entorno más favorable y sostenible.

Conclusión

El estudio sobre los factores que influyen en el crecimiento de los emprendimientos en el noroeste del estado de México permite concluir que el desarrollo empresarial en esta región depende de la interacción entre elementos económicos, sociales, institucionales y tecnológicos que conforman un ecosistema emprendedor todavía en consolidación. Los resultados muestran que el acceso limitado al financiamiento, la insuficiente capacitación empresarial, la débil integración a redes productivas, la baja adopción tecnológica y las condiciones socioeconómicas particulares del territorio son los factores que más condicionan el crecimiento de los negocios locales.

Si bien existe un potencial emprendedor significativo y una creciente iniciativa por parte de la población, estas capacidades no logran traducirse plenamente en emprendimientos sostenibles debido a la carencia de apoyos estructurales y a la falta de articulación entre instituciones, sector privado y emprendedores. Así, el crecimiento empresarial no depende únicamente de la voluntad individual, sino de un entorno capaz de proveer recursos, acompañamiento y oportunidades de mercado.

En este sentido, se evidencia la necesidad de fortalecer el ecosistema emprendedor mediante estrategias integrales que mejoren el acceso al crédito, impulsen la capacitación contextualizada, promuevan el uso de tecnologías digitales y fomenten la colaboración entre actores económicos de la región. Solo mediante una intervención coordinada y orientada al desarrollo local será posible potenciar el crecimiento de los emprendimientos y, con ello, contribuir al bienestar económico y social del noroeste del estado de México.

Por lo contrario, se presentan limitaciones derivadas principalmente de la escasez de datos oficiales desagregados por subregiones, lo que obliga a utilizar información regional o nacional que no refleja plenamente la heterogeneidad local. Asimismo, la falta de estudios académicos recientes y específicos de la zona genera dependencia de fuentes secundarias que pueden no representar con precisión la realidad actual.

A esto se suma la dificultad para evaluar el impacto de políticas públicas y condiciones macroeconómicas recientes, así como la presencia de factores cualitativos difíciles de medir, como la informalidad, las barreras administrativas y la percepción de riesgo de los emprendedores. En conjunto, estas limitaciones no invalidan la investigación, pero evidencian la necesidad de enfoques metodológicos mixtos y datos más actualizados y contextualizados para fortalecer la validez de los resultados y su utilidad en la toma de decisiones públicas y empresariales.

- BANCO DE MÉXICO. Encuesta Trimestral de Evolución del Entorno Empresarial. [En línea]. 2025. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2025]. Disponible en <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/evolucion-trimestral-del-financiamiento-a-las-empr/evolucion-del-financiamiento-.html>.
- INSTITUTO DE CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO PARA EL TRABAJO INDUSTRIAL EDOMEX. Cursos a empresas. [En línea]. 2025. [Fecha de consulta: 06 de diciembre de 2025]. <https://icati.edomex.gob.mx/cursos-empresas>
- CÁMARA DE COMERCIO Y SERVICIOS ESTATALES. [En línea]. 2025. [Fecha de consulta: 06 de diciembre de 2025]. <https://www.canacotoluca.org/home/>
- Asociación Mexicana de Ventas Online. Estudio de Venta Online en PyMEs 2024-2025. [En línea]. 2025. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2025]. <https://blog.amvo.org.mx/publicaciones/estudio-sobre-venta-online-en-mexico-2025>.
- Gaspar, Beatriz. Emprendedores: la clave del crecimiento económico. Forbes México. [En línea]. Julio 2025. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2025]. Disponible en <https://forbes.com.mx/emprendedores-la-clave-del-crecimiento-economico/>

Referencias

- SCHUMPETER, Joseph A. The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle. Tenth printing. Cambridge, Mass. USA. Transaction Publishers. 2004. ISBN: 0-87855-698-2.
- GREINER, Larry E. Evolution and Revolution as Organization Grow. Harvard Business Review. May-June 1998. ISSN: 0017-8012.
- IGECM: Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Visor del Atlas Cibernético del Estado de México. 2024. Disponible en <https://acvisor.edomex.gob.mx/AtlasCibernetico/portal/visorAtlas.do>
- ASOCIACIÓN DE EMPRENDEDORES DE MÉXICO. Radiografía de Emprendimiento en México. [En línea]. 2025. [Fecha de consulta: 06 de diciembre de 2025]. Disponible en <https://asem.mx/investigacion/>
- SECRETARIA DE DESARROLLO ECONÓMICO DEL ESTADO DE MÉXICO. Programa Anual de Incentivos (PAI). [En línea]. 2025. [Fecha de consulta: 06 de diciembre de 2025]. Disponible en <https://desarrolloeconomico.edomex.gob.mx/sites/desarrolloeconomico.edomex.gob.mx/files/files/Portal-2025/Febrero-2025/PAI%202025.pdf>

Fecha de recepción

20/11/2025

Fecha de aceptación

24/02/2026

Fecha de publicación

30/09/2026

Obsolescencia programada y consumo local en la industria textil y de calzado en Dolores Hidalgo

Planned Obsolescence and Local Consumption in the Textile and Footwear Industry in Dolores Hidalgo

Gerson Gastón García Peralta, Julia Ruiz Herbert y César Alejandro Salazar Delgado
/ Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato

Resumen

Este artículo analiza la crisis de competitividad de los sectores textil y calzado en Dolores Hidalgo ante la asimetría de información y la obsolescencia programada. El objetivo es fundamentar un diagnóstico de comunicación que identifique factores de vulnerabilidad local frente al *fast fashion*. Bajo un enfoque mixto, se aplicaron cinco instrumentos validados a una muestra no probabilística por conveniencia, justificada por la alta densidad comercial del municipio. Los resultados evidencian una brecha de trazabilidad crítica: el 85 % de los consumidores percibe el deterioro intencional industrial (obsolescencia programada), pero el 65 % desconoce el origen de sus prendas por falta de información. Se concluye que la digitalización actúa como un mecanismo de señalización de mercado necesario para contrarrestar la opacidad global. Este diagnóstico demuestra que la trazabilidad digital transforma la “calidad silenciosa” regional en un activo estratégico contra el consumo de productos efímeros.

