III Congreso Nacional de Investigación de Ciencias y Humanidades del Nivel Medio Superior y Superior Agrícola.

NOV / 17 - 18 2025

MEMORIA

Departamento de Preparatoria Agrícola
Universidad Autónoma Chapingo
km. 38.5 carretera México –Texcoco, Chapingo,
Estado de México

III CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR Y SUPERIOR AGRÍCOLA.



MEMORIA

Publicada en diciembre de 2025

El contenido de los trabajos que aquí se publican es responsabilidad de sus autoras/es y coautoras/es

III CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR Y SUPERIOR AGRÍCOLA.

DIRECTORIO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Dr. Angel Garduño García
Rector

M.C. Noé López Martínez
Director General Académico

Dra. Consuelo Silvia Olivia Lobato Calleros
Directora General de Investigación, Posgrado y Servicio

Ing. Jorge Torres Bribiesca
Director General de Administración

Dr. Samuel Pérez Nieto
Director General de Patrimonio y Finanzas

Mtra. Tania Jéssica Pérez Buendía
Directora General de Difusión Cultural

III CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR Y SUPERIOR AGRÍCOLA.

DIRECTORIO
DEPARTAMENTO DE PREPARATORIA AGRÍCOLA

Lic. Miguel Ángel Reyes Retana
Director

M.C. Alejandra Villafuerte Salazar
Subdirectora de Investigación y Servicio

Dr. Eduardo Almeida del Castillo
Subdirector Académico

M.C. Marco Polo Rosales Villagómez
Subdirector Administrativo

III CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR Y SUPERIOR AGRÍCOLA.

Comité Organizador

SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIO

Alejandra Villafuerte Salazar
Coordinadora General del Comité Organizador

María Guadalupe Mora Pizano

AGRONOMÍA

Rosa María García Núñez - Rogelio Álvarez Hernández

BIOLOGÍA

Alan Israel Jiménez Reyes - Leonardo Roberto Flores Pérez
Saúl Castañeda Díaz

DISCIPLINAS HUMANÍSTICAS

Yschel Soto Espinoza

FÍSICA

María Magdalena Martínez Mondragón - Pedro Rojas Ortiz

LENGUAS EXTRANJERAS

Graciela Huerta Miranda - Amelia Rendón García

MATEMÁTICAS

Virginia Aranda Sánchez – Israel Badillo Martínez

QUÍMICA

Landy Hernández Rodríguez - Carlos Albor Calderón

III CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR Y SUPERIOR AGRÍCOLA.

Presentación

Los trabajos recopilados en esta memoria dan cuenta de los valiosos resultados de la realización del **III Congreso Nacional de Investigación de Ciencias y Humanidades del Nivel Medio Superior y Superior Agrícola,** desarrollado los días 17 y 18 de noviembre de 2025 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo. El Departamento de Preparatoria Agrícola, organizador e impulsor de esta actividad, se congratula por el éxito de este Congreso que reunió un amplio grupo de ponentes locales y de otras instituciones, tanto especialistas con amplia experiencia, como tesistas que se encuentran incursionando en las tareas de investigación. El programa incluyó, además de las ponencias que aquí se publican, conferencistas magistrales de otras universidades, que abordaron temas actuales y de interés en general, la presentación de dos libros de investigadores de la Preparatoria Agrícola y actividades artísticas y culturales.

Los objetivos que guían el Congreso se cumplieron plenamente, al posibilitar el intercambio de experiencias, difusión de avances y resultados y el encuentro académico de sus participantes, enriqueciendo sus líneas de trabajo y generando alternativas e innovaciones ante las problemáticas del país en las que se incide.

Con todo ello se fortalece la función universitaria de investigación como un pilar que impulsa nuevos conocimientos a la par que favorece la formación y actualización de la comunidad involucrada.

III CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR Y SUPERIOR AGRÍCOLA.

Agradecimientos

Para el Comité organizador de este **III Congreso Nacional de Investigación de Ciencias y Humanidades del Nivel Medio Superior y Superior Agrícola**, es necesario expresar un profundo agradecimiento a la Dirección del Departamento de Preparatoria Agrícola y en general al equipo de la administración 2025-2028 por su invaluable apoyo para su preparación y desarrollo, el respaldo constante contribuyó para cumplir los propósitos establecidos.

Indudablemente manifestamos nuestro reconocimiento a las y los investigadores que participaron con entusiasmo y compromiso en este congreso, compartiendo generosamente los resultados y productos de sus tareas de investigación, que además de sus aportes, favorecen la incursión en dichos temas de nuevas generaciones a quienes motivan para participar con nuevos enfoques y temas innovadores.

En particular, es indispensable reconocer y agradecer la constante colaboración y apoyo del personal administrativo de la Subdirección de Investigación, por supuesto también agradecemos al personal administrativo del Departamento que se sumó con ánimo y compromiso a las tareas de preparación y desarrollo del congreso por su trabajo y esfuerzo.

Comité Organizador

Índice

MESA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Página

Conservación de suelos en la comunidad Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala. 1
Rogelio Álvarez Hernández, Miriam Galán Reséndiz.

Levantamiento etnobotánico en San Miguel Coatlinchán, Texcoco. 9
Miriam Galán Reséndiz, Rogelio Álvarez Hernández.

Una aproximación al conocimiento de maguey jabalí *(Agave convallis Trel*) en Oaxaca. 17
Gerardo Noriega Altamirano, Mario Hernández Ramírez, Alexander Martínez Hernández, Sergio Cruz Hernández., Ulises I. Reyes López, Abel Alcántara Hidalgo.

Biodiversidad vegetal en la región de Tehuacán, Puebla. 27
Sergio Cruz Hernández, Joaquín Parra Álvarez, Gerardo Noriega Altamirano, Alexander Martínez Hernández**.**

***Patosistema Fusarium spp. – Capsicum spp.*: Diversidad de especies causando marchitez en chile.** 36
Alejandro Jonathan García Cariño, Ernestina Valadez Moctezuma, Héctor Lozoya Saldaña, José de Jesús López Reynoso, Frank Ángel Díaz Leyva, Josué Natan Tormes Olmedo

Diversidad biológica de dos sistemas agroforestales en el semiárido guanajuatense. 45
Rosa María García Núñez, Francisco de Jesús Reyes Sánchez.

Innovación productiva para el desarrollo sustentable en el municipio indígena de Xoxocotla, Morelos. 53
Alexander Martínez Hernández, Gerardo Noriega Altamirano, Sergio Cruz Hernández.

Efecto de la nubosidad en ciclo agrícola 2025 en la producción y calidad nutricional del maíz forrajero en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. 62
Gerardo Noriega Altamirano, Alexander Martínez Hernández, Sergio Cruz Hernández.

Caracterización de la microbiota bacteriana de maíz en suelos con distinto manejo de fertilización. 71
Quetzalli Abigail Velázquez Durán, Gerardo Noriega Altamirano, Jaime García Mena, Yair Cruz Narváez.

Impactos socioeconómicos y ambientales de la aplicación del programa ENAIPROS en el manejo forestal: estudio de caso Chignahuapan, Puebla. 80
Mario Castelán Lorenzo, Adrián Bravo Medel y J. Sergio Tafoya Razo.

Indicadores de competitividad de las exportaciones de tomate verde de México.
Verna Gricel Pat Fernández, Socorro Medina. 89

La tuna como símbolo de identidad: de la tradición a la innovación. 97
Guadalupe Somera Cisneros, Landy Hernández Rodríguez.

Micropropagación *in vitro*: una herramienta clave para conservar orquídeas en riesgo. 104
Elisa del Carmen Martínez Ochoa.

Sustancias húmicas en el crecimiento de lechuga orejona *(Lactuca sativa cv. Parris).* 110
Lucero Cruz Cruz, César Pérez Cortés, Sara Monzerrat Ramírez Olvera.

La incorporación de roca fosfórica al sustrato mejora el crecimiento de lechuga orejona *(Lactuca sativa cv. Parris).* 115
Emmanuel Valle Cruz, Sara Monzerrat Ramírez Olvera, Víctor Manuel Ordaz Chaparro.

MESA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Estrategias de reproducción social y perspectivas en torno a la economía campesina en Manuel Ávila Camacho, Tlaxcala, México. 121
Efraín García Palacios, Cristóbal Santos Cervantes.

Migración, género, repatriación y derechos humanos. 131
Jorge Luis Morett Sánchez, Alma Rosa Mora Pizano, María Guadalupe Mora Pizano.

La caridad y las mujeres en el hospital de Nuestra Señora de los Dolores en Texcoco (1819-1821). 141
David López Monroy, Beatriz Ramírez Meza

“Humana Poética” perspectivas para la enseñanza de la literatura en el nuevo plan de estudios de la Preparatoria Agrícola. 151
Pablo Ortiz del Toro.

MESA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Campus virtual Chapingo: las posibilidades de un reto. 160
Yschel Soto Espinoza, Josué Sinhué Basurto Vargas.