Palabras clave: industria textil y del calzado, moda, obsolescencia programada, asimetría de información, Dolores Hidalgo

Abstract

This article analyzes the competitiveness crisis of the textile and footwear sectors in Dolores Hidalgo facing information asymmetry and planned obsolescence. The objective is to establish a communication diagnosis identifying local vulnerability factors against fast fashion. Using a mixed approach, five validated instruments were applied to a non-probabilistic convenience sample, justified by the municipality's high commercial density. Results evidence a critical traceability gap: 85% of consumers perceive intentional industrial deterioration (planned obsolescence), while 65% are unaware of garment origins due to information lack. It is concluded that digitalization acts as a necessary market signaling mechanism to counter global opacity. This diagnosis shows that digital traceability transforms regional “silent quality” into a strategic asset against ephemeral consumption.

Keywords: textile and footwear industry, fashion, planned obsolescence, information asymmetry, Dolores Hidalgo

Introducción

En las últimas décadas, la industria textil global ha experimentado una transformación radical, marcada por una profunda tensión entre el crecimiento económico acelerado y la sostenibilidad ambiental. Este escenario es impulsado fuertemente por el modelo de *fast fashion* (moda rápida), un sistema que ha normalizado la producción masiva a bajo costo y una rotación desenfrenada de tendencias. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2023) reporta que, mientras la producción mundial de textiles se duplicó en apenas quince años¹, el tiempo promedio de uso de cada prenda disminuyó en un 36 %.

Este modelo ha debilitado la percepción de la vestimenta como un bien duradero, además de que conlleva un alto costo ambiental, pues el sector genera alrededor del 10 % de las emisiones globales de dióxido de carbono² y consume recursos de forma intensiva, requiriendo hasta 2700 litros de agua para fabricar una sola camisa de algodón³ (de acuerdo con lo que señala Maiti, 2024) o 7500 litros para un par de *jeans*⁴ (ONU, 2019). A esto se suma la alarmante liberación de entre 200 000 y 500 000 toneladas de microfibras sintéticas al océano cada año⁵ (Agencia Europea del Medio Ambiente —EEA, por sus siglas en inglés—, 2022). En este contexto, plataformas digitales asiáticas como Shein y Temu han intensificado la circulación global de estas prendas efímeras.

Al analizar este consumo acelerado, se evidencia que no responde a fallas accidentales, sino a estrategias deliberadas. Por un lado, destaca la obsolescencia programada, que limita la vida útil física mediante materiales de baja calidad; por otro, la obsolescencia percibida desvaloriza prendas funcionales ante la avalancha de hasta 24 colecciones anuales (González Lankenau y Ortega Rubí, 2024)⁶. No obstante, este modelo prospera fundamentalmente en un entorno de asimetría de información, donde la opacidad informativa de las marcas permite que la fragilidad técnica pase desapercibida. Como afirma Demirel (2025) y otros estudios recientes sobre la comunicación de la sostenibilidad, las empresas de moda rápida utilizan la obsolescencia como una “estrategia de opacidad deliberada”⁷. En esta dinámica de selección adversa, el mercado tiende a favorecer al producto más barato y desechable, desplazando sistemáticamente a la producción de alta calidad que no logra comunicar su durabilidad.

Como contraparte, surge el *slow fashion* (moda lenta), un enfoque que propone volver a la circularidad y a la durabilidad. Aunque es un mercado donde se proyectaba que en 2025 superara los diez mil millones de dólares, su adopción enfrenta barreras significativas. En México, el problema se agrava por la agresiva publicidad digital y la disponibilidad de productos importados asociados a prácticas de *dumping*⁸ (Cota Yáñez y Grajales Díaz, 2024).

Una de las manifestaciones más severas de esta crisis es la expansión de la “ropa de paca”, mercancía que en un 80 % ingresa de forma irregular^{9, 10}. Como lo reporta Ireta (2025), el impacto es tangible: entre 2024 y 2025 se perdieron unos 95,000 empleos en los sectores calzado y textil a causa de esta competencia desleal¹¹.

Esta vulnerabilidad resulta crítica en regiones de tradición manufacturera como Guanajuato. En municipios como Dolores Hidalgo, la actividad textil y del calzado sostiene una parte vital de la economía local, enfrentando una tensión innegable entre una identidad global desechable y la identidad productiva regional. En un escenario como este, aplica lo señalado por Rapezzi, Pizzi y Marzocchi (2025) en el sentido de que la digitalización y la trazabilidad constituyen mejoras operativas tendientes a optimizar un mecanismo de señalización de mayor impacto para restaurar la confianza del consumidor¹². Por su parte, Badhwar, Islam y Tan (2023) sostienen que, en mercados saturados por la opacidad, la transparencia habilitada por herramientas digitales actúa como un “nuevo lenguaje de confianza” que permite cerrar la brecha valor-acción¹³. Así, la tecnología se posiciona como una herramienta de resistencia informativa que permite al agente productor y comerciante local certificar su longevidad frente al carácter efímero del mercado global.

Finalmente, como apunta Durón (2025), a los desafíos productivos se suma el riesgo de la apropiación cultural¹⁴. Por todo lo anterior, resulta fundamental comprender cómo la expansión del *fast fashion* pone en jaque la sostenibilidad de los sistemas tradicionales. Bajo esta premisa, la presente investigación tiene como objetivo central analizar la posición competitiva de los sectores textil y de calzado en Dolores Hidalgo frente a la obsolescencia programada, con el fin de fundamentar un diagnóstico de comunicación basado en la transparencia radical que potencie el valor del consumo local. Con ello, se busca transitar de una vulnerabilidad pasiva ante el mercado global hacia una propuesta de resiliencia basada en la señalización digital de la durabilidad y el fortalecimiento de la identidad regional.

Objetivo

Analizar la posición competitiva de los sectores textil y de calzado en Dolores Hidalgo frente a la obsolescencia programada, con el fin de fundamentar un diagnóstico de comunicación que potencie el valor del consumo local.

Objetivos específicos

- Analizar el impacto del fenómeno del *fast fashion* y la obsolescencia programada en los hábitos de consumo de la población de Dolores Hidalgo.
- Identificar el nivel de conocimiento y sensibilidad del consumidor dolorense respecto a la obsolescencia programada.

Planteamiento del problema

El modelo de *fast fashion* se consolidó como un sistema dominante dentro de la industria de la moda a partir de la década de 1990, con el surgimiento de marcas emblemáticas como Zara y H&M. Afirman Chugchilán Veintimilla y Rivera Moran (2025) que estas compañías transformaron la forma en que las y los consumidores accedían a las tendencias, al reducir drásticamente los tiempos de producción, permitiendo el lanzamiento de nuevas colecciones en cuestión de semanas en lugar de los meses que solían requerirse¹⁵.

Actualmente, México enfrenta un crecimiento significativo en el consumo de moda rápida, impulsado en gran medida por plataformas digitales como Shein y Temu. Cota Yáñez y Grajales Díaz (2024) informan que este fenómeno responde a múltiples factores: la obsolescencia programada y percibida que incentiva compras frecuentes al diseñar productos de corta duración y promover tendencias efímeras; los precios más bajos derivados de economías de escala, mano de obra barata y subsidios en países exportadores; la intensa publicidad en redes sociales que estimula el consumo impulsivo; y una progresiva desvalorización de la producción nacional frente a las importaciones⁸.

Las consecuencias económicas de este modelo se reflejan en distintos sectores productivos del país. Prácticas como la competencia desleal y el *dumping* han provocado cierres de empresas y pérdidas de miles de empleos en la industria de la confección¹⁶, afectando directamente a la producción nacional (Más de Acá, 2023). En este contexto, Guanajuato forma parte de un corredor textil relevante en el centro del país, con municipios especializados en la confección industrial, como Moroleón y Uriangato¹⁷.

Dentro de esta dinámica regional se encuentra Dolores Hidalgo, localidad conocida principalmente por su producción de alfarería y cerámica, pero donde el sector textil y de calzado también representa una actividad económica importante. En este municipio, tanto la producción local como la comercialización se ven presionadas por la importación masiva de prendas de *fast fashion* y por el crecimiento del mercado de ropa de segunda mano o "ropa de paca".

El problema también radica en la asimetría de información generada por la opacidad informativa del modelo de *fast fashion*. Al no existir mecanismos locales que certifiquen y comuniquen la durabilidad y el origen de forma ágil, se crea un desequilibrio de mercado donde el consumidor queda vulnerable ante la mercadotecnia digital extranjera, la cual oculta deliberadamente la obsolescencia programada de sus materiales bajo una apariencia de novedad constante.

Este mercado ha evolucionado de los tradicionales tianguis a un comercio cada vez más amplio: afirman Cota Yáñez y Grajales Díaz (2024) que entre enero y noviembre de 2020, las exportaciones de textiles de segunda mano⁸ provenientes de Estados Unidos hacia México crecieron un 47 % (este incremento intensifica la competencia para los productores locales y agrava la situación económica en municipios como Dolores Hidalgo, donde los sectores textil y de calzado funcionan como un contrapeso productivo relevante).

De mantenerse estas condiciones sin aplicar medidas de reposicionamiento estratégico y señalización de valor que mitiguen esta brecha informativa, el desequilibrio entre la producción local y la oferta global podría comprometer la sostenibilidad de estas actividades económicas, ampliando las desigualdades del mercado y debilitando el patrimonio productivo y cultural de la región.

Método de trabajo

La investigación se fundamentó en un estudio de caso único bajo un enfoque mixto, integrando herramientas cuantitativas y cualitativas de alcance exploratorio y descriptivo. Este diseño permitió la aplicación de una técnica de triangulación de datos para contrastar los resultados estadísticos sobre hábitos de consumo con las percepciones y experiencias vividas por productores y comerciantes en Dolores Hidalgo, Guanajuato, facilitando una comprensión profunda de cómo el fenómeno del *fast fashion* altera la economía local.

El universo de estudio se segmentó en dos frentes: una muestra no probabilística de consumidores de entre 18 y 70 años, y un grupo selecto de 15 unidades económicas del sector textil y calzado, derivadas de un mapeo previo de 60 establecimientos en la zona centro del municipio. El tamaño de la muestra se justifica bajo un criterio de conveniencia y factibilidad para un estudio exploratorio en un contexto geográfico delimitado, buscando una representatividad cualitativa en el núcleo comercial conforme a la densidad de negocios reportada en los censos económicos¹⁸.

Para la recolección de evidencia, se diseñaron y validaron cinco instrumentos mediante la técnica de juicio de expertos, donde un panel de docentes-investigadores/as especialistas en metodología evaluó la claridad, coherencia y relevancia de cada reactivo. El primer instrumento consistió en una encuesta digital detallada sobre hábitos de consumo, con el cual se exploró la frecuencia y el tipo de consumo mediante preguntas sobre si la ropa adquirida era de marca, genérica o de segunda mano, y el lugar de compra (tiendas departamentales o locales), cuya validez de contenido fue ratificada por las y los expertos para asegurar que las opciones de respuesta permitieran identificar con precisión los canales de venta. Un segundo bloque de esta encuesta se centró en la procedencia del guardarropa, cuestionando directamente al usuario o usuaria si conocía el país de origen de sus prendas o si poseía artículos fabricados en Guanajuato.