Implementación de una metodología para el campus virtual de la UACh: una experiencia. 170
Yschel Soto Espinoza, Raúl Garrido Angulo.

Evaluación diagnóstica en aritmética para la identificación temprana de riesgo académico en matemáticas en la Preparatoria Agrícola de la UACh. 179
Noé Ramírez Negrete, Oscar Palmeros Rojas, Itzayana Amairani Brindis Fernández.

Un sistema que resuelve problemas de hidrostática e hidrodinámica. 187
Guillermo Becerra Córdova.

Danza, identidad y formación integral: aportaciones de un taller de folclor mexicano en bachillerato. 197
Fernando Acosta Rodríguez, Martin Daniel Guadarrama Atrizco.

La tecnología agrovoltaica en la casa solar de la UACh: agua, cultivos y energías alternativas. 207
Jonás Torres Montealbán, Jorge Aguilar García.

Análisis de los hábitos y motivaciones del Speed Watching en jóvenes universitarios: Un estudio sobre eficiencia percibida y gestión del tiempo. 218
Julián Mares Valverde.

Inteligencias Artificiales que usan los estudiantes de nuevo ingreso. Un estudio de caso. 228
Noé Ramírez Negrete, Adrián García Dinorín.

La huella negra de la inteligencia artificial. 234
Alma Rosa Mora Pizano, María Guadalupe Mora Pizano, Jorge Luis Morett Sánchez.

La inteligencia artificial en la educación: una lupa que revela fortalezas y debilidades. 243
Juan Carlos Sapien Medina.

Generaciones digitales de la Universidad Autónoma Chapingo, México. 251
Martha Castillo Beltrán.

Servicios de atención a la salud mental en instituciones de niveles medio superior y superior. 261
María Guadalupe Mora Pizano, Alma Rosa Mora Pizano, Jorge Luis Morett Sánchez.

El uso del celular como herramienta didáctica. El caso del Área de Física de la UACh. 269
Rafael Zamora Linares, Enrique A. Gómez Lozoya, Donato Vázquez Juárez

Las creencias en el aprendizaje de la química. 277
Graciela Huerta Miranda, Carlos Albor Calderón**.**

Transferencia de tecnologías agroecológicas en el modelo pedagógico innovador de huertos-jardín para polinizadores, transitando hacia la sostenibilidad y seguridad alimentaria. 287
María Magdalena Díaz Cadena, Alejandra Villafuerte Salazar, Ofelia Fernández Ordoñez

MESA DE CIENCIAS Y MULTIDISCIPLINA

Descripción anatómica de *Laelia gouldiana (Orchidaceae).* 291
Ana Leticia Hernández Cubas, Alejandra Villafuerte Salazar, María Sol Robledo y Monterrubio.

Evaluación del potencial antioxidante de la cáscara de cacao: una alternativa sostenible para la industria alimentaria y farmacéutica. 301
María Guadalupe Villafuerte Salazar, Holber Zuleta Prada, Teodoro Espinosa Solares.

Nanopartículas de dióxido de silicio en el color de fresa. 311
Disraeli Eron Moreno Guerrero, Erika Janet Zamora Macorra, Diana Guerra Ramírez.

Evaluación de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *P. djamor*, en sistemas de producción rústica. 316
Eduardo Santiago Elena, Julieta Martínez Cruz, Erika J. Zamora Macorra.

Construcción del pensamiento científico en la enseñanza de Física preparatoriana. 326
Pablo Linares Linares.

Manejo agroecológico del hongo tintero *(Coprinus sp,)* en producciones rústicas de champiñon. 335
Eduardo Santiago Elena, Julieta Martínez Cruz.

Estudio fitoquímico del extracto hexánico de las hojas de *Calatola mollis.* 346
Fabiola Angélica López Huerta, Gabriela Salazar Cervantes, Benito Reyes Trejo.

Evaluación de una turbina eólica horizontal de 3 alabes en condiciones de laboratorio. 351
Valaur Ekbalam Márquez Baños, Ricardo Domínguez Puerto, Mizraim Alejandro Hernández Munguía.

Conservación de suelos en la comunidad Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala.

Rogelio Álvarez Hernández[1], Miriam Galán Reséndiz[2]

[1]Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo. ralvarezh@chapingo.mx

[2]Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo mgalanr@chapingo.mx

Introducción

El suelo es un recurso natural muy valioso e importante, pues en él se establecen y desarrollan gran parte de las plantas existentes, debido a que de ahí obtienen los nutrimentos y el agua necesarios para su crecimiento. Como la vida humana y animal dependen plenamente de las plantas, el suelo debe usarse racionalmente para evitar su rápido deterioro. La importancia del estudio del suelo y de su conservación radica en el hecho que éste representa el substrato universal para la agricultura. Su uso implica su conservación y manejo.

Debido a que en los agroecosistemas convencionales el objetivo es la obtención de la mayor cantidad de biomasa en menos tiempo posible y en menor cantidad de suelo, debemos tener un conocimiento pleno de los factores de degradación de este recurso y evitarlos al máximo a fin de mantener una producción sustentable, o sea, que las generaciones actuales y las futuras satisfagan sus necesidades sin perder activos ni agotar recursos. Las bases de la conservación del suelo parten del conocimiento de los procesos de degradación y pérdida de las propiedades productivas del mismo.

La Comunidad Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala, destaca por el trabajo que ha venido realizando desde hace varios años con respecto a la conservación de sus suelos y el rescate de semillas nativas. Dadas las condiciones de agricultura de temporal y relieve accidentado, los suelos se han degradado y esta condición se agudiza año tras año, afectando sus terrenos y áreas agrícolas, teniendo secuelas adversas, pues en su mayoría, producen solo para el sustento de las familias que las cultivan; es por esto que nace la iniciativa por conservar y recuperar el recurso suelo.

La capacidad de los suelos según su aptitud (capacidad agrológica) es un grupo práctico e interpretativo de los suelos respecto a sus usos, problemas, necesidades y prácticas de manejo. Esta clasificación provee un sistema práctico, comprensible, muy usado para programar planes de desarrollo agrícola. Se basa en los límites permanentes del terreno, el cual requiere continuas prácticas para superar los riesgos después de que ha sido acondicionado para el uso. El criterio básico que rige esta clasificación está determinado por la naturaleza y grado de limitaciones que impone el uso del suelo, acorde con las variaciones de sus rasgos físicos: riesgo de erosión, condición del suelo, humedad y clima (Salinas 2001).

La principal consecuencia de un mal manejo agronómico es la degradación del suelo, la cual se refiere a los procesos inducidos por las actividades humanas que reducen su productividad biológica, así como su capacidad actual para sostener la vida humana (Pffeiffer, 2007; SEMARNAT, 2009). Los efectos de degradación edáfica son numerosos: disminución de la fertilidad del suelo, elevación de acidez, salinidad, alcalinización, deterioro de la estructura, erosión eólica e hídrica acelerada, pérdida de la MO y de biodiversidad. Como resultado, la productividad y los ingresos de la agricultura disminuyen. Muchos miles de hectáreas dejan de cultivarse anualmente a causa de la degradación y en millones de ellas el potencial productivo básico declina gradualmente hacia dicho estado (FAO-PNUMA, 1984; Palma, Salgado y Triano, 2005; Pffeiffer, 2007).

Clase I. Al no mostrar limitaciones aparentes, se puede usar para toda actividad agropecuaria bajo un buen manejo y sin obviar la conservación del medio para evitar su degradación. Clase II. Presenta algunas y no muy severas, limitaciones, pero que es importante atender para no dañar agresivamente al ambiente de la zona. Para el caso de la comunidad Vicente Guerrero, la mayor limitante es la erosión. Para esta clase se recomiendan prácticas de laboreo agrícola que reduzcan la degradación de la estructura del suelo o favorezcan la pérdida del mismo; se recomiendan hacer canales de guardia, canales de infiltración, muros de piedra y barreras vivas. Clase III. Presenta más limitaciones

que la clase anterior, con la misma constante, la erosión hídrica y eólica. En parcelas bajo esta clasificación es notable la pérdida del suelo por arrastre de material, lo que afecta claramente a los cultivos establecidos en éstas, y la productividad de las mismas. Bajo esta situación, son necesarias varias prácticas de manejo agrícola: cajas de retención, gavetas de infiltración, terrazas individuales, terrazas al contorno, muros de piedra, barreras vivas y sistemas de riego. Clase IV. Posee más límites. Para estos sitios ya no son aptas las prácticas agrícolas, pues las condiciones ya no son favorables a los cultivos. Lo más recomendable es recuperar estos sitios y destinarlos a otras actividades (Velasco, 1998; Cubero, 2001; Salinas, 2001; Palma, Salgado y Triano, 2005; Pffeiffer, 2007; Sánchez, 2007).

Objetivo

Implementar diferentes prácticas de manejo agronómico con el fin de conservar y rehabilitar el suelo.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala, con la siguiente metodología: (1) Determinación del área de estudio. (2) Manejo cartográfico. (3) Perfiles de suelos. (4) Análisis básico de fertilidad edáfica. (5) Interpretación de los análisis del suelo. (6) Clasificación agrológica de los terrenos (Velasco, 1998; Cubero, 2001; Sánchez, 2007; SAGARPA-COLPOS, 2009).

Una vez organizada la información sobre los sitios de estudio, se procedió a la identificación de rasgos de los mismos para ubicar cada predio en una clase de tierra según la USDA-LCC (Land Capability Classification), para realizar un mapa y contar con un recurso gráfico que simbolice las condiciones físicas de la comunidad. Al final, se presentaron los resultados a la población donde se hicieron observaciones de manejo según el estudio efectuado, dando así respuesta a los productores de realizar un estudio para evaluar sus tierras (Velasco, 1998; Cubero, 2001; SAGARPA-COLPOS, 2009).

Se realizaron 13 perfiles pedológicos que se describieron considerando nueve características básicas: (1) espesor de cada capa, (2) textura al tacto, (3) estructura, (4) consistencia, (5) color, (6) presencia-abundancia de raíces, (7) porosidad, (8) pH y (9) reacciones al HCl (10%) y H_2O_2; todas tomadas en condiciones de campo (Castellanos *et al*., 2000; Norma Oficial Mexicana-NOM, 2002; Pffeiffer, 2007). Paralelamente se tomaron algunos datos sobre el entorno para hacer una descripción agrológica, la cual permitió clasificar el tipo de tierras según su Capacidad Agrológica. Se realizó el muestreo en 17 áreas de la comunidad; con el método del cuarteo se obtuvo una muestra única (Velasco, 1998; Cubero, 2001).

Se define la erosión como el proceso de desprendimiento y arrastre activado de partículas del suelo causado por el agua y el viento. Intervienen, un objeto pasivo (suelo), en ciertas condiciones de pendiente; dos agentes activos (agua y viento) y un intermediario (vegetación), que regula sus relaciones. Se diferencian dos tipos: (1) erosión geológica o natural, resultado solo de las fuerzas naturales, sin intervención humana y (2) erosión acelerada o inducida, sucede si a la acción de agentes naturales se agrega la acción humana; se propicia por el mal manejo del suelo y en más rápida que la erosión geológica (COLPOS, 1991; SAGARPA-COLPOS, 2009).

En México el problema de la degradación de suelos agrícolas por erosión, afecta a una superficie de 400 mil hectáreas/año. Casi 85% de la superficie agrícola sufre algún grado de degradación, lo que preocupa, pues afecta, directamente, el potencial productivo de los suelos y pone en riesgo la producción de alimentos. Los principales agentes erosivos son: lluvia, viento, cambios de temperatura y procesos biológicos (Paylore and Haney, 1976; Conference on desertification, 1977; FAO-PNUMA, 1984; Ahmad &. Kassas, 1997, COLPOS, 1991; SAGARPA-COLPOS, 2009).

Formas de erosión hídrica comunes en la Comunidad. (1) Erosión laminar. Raras veces ocurre como un deslizamiento uniforme de una capa de suelo, ya que casi paralelamente con el primer salpicamiento y movimiento del suelo se forman pequeños canales. (2) Erosión en canales. Remoción del suelo por agua

en pequeños surcos o arroyuelos al haber una concentración de flujo superficial. Ocurre si los canales se agrandan y estabilizan para poder ser observados; pero, pueden borrarse con la labranza. Esta forma a menudo se subestima y sucede en la mayoría de los suelos. (3) Erosión en cárcavas (arroyos, zanjones, torrenteras o barrancas). Forma avanzada de erosión por canales, donde la profundidad lograda es mayor y no siempre se puede cruzar con la maquinaria agrícola (COLPOS, 1991; SAGARPA-COLPOS, 2009).

Resultados

Se ha logrado conservar y rehabilitar la mayoría de los terrenos de cultivo y áreas de vegetación nativa con diversas prácticas de manejo, gracias a la organización de productores que buscan alternativas para mejorar la capacidad actual del suelo aumentando su calidad y resistencia a la degradación.

Las principales prácticas de conservación del suelo y del agua implementadas en la comunidad de Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala, pretenden evitar la pérdida de suelo por acción de la lluvia, viento y malas prácticas de cultivo. Así, se trata de mantener el equilibrio ecológico al reducir la velocidad del agua, permitir su filtración en el suelo y recargar los acuíferos (COLPOS, 1991; SAGARPA-COLPOS, 2009). Las experiencias empleadas en la comunidad se dividen en: 1. Prácticas vegetativas. Desarrollo de plantas o cultivos para aumentar la resistencia del suelo contra la erosión a partir de la protección por parte de la vegetación: (a) Reforestación o revegetación. (b) Cortinas rompevientos. (c) Plantación de barreras vivas con especies perennes nativas (setos vivos, maguey o nopal). 2. Prácticas mecánicas. Obras civiles o estructuras que impiden que el agua tome gran velocidad y forme escorrentías que desplacen el suelo erosionando terrenos con pendiente: (a) Presas o represas de tierra. (b) Ollas de agua (jagüey o bordos de agua). (c) Canales conductores. (d) Presa filtrante de costales. (e) Terrazas de banco o bancales, de base ancha o de caballete y de base angosta. Son terraplenes formados entre bordos de tierra, o la combinación de bordos y canales, construidos perpendicularmente a la pendiente del terreno. 2. Prácticas culturales. Se relacionan con el manejo agronómico de los cultivos y tienden a mantener una

cubierta vegetativa sobre el suelo para mejorar sus rasgos físicos y reducir su pulverización: (a) Trazo de línea guía para el surcado en contorno, para el establecimiento de cultivos, que se realiza perpendicularmente a la pendiente natural del terreno y sigue las curvas de nivel y permite aumentar la infiltración del agua, reducir la erosión hídrica, aumentar la humedad disponible para el crecimiento de las plantas y bajar los riesgos de formación de cárcavas. (b) Plantación de barreras vivas con frutales perennes para reducir la erosión de los suelos de ladera, pues retiene y reduce la velocidad de escurrimiento; mejora el entorno ecológico (regulan la temperatura, el flujo hídrico y la velocidad del viento), también aumenta los ingresos del productor al obtener granos, leña, forraje y frutos. (c) Adquisición de planta y plantación de barreras vivas con maguey. Por su alta capacidad de enraizamiento y adaptabilidad a condiciones de escasa precipitación, se usa para reducir la hidroerosión, estabilizar terraplenes de bordos o terrazas, y apoyar la economía familiar con forraje y otros subproductos. (d) Siembra de plantas de cobertera para establecer cultivos de rápido crecimiento y de follaje denso para proteger al suelo del impacto de la lluvia y evitar erosión hídrica. (e) Adquisición de planta y reforestación con plantas nativas, para garantizar el éxito de una repoblación y disminuir los riesgos de erosión ya que las especies nativas tienen más adaptabilidad y rápida colonización que una planta introducida. (f) Rotación de cultivos. (g) Surcos perpendiculares a la pendiente. (h) Cultivos de cobertera. (i) Estercolado o abonado (COLPOS 1991; SAGARPA-COLPOS, 2009).

Conclusiones

Lograr conservar el suelo es muy importante para heredar un recurso productivo a generaciones futuras, esto se logra a través de prácticas aplicadas para promover su uso sustentable, mediante nuevas técnicas para un mejor manejo en la agricultura mediante prácticas agronómicas, culturales y de conservación. En suelos ya degradados, es necesaria la rehabilitación, aunque ya no sea posible llevarlos al estado original; se puede obtener un impacto positivo en su regeneración. Se sugieren ciertas acciones de manejo: 1. Prácticas necesarias para protección y conservación del suelo. 2. Prácticas

agronómicas sostenibles, para aumentar la calidad del suelo en el contenido y la disponibilidad de nutrientes y en su resistencia a la degradación (rotación de cultivos, uso integrado de abonos, agricultura orgánica, buenas prácticas agrícolas y agricultura de conservación). 3. Prácticas agroecológicas como herramienta sostenible para desafiar antiguas prácticas agrícolas (monocultivo, uso abundante de agroquímicos, alta pérdida de energía en producción y el deterioro en la calidad de los alimentos), para ampliar la productividad de la tierra sin daño ambiental (FAO-PNUMA, 1984; Pffeiffer, 2007; Sánchez, 2007; SAGARPA-COLPOS, 2009).

Bibliografía citada

Ahmad, Y.F. & Kassas, M. (1997). Desertification: Financial support for the biosphere. London. Hodderand Soughton.

Castellanos, J. Z., B. J. X. Uvalle y A. S. Aguilar. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2ª ed. Colección INCAPA. (Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola). San Miguel de Allende, Guanajuato, México. 226 p.

COLPOS. (1991). Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Tomos I y II. Tercera edición. Chapingo, México.

Conference on desertification. (Nairobi). (1977). Desertification and its Control. New Delhi. Indian Council of Agricultural Research.