Este instrumento, junto con sus preguntas sobre conexión emocional y ética, fue sometido a una prueba piloto con una submuestra representativa para verificar la comprensión de los términos antes de su aplicación masiva. En este se plantearon interrogantes como “¿Cuánto tiempo suele durarte una prenda antes de dejar de usarla?” o “¿Estarías dispuesto a pagar más por ropa de mayor durabilidad y hecha localmente?”. Estas preguntas tuvieron como fin detectar si existe una demanda latente por calidad que los productores locales podrían aprovechar frente a la fragilidad de la moda rápida. Como cierre de este instrumento, se aplicó una “micro-auditoría” del clóset, la cual fue corroborada mediante una evaluación de expertos/as para asegurar que el ejercicio de trazabilidad fuera ejecutable por el participante sin asistencia técnica.

Complementariamente, se aplicó una segunda encuesta enfocada exclusivamente en la obsolescencia programada, la cual fue validada por el panel de personas expertas a fin de mitigar sesgos de confirmación en preguntas sobre el deterioro intencional de los productos. A través de cuestiones como “¿Cree que la ropa está hecha para durar menos tiempo intencionalmente?” o “¿Con qué frecuencia necesita reemplazar su calzado por desgaste?”, se buscó determinar si las y los habitantes de Dolores Hidalgo perciben el deterioro acelerado de los productos actuales como una estrategia de mercado y si esto afecta su confianza en las marcas globales.

Por otro lado, la fase cualitativa se apoyó en dos guías de entrevistas semiestructuradas dirigidas a productores y comerciantes, cuya técnica de validación consistió en el análisis de pertinencia cualitativa por pares académicos para garantizar que las preguntas detonadoras captaran la “voz del experto” local sin inducir respuestas.

La técnica de análisis de datos consistió en el tratamiento estadístico descriptivo para los instrumentos cuantitativos y un análisis de contenido temático para las entrevistas cualitativas.

Finalmente, todo el proceso estuvo respaldado por un protocolo ético que incluyó un aviso de privacidad y consentimiento informado, asegurando que el manejo de los datos personales cumpliera con los estándares de transparencia.

La ejecución de la investigación se dividió en tres etapas cronológicas durante el año 2025. La fase diagnóstica, realizada entre mayo y junio, consistió en el análisis de indicadores económicos y antecedentes históricos de la manufactura regional. Durante la primera semana de julio, se llevó a cabo el mapeo de campo en la zona centro de Dolores Hidalgo para registrar los negocios operativos. Finalmente, la implementación piloto y la distribución de los formularios digitales, junto con las entrevistas de campo, se desarrollaron desde la segunda semana de julio hasta la primera semana de agosto, consolidando así la base de datos necesaria para el análisis final del impacto del consumo textil en la región.

Resultados y análisis de datos

El análisis de la información, ejecutado en agosto de 2025, se fundamentó en la aplicación de técnicas de estadística descriptiva para el procesamiento de datos cuantitativos y el análisis de contenido temático para la fase cualitativa, lo que permitió contrastar las tendencias cuantitativas de consumo con la realidad operativa capturada en el trabajo de campo.

En primer lugar, la información obtenida a través de la encuesta digital sobre hábitos de consumo demuestra un patrón que privilegia la necesidad sobre el impulso: el 45 % de los encuestados adquiere ropa solo cada tres o seis meses, y una cifra idéntica lo hace únicamente cuando es indispensable. Esta tendencia es aún más marcada en el calzado, donde el 60 % de la muestra solo realiza una compra cuando el producto se daña, sugiriendo un consumidor orientado a la utilidad

funcional. Un hallazgo revelador de este primer instrumento es la desconexión entre la importancia de la marca y el tipo de producto; mientras que para la ropa el 65 % prefiere opciones genéricas o locales, en el calzado el 45 % opta por marcas reconocidas, a pesar de que el 90 % de las y los participantes calificó como “nada” o “poco importante” que una prenda sea de marca.

Posteriormente, los resultados de la encuesta enfocada en la obsolescencia programada refuerzan una postura crítica hacia la calidad industrial, donde un 80 % de las personas encuestadas cree que las marcas fabrican ropa para que se desgaste más rápido intencionalmente. Esta percepción se sustenta en la experiencia directa, ya que el 85 % afirma haber notado que sus prendas o zapatos se dañan con mayor velocidad que en años anteriores (Figura 1), posicionando al consumidor en una situación de desconfianza hacia los modelos de producción masiva.

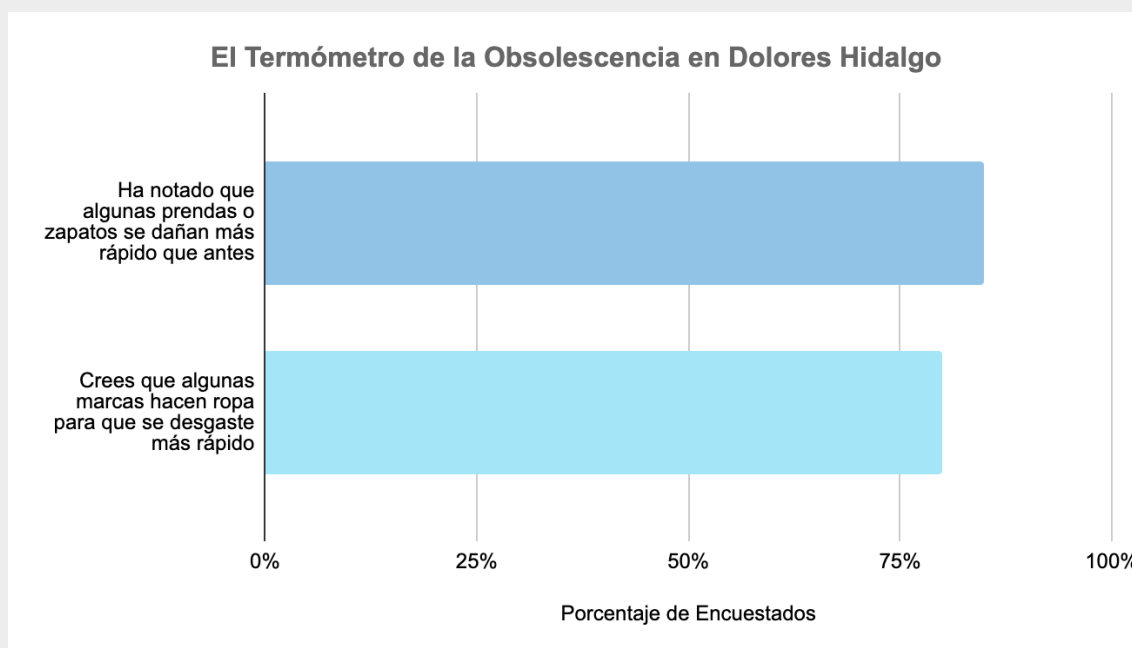


Figura 1. Percepción de la obsolescencia programada y el deterioro acelerado en prendas de vestir y calzado (elaboración propia)

En tercer lugar, la aplicación de la microauditoría del clóset evidenció una brecha significativa de trazabilidad: aunque el 85 % manifestó un interés por conocer el origen de sus prendas, el 65 % admitió desconocer el país de procedencia de la ropa que viste actualmente (Figura 2). Esta brecha detectada revela que la “calidad silenciosa” del productor local es insuficiente en un entorno de información asimétrica. Además, mientras el 40 % afirma poseer solo “una o dos” prendas hechas en México o Guanajuato, la presencia de plataformas de moda ultrarrápida como Shein es visible en la realidad física del armario, representando una parte considerable del 30 % de las compras realizadas en línea (Figura 3).

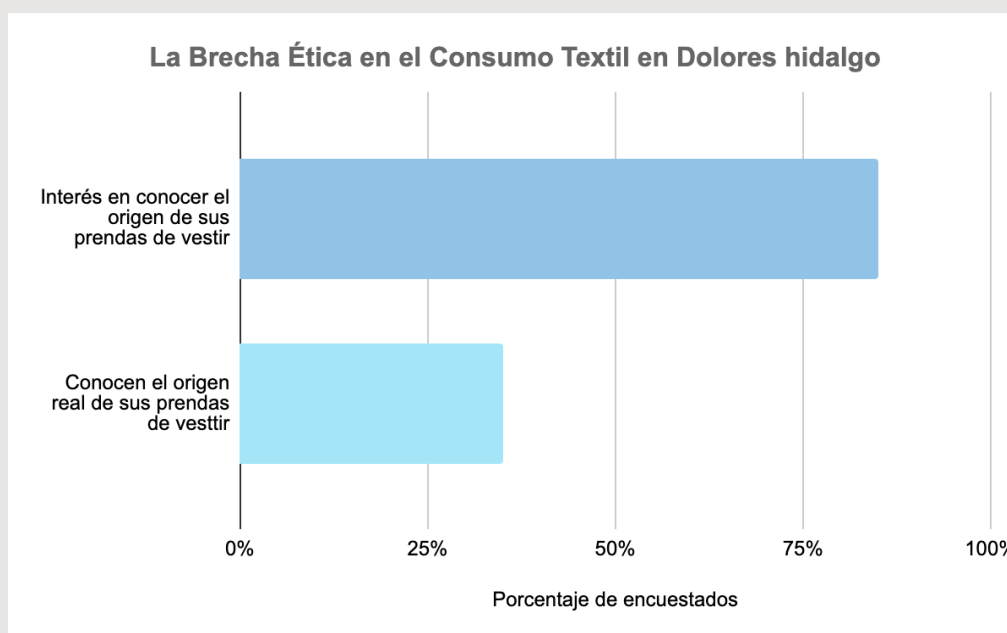


Figura 2. Brecha de trazabilidad: contraste entre el interés por el origen del producto y el conocimiento real del consumidor (elaboración propia)

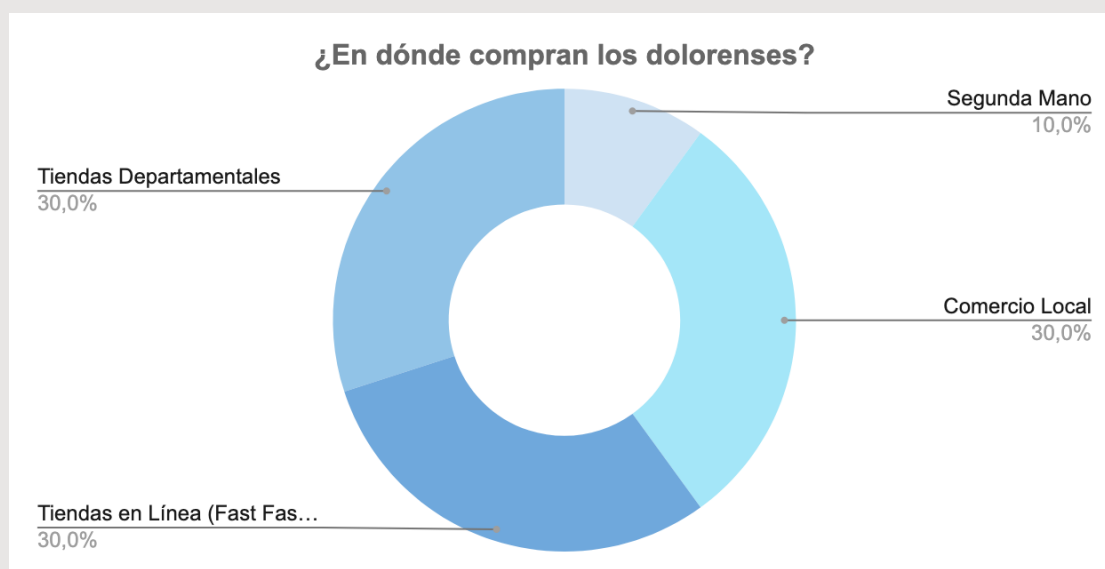


Figura 3. Canales de adquisición de textiles y calzado: competencia entre plataformas digitales, grandes cadenas y comercio local. Fuente: elaboración propia

Por otro lado, la fase cualitativa, integrada por las guías de entrevistas a productores y comerciantes, permitió documentar mediante el análisis de categorías una “segmentación por identidad”. A diferencia de la teoría económica sobre la competencia global, los productores locales de Dolores Hidalgo no perciben a las plataformas digitales como una amenaza inmediata, confiando en la exclusividad de su nicho artesanal y cultural.