Cubero F., D. (2001). Clave de bolsillo para la determinación de la capacidad de usos de las tierras. Congreso Mundial sobre Agricultura de Conservación. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Zapote. Costa Rica. 12 p.

FAO-PNUMA. (1984). Degradación y Conservación de Suelos. *En*: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: http://www.fao.org/. (Consultada el 02/09/2014)

Haro-Altamirano, J. P., Carrillo-Barahona, W. E., Fernández-Quinde, L. M., Toalombo-Vargas, V. M. y C. R. Jara-Ruiz (2025) Determinación de la sustentabilidad de la calidad del suelo y sanidad de cultivo de dos variedades de café, Rio Banco, Ecuador. Tropical and Subtropical

Agroecosystems 28: Art. No. 6.

Norma Oficial Mexicana (NOM). (2002). NOM SUELOS-DOF-31-12-2002. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de los suelos. Estudio, muestreo y análisis. 31-diciembre-2002. SEMARNAT. México, D. F. 79 p.

Palma L., D. J., Salgado., S. y A. Triano. 2005. Diagnóstico de suelos para el mantenimiento de la fertilidad en áreas tropicales. COLPOS, Campus Tabasco.

Paylore, P. & Haney, R. A. (1976). Desertification: process, problems, perspectives. University of Arizona, Tuckson, E.U.A.

Pffeiffer E. E. 2007. La fertilidad de la tierra. Ed. Antroposófica Argentina. Buenos Aires, Argentina. 263 p.

SAGARPA-COLPOS. 2009. Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua. México.

Salinas T., F. (2001). Clasificación Agrológica de los Suelos con Fines Agrícolas. Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia. p. 112.

Sánchez J., L. V. (2007). Alternativas de manejo agroecológico de suelos agrícolas del ejido San José del Tapanco, Rioverde, S. L. P. Tesis de Ingeniería en Agroecología. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 146 pp.

SEMARNAT. (2009). Degradación de Suelos, Informe 2009. Disponible en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_1.html. (Consultada el 05/09/2014).

Velasco M. H. A. (1998). Uso y manejo del suelo. Ed. Limusa. México, D. F. pp. 49-53.

Levantamiento etnobotánico en San Miguel Coatlinchán, Texcoco.

Miriam Galán Reséndiz[1], Rogelio Álvarez Hernández[2]

[1]Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo
mgalanr@chapingo.mx

[2]Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo. ralvarezh@chapingo.mx

Introducción

Una manera de entender el entorno es a través de la etnografía. Esta ciencia se considera como una rama de la antropología y se encarga del estudio de diversos aspectos de una cultura, comunidad o pueblo como el idioma, las formas de vida, las tradiciones, la relación con los recursos naturales, entre otros (Peralta, 2009). Existen diversas metodologías, destacando en ellas, los levantamientos etnobotánicos, que se basan en la observación participante y las entrevistas semiestructuradas.

La etnobotánica representa una herramienta clave para rescatar y conservar el conocimiento tradicional asociado a las plantas (Toledo, 2002), porque contribuye, significativamente, a estrategias de conservación de la biodiversidad (Martin, 1995). Las características actuales de la vegetación y el suelo, vinculadas al contexto de la población en que se encuentran, pueden ser determinadas mediante levantamientos etnográficos.

San Miguel Coatlinchán es un sitio de relevancia histórica y cultural en donde las especies vegetales tradicionales representan una fuente potencial de alimentos nutritivos en contextos de inseguridad alimentaria (Heywood, 2013). Esta comunidad representa uno de los espacios sagrados en la cosmovisión indígena prehispánica, íntimamente vinculado con el agua, la fertilidad y el equilibrio del mundo natural; sin embargo, el proceso de degradación se ha venido generalizando y ha dañado la relación sociedad-naturaleza. El objetivo de esta investigación fue

realizar un levantamiento etnobotánico a fin de registrar la diversidad de especies vegetales de la región, así como su relación con las características del suelo.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en áreas aledañas a la comunidad de San Miguel Coatlinchán, ubicado al sur del municipio de Texcoco; esta comunidad se localiza entre la transición de la Cuenca de México y el pie de la Sierra Nevada, en la sierra Quetzaltepec, entre las coordenadas 19°26′56″ N y 98°52′20″ O, en específico en la Barranca de Santa Clara y algunas locaciones previas (INEGI, 2020, 2023). Las principales actividades económicas del lugar corresponden a la agricultura con cultivos como maíz (pinto, rojo, negro), frijol, calabaza y avena, y la producción animal con especies como vacas, borregos, pollos y cerdos. Se realizaron recorridos de campo y entrevistas con miembros de la Comunidad, en las inmediaciones de la Barranca de Santa Clara, Coatlinchán, con la intención de identificar 3 zonas con diferente clase de suelo, para identificar las especies vegetales que predominan y los usos de la tierra, así como el efecto de la vegetación sobre el suelo.

Resultados

Del levantamiento realizado en San Miguel Coatlinchán, se obtuvo un transecto de tres puntos georreferenciados que muestran características particulares. El primer sitio, con coordenadas 19º45’12.7’’ N y 98º87’29.2’’ W, se localiza en la ladera occidental del cerro Tláloc, dentro del municipio de Texcoco, Estado de México, específicamente en el territorio comunal de San Miguel Coatlinchán (Figura 1).



Figura 1. Sitio de levantamiento 1.

Las características edáficas presentes en este tipo de sitios son suelos arcillosos y arenosos derivados de tobas andesíticas intemperizadas, conocidas localmente como tepetates (Rodríguez-Tapia *et al*., 2004). Estos materiales presentan microporosidad y fracturas que favorecen la intemperización química, generando arcillas y óxidos de Fe y Mn, pero sin consolidarse como suelos endurecidos; también se puede observar la presencia de saprolita que indica una transición entre roca volcánica y suelo, con baja aptitud agrícola y alta susceptibilidad a la erosión (INEGI, 2023; Muñoz, 2023; FAO, 2025).

La vegetación y perturbación antrópica presente en el sitio es vegetación original que ha sido alterada por actividades humanas, incluyendo urbanización, agricultura de temporal y extracción de los recursos naturales (Fig. 2). Se pueden observar zonas con vegetación secundaria, pastizales inducidos y fragmentos degradados. Las especies vegetales que pueden observarse son algunas salvias (*Salvia elegans* Vahl., *Salvia fulgens* Cav.*)*, azoyate (*Baccharis conferta* Kunth), berro (*Nasturtium officinale* W. T. Aiton), quelite (*Amaranthus* spp.; *Chenopodium* spp.), siempreviva (*Sedum praealtum* L.), nopal tunero (*Opuntia ficus-indica* L.) y nopal xoconoxtle (*Opuntia joconostle* Web.), siempre viva (*Echeveria secunda* Booth ex Lindl.)



Figura 2. Vegetación presente en el sitio 1.

La instalación de una mina de arena, identificada en el área, ha generado impactos como la remoción de cobertura vegetal, compactación y pérdida de suelo fértil, así como también alteración del paisaje y aumento de sedimentos en escurrimientos, que causan grandes escorrentías en la zona provocando el lavado de los suelos.

El segundo sitio con coordenadas 19º44’03.95’’N y 98º83’44.08’’W, presenta un tipo de suelo arenoso de depósitos de barranca (Rodríguez-Tapia *et al*., 2004) (Fig. 3). Está formado por fragmentos gruesos que fueron utilizados, históricamente, por mexicas para la elaboración de esculturas de representación de Dioses como Tláloc y Chalchiuhtlicue, utilizadas en ceremonias religiosas y de agradecimiento.



Figura 3. Vegetación presente en el sitio.

Este tipo de suelo, resultado de los depósitos de zonas aledañas, ha permitido el crecimiento de cosmos o mirasol (*Cosmos bipinnatus* Cav.), hierba del pollo (*Commelina coelestis* Willd.) (Fig. 4), varias especies de verbenas (*Verbena* spp.), algunas dalias (*Dahlia* spp.) (Fig. 5), estafiate (*Artemisia ludoviciana* Nutt.), frijol de agua (*Phaseolus* sp.) (Fig. 6), encinos (*Quercus* sp.), algunos mirtos (*Myrtus comunnis* L.) (Fig. 7), musgos y helechos. La poca diversidad da como resultado un contenido bajo de materia orgánica en el suelo, que deriva en altas probabilidades de erosión por viento o por agua.



Figura 4. Hierba del pollo.



Figura 5. Frijol de agua.



Figura 6. Dalia.



Figura 7. Mirto.

Estas características presentes en el sitio, están ligadas, directamente, a las actividades extractivas de la zona. Al ser un sitio conocido nacionalmente por preservar monolitos, ha sido saqueado. Esta remoción de tierra en grandes cantidades y extracción de rocas en forma de esculturas, dejan a su paso espacios libres, con suelos sueltos que reducen la vegetación de manera considerable.
Actualmente, el pueblo, en defensa de sus recursos naturales y su patrimonio cultural, ha restringido el acceso a actividades exclusivamente recreativas. Ya no permiten la extracción de recursos. Esto permite que en la zona comience a regenerarse la vegetación y a recuperarse el suelo.