Finalmente, la triangulación metodológica de estos instrumentos revela una convergencia crítica: la disposición a cambiar hábitos hacia lo local es alta, pero condicionada, pues aunque el 25 % pagaría más por durabilidad y producción regional, un 70 % sujeta esta decisión al precio, evidenciando que la economía familiar es el filtro principal frente a la conciencia de consumo (Figura 4). Esto demuestra que, si el 60 % del mercado se ha desplazado a tiendas departamentales y compras en línea, el comercio local enfrenta un riesgo de erosión silenciosa derivado de su propia percepción de seguridad frente a un consumidor que, aunque desconfía de la moda rápida, termina cediendo ante su accesibilidad.

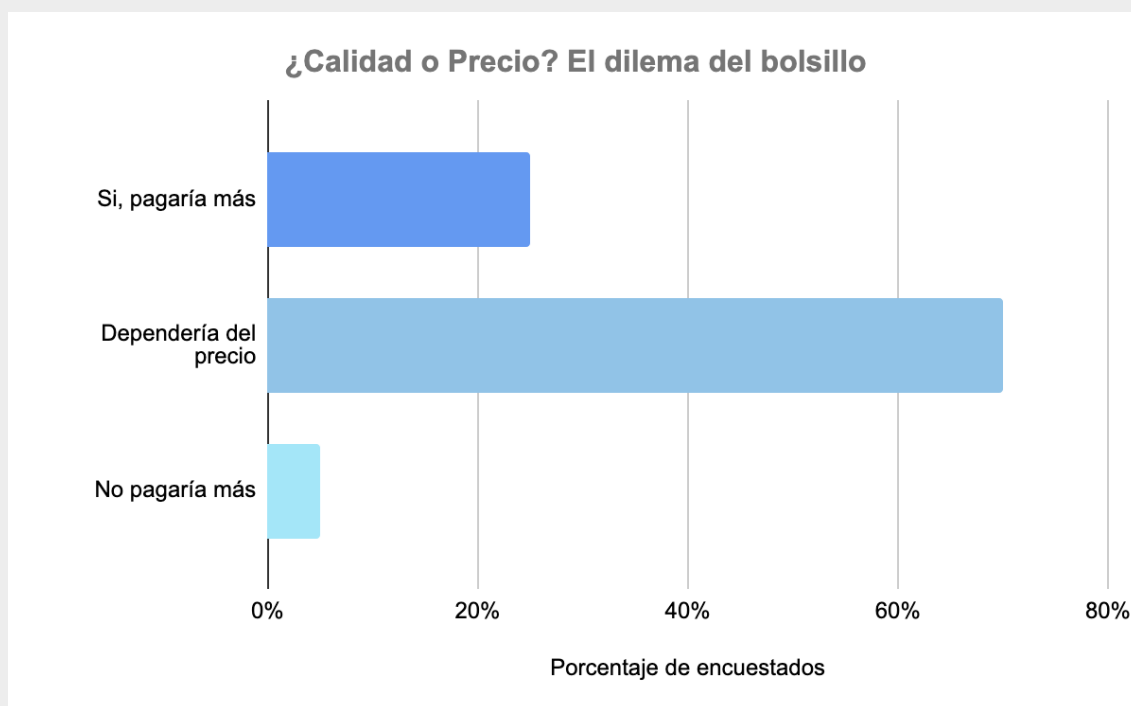


Figura 4. El factor precio como determinante en la disposición de pago por durabilidad y origen regional. Fuente: elaboración propia

Discusión

La discusión de los resultados revela una situación interesante dentro de la economía de Dolores Hidalgo: mientras desde el ámbito académico se advierte constantemente sobre el carácter depredador del *fast fashion*, muchos productores y comerciantes locales parecen percibir ese fenómeno como algo lejano. Existe una desconexión entre el discurso que alerta sobre la amenaza extranjera y la relativa tranquilidad con la que operan los talleres tradicionales. En gran medida, esta confianza proviene de la idea de que el trabajo artesanal ocupa un nicho muy específico que difícilmente puede ser desplazado. Aun así, esta percepción merece ser observada con cautela: aunque las ventas no muestren una caída abrupta, el cambio en los hábitos de consumo, especialmente entre las y los compradores jóvenes, apunta hacia plataformas digitales y mo-

delos de moda ultrarrápida. Este desplazamiento funciona de manera gradual y poco visible; el problema no necesariamente se manifestará como un colapso repentino del comercio local, sino como una pérdida progresiva de relevancia frente a consumidores que aprecian lo artesanal en el discurso, pero terminan priorizando la conveniencia logística y los precios más bajos del mercado global.

Otro aspecto importante aparece en torno a la percepción de la obsolescencia programada. Los datos muestran un nivel claro de desgaste entre los consumidores respecto a la durabilidad de la ropa. Que un 85 % de la muestra perciba que sus prendas se deterioran con mayor rapidez, indica que existe un descontento latente en el mercado. Esto abre una oportunidad que, hasta ahora, las y los productores locales no han aprovechado plenamente. Muchos reconocen que la ropa in-

dustrializada suele tener una corta vida útil, pero ese conocimiento rara vez se traduce en una estrategia de comunicación clara hacia el público consumidor. La durabilidad forma parte natural del proceso artesanal, pero permanece implícita, casi como una “cualidad silenciosa” del producto. En ese sentido, se identifica una brecha importante: la o el productor ofrece resistencia y calidad, pero no lo posiciona activamente como una solución frente al desgaste acelerado de la moda industrial. Si la industria local lograra comunicar de forma más contundente la trazabilidad, los materiales y la vida útil de sus textiles, tendría la posibilidad de conectar con el segmento de consumidores que sí está dispuesto a pagar más por prendas de mayor calidad.

Pensando en el futuro, esta situación también puede leerse como un punto de inflexión para la región. Dolores Hidalgo cuenta con una ubicación estratégica dentro del corredor industrial del Bajío, lo que abre posibilidades logísticas que van más allá del mercado local, facilitando la distribución nacional e incluso escenarios de escalabilidad internacional. La diversificación económica sugiere la necesidad de fortalecer las tradiciones mediante procesos de profesionalización y proyección comercial, permitiendo que el sector textil evolucione de una actividad de subsistencia hacia una industria creativa competitiva. En diversos mercados, especialmente en aquellos con consumidores más conscientes, la ética productiva y la identidad cultural han adquirido un valor creciente; en ese marco, el diseño con identidad dolorense podría encontrar espacios relevantes si se articula adecuadamente bajo principios de *slow fashion*¹⁹.

Finalmente, los hallazgos de esta investigación trascienden la recomendación operativa convencional para proponer un modelo de señalización de mercado fundamentado en la transparencia radical. Esta propuesta se alinea con las tendencias de investigación más recientes, donde la tecnología se posiciona como el mecanismo indispensable para dismantelar la opacidad informativa que sostiene a la obsolescencia programada. El fortalecimiento de la digitalización se deriva directamente de la brecha de trazabilidad detectada —donde el 85 % de las y los consumidores manifiesta un interés ético por el origen, frente a un 65 % que admite desconocerlo— y no se propone como un simple canal de venta, sino como una herramienta de resistencia informativa. Mientras el modelo de *fast fashion* explota la asimetría de información para encubrir la baja durabilidad técnica, las herramientas digitales

permitirían a la y al productor de Dolores Hidalgo certificar y visibilizar su manufactura ante un mercado con un descontento latente. Al profesionalizar esta narrativa y digitalizar el capital territorial, el municipio tiene la oportunidad de consolidarse como un referente de moda consciente, logrando una lealtad de compra duradera que preserve el conocimiento técnico de la región frente a los modelos efímeros de la industria global.

Conclusiones

El análisis de la posición competitiva de Dolores Hidalgo revela que el municipio se encuentra ante un punto de inflexión. Se cumplieron los objetivos de la investigación al identificar que la obsolescencia programada ha generado un estado de insatisfacción latente en el 85 % de las y los consumidores, quienes ya perciben el deterioro intencional de la moda industrial. Esta insatisfacción representa una oportunidad de mercado para la producción regional, sin embargo, la investigación concluye que el valor de la manufactura local es insuficiente si no se comunica. Bajo un entorno de asimetría de información, donde el consumidor no puede distinguir la durabilidad técnica a simple vista, la falta de señales de mercado claras condena a la producción de alta calidad a ser desplazada por el bajo precio de los productos desechables.

Para fortalecer este sector, resulta imperativo evolucionar de una producción de nicho hacia una industria creativa que posicione activamente el *slow fashion* y la durabilidad como una respuesta superior al desecho global. No basta con fabricar productos resistentes; es necesario profesionalizar la narrativa comercial para que el consumidor identifique la longevidad de la prenda como un ahorro económico y un acto de resistencia cultural. Esta transición permite que los talleres tradicionales dejen de ser vistos como comercios de subsistencia y se transformen en nodos de innovación que compiten mediante el valor del diseño y la identidad.

Asimismo, es indispensable implementar estrategias de señalización digital y trazabilidad que actúen como un puente de confianza entre el productor y el usuario final. Estas herramientas permiten que el consumidor conozca el origen, los procesos y la vida útil real de sus prendas, eliminando la opacidad informativa que actualmente favorece a las prácticas de *dumping* de las grandes plataformas extranjeras. Al visibilizar el costo real y la trazabilidad de lo local, se neutraliza la

ventaja publicitaria de la moda ultrarrápida, dotando al sector dolorense de una infraestructura de datos que valida su calidad en el entorno digital.

Sin embargo, esta transición hacia la transparencia radical exige que la calidad prometida sea auditable. Para que la señalización de mercado sea efectiva, es imperativo que los sectores textil y de calzado en Dolores Hidalgo implementen protocolos de estandarización técnica. Sin una base sólida de control de calidad que respalde la narrativa de durabilidad, el esfuerzo de digitalización corre el riesgo de convertirse en una promesa vacía. Por lo tanto, el diagnóstico de comunicación debe ir de la mano con una profesionalización de los procesos productivos que garantice que la longevidad de las piezas no sea una percepción, sino una característica técnica comprobable.

En conclusión, la resiliencia de los sectores textil y calzado frente a plataformas globales dependerá de su capacidad para transformar su identidad productiva en una defensa activa. Al profesionalizar la narrativa comercial y visibilizar su coherencia ética, Dolores Hidalgo tiene la oportunidad de preservar su patrimonio y consolidarse como un referente de consumo consciente en el corredor industrial del Bajío.