El sitio 3, ubicado en las coordenadas 19°26´51.8´´N y 98°50´20.4´´W, correspondió a un terreno de superficie ligeramente plana, suelo de textura arenosa

con una parte de arcillas, con profundidades de 1-2 metros (Fig. 8). Es el único de los 3 sitios visitados que se aprovecha para la agricultura, en específico, para el cultivo de avena; la explicación de esta actividad puede estar dada por el hecho del tipo de terreno, la textura del suelo y la profundidad del mismo, elementos que permiten la introducción de maquinaria agrícola para prácticas de labranza y surcado. En esta área se pudieron apreciar como principales especies el nopal tunero (*Opuntia ficus-indica* L.), el eucalipto (*Eucaliptus globulus* Labill.), el pirul (*Schinus molle* L.), estos dos últimos no nativos de México, algunos pastos y especies ruderales que circundan los terrenos agrícolas.



Figura 8. Sitio de levantamiento 3

Algo importante a destacar, es que los suelos de tipo arenoso poseen una textura granular hasta 50 cm de profundidad, reteniendo pocos nutrientes y agua; no obstante, la implementación de prácticas de manejo permite la producción de cultivos, lo que incluye la introducción de abonado orgánico para la liberación lenta de nutrimentos y para que mejoren las propiedades físicas y químicas del suelo; asimismo, la implementación de técnicas agronómicas como cultivos de cobertera, el cultivo en fajas, la rotación de cultivos, el control del pastoreo y el establecimiento de cortinas o barreras rompevientos auxilian contra la erosión del suelo (FAO,

2025). Ejemplo de ellos es lo mencionado por Ruiz *et al*. (2007), donde indican que las propiedades físicas del suelo por efecto de la labranza pueden propiciar efectos como un aumento en la densidad del suelo, mayor resistencia de penetración por parte de la raíz y disminución de la porosidad que propicia la compactación del suelo, afectando el movimiento del agua y el desarrollo radicular; del mismo modo, en suelos con manejo convencional y laboreo a una profundidad de 10-20 cm se vuelve imposible de atravesar para algunas raíces la capa de compactación. Algo importante a destacar es que en suelos donde se emplea un menor disturbio y con presencia de residuos en la superficie permiten retener un mayor contenido de humedad, de ahí que, un manejo ecológico influye positivamente en la mejoría de los suelos.

Conclusiones

Los lomeríos de Coatlinchán representan una zona de transición ecológica de gran valor biocultural, marcada por la interacción entre ecosistemas de montaña, relictos de vegetación nativa, y áreas afectadas por actividad extractiva y expansión urbana. Históricamente, el uso del suelo en esta zona ha transitado de sistemas forestales y agropecuarios tradicionales hacia usos urbanos y extractivos, como lo evidencia la presencia de una antigua mina de arena. Este cambio ha generado impactos significativos en la estructura del suelo, incluyendo compactación, pérdida de materia orgánica, disminución de la biodiversidad microbiana y alteraciones en los flujos de carbono y emisiones de CO_2. Existe, todavía, una oportunidad viva para desarrollar propuestas de restauración, conservación y divulgación biocultural que valoren el equilibrio entre el saber tradicional y la ciencia ecológica.

Bibliografía citada

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. (2025). Portal del Suelo de la FAO. Manejo de Suelos Arenosos. https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-arenosos/es/

Heywood, V. H. (2013). The role of wild species in the twenty-first century: The importance of systematics and taxonomy. Botanical Journal of the Linnean Society, 173(2): 146–160. https://doi.org/10.1111/boj.12010

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Geografía y Medio Ambiente. INEGI. https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Uso de suelo y vegetación. INEGI. 200p.

Martin, G. J. (1995). Ethnobotany: A methods manual. Chapman and Hall. 280 pp.

Muñoz Hernández, A. (2023). La (re)configuración del paisaje cultural de San Miguel Coatlinchán. Repositorio Chapingo.

Peralta, M. C. (2009). Etnografía y métodos etnográficos. Revista Colombiana de Humanidades, 74, 32-52.

Rodríguez-Tapia, S.; Ortiz-Solorio, C. A.; Hidalgo-Moreno, C.; Gutiérrez-Castorena, M. C. (2004). Los tepetates de la ladera oeste del cerro Tláloc: Saprolita, sin endurecimiento pedológico. Redalyc. Terra Latinoamericana, vol. 22, núm. 1, enero-marzo, 2004, pp. 11-21 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México

Ruiz-Espinoza, F. H., Marrero-Labrador, P., Cruz-La Paz, O., Zamora-Salgado, S. y L. Fenech-Larios. (2007). Efectos de los sistemas de manejo en el estado físico de un suelo arenoso (Yermosol Háplico) de una Zona Árida de Baja California Sur, México. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 16, No. 1, Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. La Habana, Cuba.

Toledo, V. M. (2002). Ethnoecology: A conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. *In*: Stepp, J. R., Wyndham, F. S., & Zarger, R. K. (Eds.), Ethnobiology and Biocultural Diversity (pp. 511–522). University of Georgia Press.

Una aproximación al conocimiento de maguey jabali (*Agave convallis* Trel) en Oaxaca

C. Gerardo Noriega Altamirano[1], Mario Hernández Ramírez[1], Alexander Martínez Hernández[1], Sergio Cruz Hernández[1], Ulises I. Reyes López[1], Abel Alcántara Hidalgo[2].

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Área de Agronomía. gerardonorieg@gmail.com.
[2]Presidente de Maestros del Mezcal A.C., Oaxaca, Oaxaca.

Introducción

México es territorio de magueyes, su clima árido y sus zonas semiáridas alcanzan un 52% del territorio nacional, y el trópico seco alrededor del 13%, estas condiciones han permiten que el género *Agave,* miembro de la familia botánica *Asparagaceae* se le encuentre con numerosas especies en el territorio mexicano, en condiciones de poca disponibilidad de agua, altas temperaturas y estrés, son plantas suculentas con metabolismo del ácido crasicaule (plantas CAM), fijan el CO_2 durante la noche. En el mundo se reportan unas 210 especies y subespecies de magueyes que forman la biodiversidad, el patrimonio de México es de 130 a 150 especies de magueyes, de las cuales 35 se encuentran en territorio oaxaqueño, 11 son endémicas del estado y 12 se comparten con Puebla, una con Guerrero y otra con Chiapas (García et al., 2004; García & Franco, 2022).

El género *Agave* con sus especies es fuente de alimentos, medicina, fibras, materiales de construcción, combustible, edulcorantes, elementos para el paisajismo, forraje, y bebidas fermentadas y destiladas. En las regiones secas de México los magueyes son un recurso forestal no maderable, las especies silvestres deben protegerse.

El género *Agave* posee azúcares fermentables, con potencial para la elaboración de aditivos alimentarios: jarabes de fructosa o inulina. Este género contiene compuestos químicos, como: (a) ácidos grasos y terpenos; (b) fructanos; (c) alcaloides; (d) esteroides; (e) glucósidos; (e) fenoles; (g) ceras; (h) pectinas; (i) alcoholes (Hernández, 2018; Santiago y Meneses, 2023). Las plantas del género

Agave ofrecen usos farmacológicos por sus funciones antiinflamatorias, antimicrobianas, antiulcerosas, anticancerígenas y antioxidantes. En el futuro los agaves pueden ser fuente de polisacáridos: fructanos o inulina, biocombustibles, bioplásticos, fármacos, otros.

El vocablo mezcal tiene sus raíces en la lengua náhuatl *metl* o *meztl,* significa maguey; *ixcalli:* cocer. La palabra *mexcalli* se traduce como maguey cocido, técnicamente a todas las bebidas destiladas de *Agaves* se llaman mezcal (Sánchez, 2005). El mezcal es un licor destilado de la fermentación de los mostos de agaves cultivados o silvestres de México. En el país se han establecido mecanismos de protección industrial para las variantes de dicho licor, se diferencian como tequila, bacanora, sotol y mezcal. En Oaxaca el paisaje magueyero se asocia a valles, llanuras, lomeríos y sierras; suelos delgados, con alta pedregosidad. Numerosas especies de maguey se utilizan para la elaboración del mezcal, ello explica su recolección, aprovechamiento que pone en peligro de declive y extinción a varias especies de magueyes y a la biodiversidad. Hablemos de maguey jabalí (*Agave convallis* Trel*)*, actualmente es de recolección, ello advierte la amenaza de la destrucción de su hábitat por las altas tasas de recolección para la elaboración de mezcal.

Mezcal tradicional

En Oaxaca para la elaboración del mezcal se cuenta con plantaciones especializadas de maguey espadín que se utilizan para el mezcal industrial; mientras que en las comunidades rurales de los pueblos originarios practican la recolección con especies silvestres, estos mezcales se han posicionado, entonces se debe delinear el cultivo de magueyes mezcaleros como vía para fortalecer la producción de mezcal tradicional y artesanal, restaurar la biodiversidad, generar empleos, consolidar y contribuir al desarrollo de las comunidades rurales, auxiliar a mitigar el cambio climático, entre otros.