Referencias

1. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). *Unsustainable fashion and textiles in focus on International Day of Zero Waste*. *UNEP News and Stories*. [En línea]. 30 de marzo de 2023. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. Disponible en <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/unsustainable-fashion-and-textiles-focus-international-day-zero>
2. INOUE, Mari. *Clothing: Considering environmental issues close to home*. *EurekaAlert!*. [En línea]. 10 de febrero de 2025. [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2026]. Disponible en <https://www.eurekaalert.org/news-releases/1073084>
3. MAITI, Rashmila. *Fast Fashion's Detrimental Effect on the Environment*. *Earth.org* [En línea]. 20 de julio de 2024. [Fecha de consulta: 4 de marzo de 2026]. Disponible en <https://earth.org/fast-fashions-detrimental-effect-on-the-environment/>
4. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). *UN launches drive to highlight environmental cost of staying fashionable*. *UN News*. [En línea]. 25 de marzo de 2019. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. Disponible en <https://news.un.org/en/story/2019/03/1035161>
5. AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (EEA). *Microplastics from textiles: towards a circular economy for textiles in Europe*. [En línea]. Copenhague: EEA, 09 Feb 2022. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. Disponible en <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/microplastics-from-textiles-towards-a-circular-economy-for-textiles-in-europe>
6. GONZÁLEZ LANKENAU, Carmen Leticia y Ortega Rubí, María Estela. *La Acumulación de Capital Impulsada desde el Consumo y la Obsolescencia Programada, Análisis desde la Perspectiva del Desarrollo Sustentable. Sostenibilidad económica, social y ambiental*. [En línea]. Núm. 6, pp. 47-60. 2024. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. ISSN 2695-2718. Disponible en <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad.24809>
7. DEMIREL, Ege Simge. *Planned Obsolescence And Sustainability In The Context Of Corporate Communication Strategies: A Qualitative Study On Consumers*. *Journal of Erciyes Communication*. Special Issue of the 1st Environment and Communication: Climate Change and Sustainability Symposium, pp. 1-22. April 30, 2025. [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2026]. Disponible en <https://dergipark.org.tr/en/pub/erciyesiletisim/article/1578049> ISSN: 2667-5811.
8. COTA YÁÑEZ, Rosario y Grajales Díaz, María Pilarcita. *Análisis de la compra y venta de ropa de paca en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco*. En: SÁNCHEZ, K. de la C. y Montejano Escamilla, J. A. (coords.). *Desigualdad territorial, vulnerabilidad ambiental y desarrollo regional inclusivo: una perspectiva multidisciplinaria*. Ciudad de México: Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C.; Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas. pp. 154-172. 2024. [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2026]. Disponible en <https://ru.iiec.unam.mx/6485/> ISBN: 978-607-30-9749-9.
9. EL SOL DE SALAMANCA. *Los claroscuros de la ropa de paca en Salamanca*. [En línea]. 12 de febrero de 2024. [Fecha de consulta: 05 de marzo de 2026]. Disponible en <https://oem.com.mx/elsoldesalamanca/local/los-claroscuros-de-la-ropa-de-paca-en-salamanca-13645838>
10. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL (CANAINTEX). *Información estadística-diciembre-2025*. [En línea]. Diciembre de 2025. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. Disponible en <https://canaintex.org.mx/informacion-estadistica-diciembre-2025/>
11. IRETA, Rocío. *Más allá de la moda: el impacto de la competencia desleal en textiles, calzado y ropa*. Uno TV. [En línea]. 2 de abril de 2025. [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2026]. Disponible en <https://www.unotv.com/negocios/industria-textil-calzado-mexico-alerta-competencia-desleal-importaciones/>

12. RAPEZZI, Matilde; Pizzi, Gabriele, y Marzocchi, Gian Luca. What you see is what you get: the impact of blockchain technology transparency on consumers. *Marketing Letters*. Vol. 36, no. 1, pp. 51-64. 16 March 2024. [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11002-024-09723-9> ISSN: 1573-059X.
13. BADHWAR, Aayushi; Islam, Saniyat and Tan, Caroline. Exploring the potential of blockchain technology within the fashion and textile supply chain with a focus on traceability, transparency, and product authenticity: A systematic review. *Frontiers in Blockchain*. [En línea]. Vol. 6. 19 February 2023. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. Disponible en <https://doi.org/10.3389/fbloc.2023.1044723> ISSN: 2624-7852.
14. DURÓN, Edrei. *El plagio de las marcas que explota al patrimonio indígena*. A Tiempo, medio digital. [En línea]. 10 de octubre de 2025. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2026]. Disponible en <https://atiempo.tv/cultura/el-plagio-de-las-marcas-que-explota-al-patrimonio-indigena/>
15. CHUGCHILÁN VEINTIMILLA, Génesis Mishell y Rivera Moran, Danilo Wagner. Fast Fashion: Impacto Ambiental, Explotación Laboral, Contaminación Masiva y la Necesidad Urgente de Búsqueda de Alternativas Sostenibles a Nivel Global. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*. [En línea]. Vol. 6, núm. 1, pp. 810-828. 5 de marzo de 2025. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. Disponible en <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.511> ISSN: 3005-2610
16. MÁS DE ACÁ. *Industria cerámica atraviesa por momentos difíciles*. [En línea]. Dolores Hidalgo CIN, Guanajuato, 9 de julio de 2024. [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://masdeaca.com/industria-ceramica-atraviesa-por-momentos-dificiles/>
17. GOBIERNO DEL ESTADO DE GUANAJUATO. El Gobierno de la Gente impulsa el comercio local y fortalece al sector textil de Uriangato. *Boletines Guanajuato*. [En línea]. 17 de mayo de 2025. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://boletines.guanajuato.gob.mx/2025/05/17/el-gobierno-de-la-gente-impulsa-el-comercio-local-y-fortalece-al-sector-textil-de-uriangato/>
18. DATA México. Dolores Hidalgo, Cuna de la Independencia Nacional. 2024. Disponible en <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/dolores-hidalgo-cuna-de-la-independencia-nacional#section-1067>
19. GREENTOLOGY. *Slow fashion: la forma responsable de vestir a la moda en México*. [En línea]. 18 de agosto de 2023. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2026]. Disponible en <https://greentology.life/fashion-in-green/slow-fashion-la-forma-responsable-de-vestir-a-la-moda-en-mexico/>

Fecha de recepción

17/03/2026

Fecha de aceptación

23/04/2026

Fecha de publicación

30/09/2026



REA>XION

Ciencia y tecnología universitaria



Google Académico