Objetivo

Conocer y difundir la distribución del maguey mezcalero jabalí para planificar su aprovechamiento, conservación y espacios potenciales o hábitat, que son el ambiente o condiciones necesarias para el cultivo de esta especie.

Materiales y métodos

El área de estudio se ubica en la Sierra Sur de Oaxaca, se utiliza como punto de identificación de la tecnología del aprovechamiento del maguey jabalí San Luis Amatlán, Oaxaca. En este trabajo se aplicó un método intensivista por aproximaciones: (a) desde el año 2000 se inició un proceso de organización para la difusión del mezcal, durante el periodo enero de 2023 a 2024 se colectó mezcal por especie, el mezcal jabalí se obtuvo de maestros mezcaleros que participan en la organización Maestros del Mezcal A.C.; (b) mediante una revisión sobre la especie, se acudió a la literatura científica para lograr una síntesis sobre este maguey mezcalero; (c) se realizó una salida de campo al estado de Puebla y dos salidas al Estado Oaxaca, para la identificación del sustrato geológico de acuerdo con Centeno-García et al (2009), hábitat y registro fotográfico de *Agave convallis* para distinguir el ecosistema de matorral xerófilo donde próspera; (d) en 2024 mediante observación participante se visitó el municipio de San Luis Amatlán, Oaxaca, bajo la conducción de maestros mezcaleros se localizaron sitios con magueyes silvestres, fábricas de mezcal en las localidades del municipio, así como conocimiento ecológico, prácticas productivas y saberes de los productores; (e) apoyados de la herramienta Sistema de Información Geográfica (SIG), se interpoló con análisis geoestadístico que se funda en la teoría de las variables regionalizadas, que en la dependencia y autocorrelación en el contexto de la variabilidad espacial identifica la variación en el paisaje por geología, relieve y clima, reconociendo que el material geológico regional influye en el territorio agavero permitiendo separar espacios mediante límites naturales para la especie de maguey explorada.

Resultados y discusión

Aprovechamiento de magueyes silvestres.

En la actualidad la elaboración de mezcal industrial ocupa maguey espadín el cual se cultiva; mientras que en la elaboración de mezcales artesanales y tradicionales se utilizan unas 35 especies de magueyes silvestres o en proceso de domesticación como: arroqueño (*Agave americana* var. oaxacensis), cirial, barril, bicuixe, tobasiche (*Agave karwinskii* Zucc); mexicano (*Agave rhodacantha*), jabalí (*Agave convallis* Trel), tepeztate (*Agave marmorata* Roezl), maguey tobalá (*Agave potatorum* Zucc), entre otras.

Cada región, grupo indígena y campesino, se distingue por sus especies y subespecies nativas de maguey utilizados para elaborar mezcal artesanal y tradicional, lo cual, les da identidad especies de maguey y un gusto propio. Continuar con una extracción de magueyes silvestres pone en riesgo a varios magueyes en algunas localidades de Oaxaca. En el Cuadro 1 se advierte del uso desmedido de algunas especies de maguey mezcalero.

Cuadro 1. Magueyes mezcaleros en peligro de extinción en algunas localidades de Oaxaca, Puebla y Guerrero.

Número	Localidad	Entidad	Maguey
1	San Pablo Ameyaltepec	Puebla	Pichumel
2	San Nicolas Huajuapan	Puebla	Pichumel y Arroqueño
3	Atlixco - Tochimilco	Puebla	Espadilla
4	Tehuacán- Sierra negra	Puebla	Pichumel
5	Ciudad Serdán-Chalchicomula	Puebla	Pichumel-espadilla
6	El Enebro	Mixteca baja-Oaxaca	Pichumel
7	Las Palmas	Mixteca baja Oaxaca	Papalomé
8	Rancho Dolores	Mixteca baja Oaxaca	Papalomé
9	Teozacoalco y Pueblos Mancomunados	Mixteca Alta Oaxaca	Papalomé
10	Yutanduchi de Guerrero	Mixteca Alta de Oaxaca	Sotol
11	Santa María Ecatepec	Chontal Oaxaca	Chuparrosa
12	San Lorenzo Jilotepequillo	Chontal Oaxaca	Chuparrosa
13	San Luca Ixcotepec	Chontal Oaxaca	Tepextate
14	San Miguel Suchiltepec	Chontal Oaxaca	Gavilán
15	San Bartolo Yautepec	Oaxaca	Bartoleño
16	Santa María Quiatoni	Zapoteca Oaxaca	Jabalí, Tepeztate, Cuishe

Número	Localidad	Entidad	Maguey
17	San Pablo Lachiriega	Zapoteca Oaxaca	Tobalà, Jabalí
18	San Juan del Río	Zapoteca	Cuela
19	Los Albarradas	Zapoteca Oaxaca	Tobalà
20	San Dionisio	Zapoteca Oaxaca	Tepeztate y Cuishe
21	San Baltazar	Zapoteca Oaxaca	Tepeztate y Cuishe
22	Santa Catarina Minas	Zapoteca Oaxaca	Tobalà y Cuishe
23	San Vicente Coatlán	Zapoteca Oaxaca	Jabalí, Tobasiche y Arroqueño
24	San Luis Amatlán	Miahuatlán, Oaxaca	Biliá, Sin espinas, Tepeztate
25	Sola de Vega	Sierra Sur de Oaxaca	Chino verde, Blanco, Liso, Penca, Penca Larga, Coyote, Jabalí, Mexicanito, Arroqueño

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por los maestros mezcaleros de cada una de las regiones de Puebla y Oaxaca.

Este escenario revela la necesidad de un proyecto estratégico que detone el rescate, cuidado y desarrollo del proceso Maguey-Mezcal tradicional y ancestral, como instrumento para reinventar los sistemas de producción, mejorar los palenques tradicionales y la producción de maguey y mezcal; promover la relación armónica con otras actividades productivas y sociales dirigidas a la restauración de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad, bienes ambientales y la generación de opciones productivas para avanzar en el desarrollo rural.

Además, el mercado mundial de destilados, comienza a exigir productos por especie vegetal, es el caso de los vinos de mesa, de ahí la oportunidad de los mezcales tradicionales para consolidarse en el mercado más exigente. Con la experiencia de García (2022), quien reconoce que los magueyes silvestres que padecen la extracción más fuerte en Oaxaca, son: maguey tobalá (*Agave potatorum*), biliaá (*Agave seemanniana*), tepeztate (*Agave marmorata*), jabalí (*Agave convallis Trel*) y coyote (*Agave lyobaa*), este trabajo está orientado a difundir aspectos sobre el maguey jabalí.

Maguey jabalí. En el paisaje magueyero de Oaxaca en la región Mixteca, así como en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, en el paisaje de lomeríos y

sierras de los 1650 a 2600 msnm, se encuentra de manera silvestre maguey jabalí (*Agave convallis* Trel.), en el municipio de San Luis Amatlán este maguey se encuentra en estado silvestre. *Agave convallis* Trel., es conocido por su nombre común de "Jabalí". Es un maguey que no forma colonias, se le encuentra en el matorral xerófilo. El escenario geológico de la Sierra Sur, en San Luis Amatlán, donde se encuentra maguey jabalí, es un territorio que corresponde a complejos metamórficos, así como a rocas sedimentarias.

Destilación de maguey jabalí (*Agave convallis* Trel)

El maguey silvestre conocido como jabalí se considera que tiene baja producción de mezcal. Este mezcal jabalí requiere mucha experiencia del maestro mezcalero, ellos explican, que su elaboración es muy delicada, hay que cuidar en extremo la intensidad del fuego o la lumbre, un exceso provoca que la espuma se desborde y merme el rendimiento del mezcal. Lo describen con un sabor incomparable con respecto a mezcales de otros magueyes. La destilación en olla de barro tiene un menor rendimiento que en alambique de cobre. Los maestros mezcaleros informan que un proceso artesanal ocupa unos diez kilos de piña por litro de mezcal; en procesos ancestrales se ocupan hasta 30 kg de piña por litro de mezcal. El proceso de elaboración de mezcal jabalí se basa en conocimientos empíricos, con métodos rústicos. De acuerdo a los criterios de Blomberg (2001), el mezcal artesanal es lo que la Norma Oficial Mexicana identifica como mezcal tradicional, la destilación es a fuego directo en alambiques de caldera de cobre.

En las localidades de San Luis Amatlán donde se encuentran las pequeñas “fábricas” o palenques de mezcal, son poblados pequeños, con una población cuyo paisaje denota pobreza, los caminos de acceso son de terracería. Los palenques de mezcal son de productores que no se encuentran organizados en una figura jurídica; guardan una relación de producción de mezcal mediante mecanismos informales de cooperación, es decir, programan cuándo ocupar el horno, martajar,

fermentar y destilar; y pagan mediante un sistema en especie, es decir cada actividad tiene un valor equivalente en litros de mezcal.

Maestros mezcaleros

Los maestros tradicionales de mezcal, se mueven en dirección de un calendario agrícola ligado a la milpa en la época de lluvias; y mezcal en la época de secas. Para desarrollar el proceso de producción tradicional del mezcal, la vida rural es básicamente informal y primaria; los grupos son primarios, mantienen un estrecho contacto personal en su vida diaria, son grupos de trabajo que en su estructura domina el afecto mutuo, colaboran por actos informales basados en la buena opinión de cada miembro, su relación no es contractual, ni formal, es personal, espontánea y sentimental, suman fuerzas y recursos para lograr una meta mediante mecanismos de solidaridad, al margen de las formalidades de una Figura Jurídica para realizar una actividad de tipo industrial o mercantil.

Los ingresos de los mezcaleros tradicionales y ancestrales, dependen de la actividad primaria, como producción agrícola, pecuaria, artesanías, recolección, principalmente. Las actividades que practican las unidades de producción rural asentadas en San Luis Amatlán, pueden caracterizarse, a saber, por practicar: (1) agricultura de temporal; (2) recolección de leña; (3) recolección de maguey mezcalero; (4) cacería; (5) ganadería extensiva; (6) aves de traspatio; (7) migración a Estado Unidos; (8) actividad artesanal; (9) huertos familiares pequeños; (10) actividades como venta de fuerza de trabajo local, servicios, comercio, otras.

Distribución de maguey jabalí en el paisaje oaxaqueño

En Oaxaca las especies de Agave se encuentran desde el nivel del mar hasta 2300 msnm, asociadas a diferentes tipos vegetativos; geología, relieve y clima, son los tres factores que explican en parte, la distribución de lo magueyes mezcaleros en el paisaje. Tomando como referencia la obra Biodiversidad de Oaxaca, artículos

publicados y la sistematización del conocimiento de los maestros mezcaleros se han ubicado las especies de Agave por su valor cultural, agroindustrial y económico.

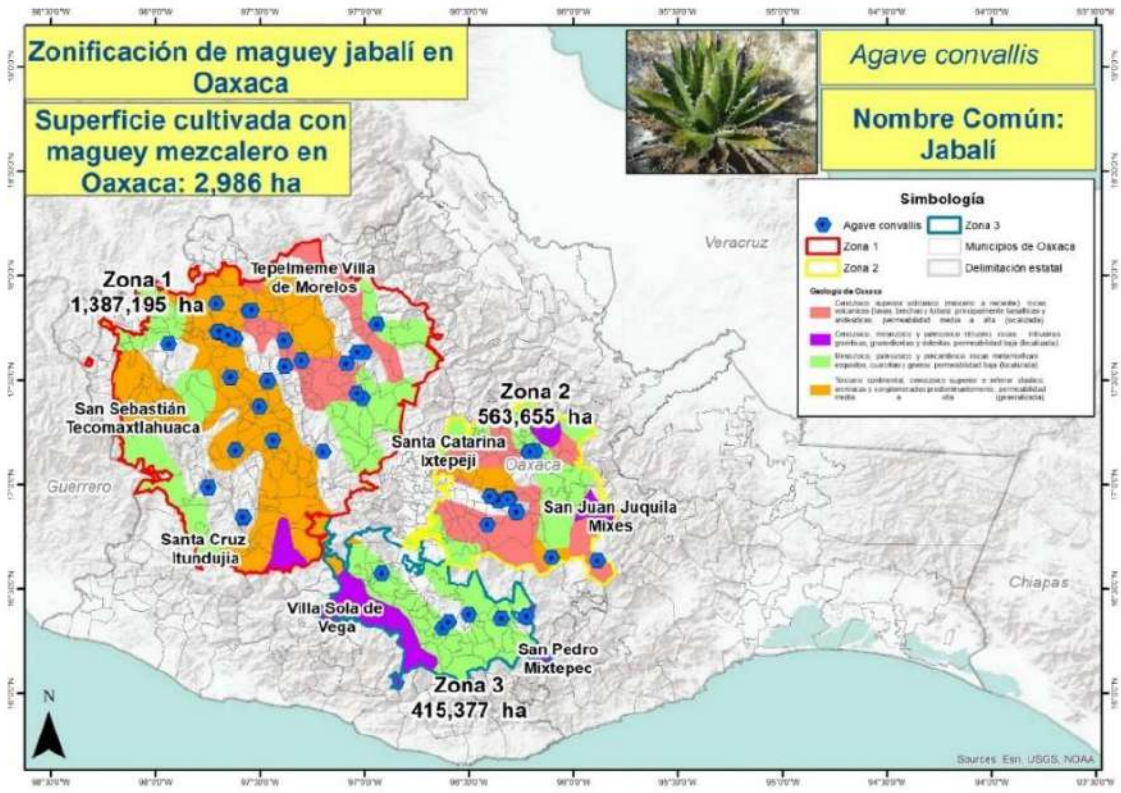


Figura 1. Distribución del hábitat de maguey jabalí (*Agave convallis* Trel.) en Oaxaca.

En Oaxaca se identifican tres archipiélagos con maguey jabalí. Esta aproximación revela que la Mixteca posee un potencial de 1,387,195 ha; mientras que el paisaje que se localiza en las estribaciones de la Sierra Sur significa 415,377 hectáreas.

Conclusiones

Oaxaca tiene condiciones para el cultivo de maguey jabalí (*Agave convallis* Trel) en una superficie de 2,366,227 ha, es una opción agroforestal, considerando que la producción de mezcal es estacional, se realiza en la época de secas; luego los productores de mezcal se incorporan a las actividades propias del ciclo agrícola de la milpa. En San Luis Amatlán, Oaxaca se producen mezcales tradicionales, es un

sistema de producción donde los pequeños productores, además de la milpa, producen mezcal en pequeños palenques, su experiencia y saberes se transmiten de generación en generación, la producción de magueyes mezcaleros es limitada, como es el caso de maguey jabalí (*Agave convallis* Tre*l), entre otros.* Los mezcales tradicionales provienen de magueyes silvestres de la diversidad biológica y cultural de los territorios. Las unidades de producción de los maestros mezcaleros obtienen sus ingresos de la actividad primaria, de la venta de fuerza de trabajo y de actividades de comercialización de los productos que obtienen o elaboran, como es el caso de las artesanías, la caza, la recolección de piñas de maguey mezcalero y la elaboración de mezcal tradicional y/o ancestral.

Bibliografía citada

Blomberg, L. (2000). Tequila, mezcal y pulque lo auténtico mexicano. Editorial DIANA. México

Hernández L., J. de J. (2018). El mezcal como patrimonio social: de indicaciones geográficas genéricas a denominaciones de origen regionales. Questão 24 (2): 404-433.

García Mendoza, A., Ma. De J. Ordoñez y Miguel Briones S. (Coordinadores y editores). (2004). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología. UNAM. Fondo Oaxaqueños para la conservación de la naturaleza. World Wildfife Fund. México.

García Mendoza, A.J. e I.S. Franco Martínez. (2022). Los agaves, recursos fitogenéticos de los agroecosistemas tradicionales mexicanos de importancia para la agrobiodiversidad mundial. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final Proyecto CONABIO No. RG019// Proyecto Agrobiodiversidad mexicana, GEF 9380. Ciudad de México.

Centeno-García, E., C. C. Mendoza-Rosales y G. Silva-Romo. (2009). Sedimentología de la Formación Matzitzi (Paleozoico superior) y significado de sus componentes volcánicos, región de Los Reyes Metzontla-San Luis

Atolotitlán, Estado de Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 26 (1): 18-36.

Sánchez López, A. (2005). Oaxaca tierra de maguey y mezcal. CONACYT. Fundación Produce Oaxaca. ITO.SEP. Oaxaca, México.

Santiago Martínez, A. y M. E. Meneses. (2023). Contributions of agaves to human health and nutrition. Food Bioscience. 53 (2023) 102753. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102753.

Biodiversidad vegetal en la región de Tehuacán, Puebla.

Sergio Cruz Hernández, Joaquín Parra Álvarez, Gerardo Noriega Altamirano, Alexander Martínez Hernández

Área de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo. sergiocruzhdz@gmail.com; joparraalvarez@hotmail.com; gerardonorieg@gmail.com; hdzmtza@gmail.com

Introducción

La biodiversidad vegetal está referida a las formas de vida de los diferentes grupos de plantas presentes en un lugar específico; a la vegetación, la sociedad les otorga diferentes valores de importancia dependiendo el uso que les dé, por ejemplo: comestibles, medicinales, combustibles, forrajeros, comerciales, entre otros más; por otro lado, ante el continuo aumento de la desertificación en el país se debe de hacer un adecuado manejo de los diferentes ecosistemas, promoviendo su protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable.

El valor de las especies vegetales no solo se debe al número de ellas dentro de su ecosistema, también se le otorga si algunas son endémicas o en peligro de extinción. Los ambientes áridos albergan una gran cantidad de flora y fauna con distintas interacciones que hacen posible su crecimiento y desarrollo. La vegetación es fundamental al ir generando productos alimenticios para el hombre y ganado, existen plantas medicínale y de ornato, sirve de combustible, dentro de otros usos.

Las zonas áridas de México albergan una gran riqueza de especies, explicada por tener diferencias marcadas en la variación de elementos climáticos como precipitación anual inferior a 700 mm. En la calificación climática de Köeppen modificada por García corresponde a los tipos BS y BW, con temperaturas ambientales extremas. Estos ecosistemas secos, son los menos afectados por actividades antrópicas, debido a que no son aptos para las actividades agropecuarias, en su mayoría el aprovechamiento de algunas plantas es mediante la recolección.

A pesar de más de tres siglos de trabajo acumulado por miles de científicos, con la única finalidad de conocer y clasificar la variedad de vida que existe en el planeta tierra, aún se está lejos de poder alcanzar a comprender su dimensión; diferentes estudios científicos mencionan que se han descrito aproximadamente un millón 740 especies en el mundo recientemente. El presente estudio tiene como justificación que cerca del 60% de la superficie total del país está clasificada como zona árida y semiárida, localizadas principalmente en la altiplanicie central y norte de la República Mexicana.

Vegetación de zonas áridas y vulnerabilidad climática

Las regiones áridas y semiáridas enfrentan los mayores retos en cuanto a la optimización del recurso agua. El IPCC (2022), reveló el fuerte impacto que genera el cambio climático sobre los diferentes ecosistemas como las zonas costeras, zonas de cultivo, humedales, entre otros. Menciona que las temperaturas extremas, fuertes lluvias y prolongadas sequías, afectan el comportamiento de los ecosistemas, provocan la extinción de especie vegetales. Se estima un aumento de la temperatura ambiental promedio de 2°C, lo que llevaría a un aumento de la evapotranspiración, fenómeno que incrementaría aún más la aridez (IPCC, 2023).

Por otro lado, la población rural de bajos recursos económicos se ve obligada a sobreexplotar los recursos naturales como la tierra y vegetación mediante la agricultura, lo que conlleva a la deforestación y sobrepastoreo, lo que contribuye a la degradación de los suelos. En este sentido, el Atlas Mundial de la Desertificación (Cherlet et al, 2018) señaló que dependiendo la severidad y duración, las anomalías en las precipitaciones, pueden desencadenar presiones sobre el suelo en áreas cultivadas y, acelerar los cambios en los ecosistemas, lo que provoca la degradación a largo plazo, también cabe señalar que, la respuesta de la productividad vegetal a las variaciones climáticas es variable, debido a la incertidumbre para predecir los efectos de la sequía en cultivos y vegetación, ya que cada tipo vegetativo tiene diferente grado de resiliencia.

La biodiversidad vegetal contribuye a que los diferentes ecosistemas tengan una mayor resiliencia y, su pérdida amenaza los servicios que estos brindan a la sociedad. El vínculo entre la biodiversidad vegetal y los servicios ecosistémicos es complejo y, al mantenerla se aseguran los flujos sostenibles, el cambio climático probablemente resulte en mayores niveles de condiciones de sequía, la variación genética en la vegetación de zonas áridas puede ser fundamental para el desarrollo de nuevas variedades, debido a que estas ya pueden soportar temperaturas extremas altas o menor precipitación y periodos largos de sequía.

Región de estudios

La Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán está catalogada como una región con un alto grado de endemismo, principalmente en las familias botánicas como la Cactaceae y la Asparagaceae en las cuales se agrupan una gran cantidad de géneros comunes en el paisaje de esta región; lo cual no sólo refleja la alta diversidad, sino también el uso tradicional y etnobotánico que representa esta diversidad florística para las comunidades indígenas inmersas en la reserva (Martínez-Meyer, Sosa-Escalante y Álvarez, 2014). Zavaleta, Mandujano, y López-Téllez en el año 2023 registraron 53 especies de árboles, arbustos y herbáceas con algún tipo de uso tradicional en un estudio de Composición, estructura, diversidad y usos de la vegetación en un paisaje de la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

La vegetación del Valle de Tehuacán, Puebla, muestra características específicas de adaptación a la escasez de agua y a las altas temperaturas con oscilaciones térmicas elevadas, la cubierta vegetal a nivel del suelo es menor al 60%. La distribución se debe a las diferencias de geología, topografía, edafología más que la causa de mínima precipitación (Lugo,1989). La región del Valle de Tehuacán es importante por su diversidad vegetal y su alto grado de endemismo (David, 1983) señaló que es una zona que favorece el desarrollo de Matorral Xerófilo, Cactus Columnares y, forma parte del área natural Reserva.

Metodología

La representatividad de los sitios de muestreo se basó en áreas cubiertas por vegetación característica del lugar. En cada sitio, se delimitó una parcela circular con diámetro de 25 m. dentro de esta área se realizó el registró de toda la vegetación, clasificándola en estrato arbóreo, arbustivo y herbáceas; en cada estrato se identificaron las especies por nombre común, para posteriormente realizar la determinación taxonómica mediante guías y claves dicotómicas de flora de la Reserva (Arias et al., 1997; Lemos, 2008).

Se aplicó la Metodología propuesta por Rice y Drenning adaptándola a las características de este tipo de muestreo. La composición de la vegetación hace referencia al número de familias, géneros y especies presentes en un sitio, en este estudio se enfatizó en la diversidad y riqueza de especies. La aplicación de índices de diversidad vegetal proporciona criterios útiles para conservación y manejo de los recursos naturales. En el presente estudio se aplicó el índice de riqueza de *Margalef*, el cual determina la biodiversidad vegetal con base en la distribución numérica de los individuos de especies diferentes y en función del número total de individuos en la muestra. Asimismo, se calculó el índice de riqueza de *Menhinick,* que considera la proporción entre el número de especies y la raíz cuadrada del número total de individuos.

Índice de Margalef (D_{Mg}). Es una medida de biodiversidad que relaciona directamente el número de especies con el tamaño de la muestra, resaltando de esta manera que tan diversa es una comunidad vegetal y se estima mediante la ecuación mencionada por Manzanilla-Quijada et al. en 2020.

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

Donde:
ln = Logaritmo natural (base e)

S = Número total de especies presentes

N = Número total de individuos

Índice de Menhinick $(\boldsymbol{D_{Mn}})$**.** Es una mediad de la riqueza florística que relaciona el número de especies con el número total de individuos, incrementando cada vez que la muestra aumenta de tamaño (Manzanilla-Quijada et al., 2020) y está definido como:

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número total de individuos

Resultados

La composición florística para la Región de Tehuacán, Puebla, fue de 43 especies agrupadas en 11 familias y 33 géneros. Las familias con mayor presencia fueron la Cactacae (44.19%), Fabaceae (18.60%) y la Asparagaceae (11.63%) (Cuadro.2). Parra-Álvarez, Granados-Sánchez, Granados-Victorino, y Villanueva-Morales en 2022 describieron una composición similar en la caracterización y clasificación de los bosques piñoneros de San Luis Potosí; dicha composición es característica de las zonas áridas y semiáridas donde las características de son de bajas precipitaciones, alta radiación solar y temperaturas extremas.

Diversidad de especies

Se analizó la riqueza de especies mediante la estimación de los siguientes índices de diversidad relativa de especies para la comunidad vegetal de estudio

Índices de riqueza

El cálculo de los índices de riqueza de especies se reporta en el Cuadro 1, se obtuvo mediante el Software Past versión 4.13 (Hammer, Harper & Ryan 2001). El Índice de **Margalef** $\left(\boldsymbol{D_{Mg}}\right)$ y **Menhinick** $(\boldsymbol{D_{Mn}})$refleja una riqueza de especies alta; autores como Pequeño-Ledezma et al. (2017), reportaron un Índice de

Margalef (D_{Mg}) de 2.13 ± 0.13 para un bosque espinoso tamaulipeco al noroeste de México, mientras que, en 2018 Valdez et al., estudiaron la estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México encontrando un índice de Margalef (D_{Mg}) de 4.34 y de Menhinick (D_{Mn}) de 0.82

Cuadro 1. Índices de riqueza basados en la diversidad de especies para la zona de estudios

Taxa	Individuos	Margalef	Menhinick
43	1084	6.01	1.306

A pesar de las condiciones climáticas extremas, en la zona existe una gran diversidad de especies vegetales, agrupadas en diferentes tipos vegetativos: matorral micrófilo, matorral rosetófilo, matorral crassicaule, pastizales, principalmente. En la región se encuentran gran cantidad de especies de Cactáceas. Son numerosas las plantas que tienen importancia social, potencial económico y/o medicinal como son: candelilla, izotes y lechuguilla, entre otros.

El Matorral micrófilo se caracteriza por la dominancia de especies arbustivas y por plantas crasas, que crecen en las partes de las pequeñas planicies y laderas suaves. Se localiza principalmente en los valles, los suelos son de textura media, poco profundos y el contenido de materia orgánica es poco. El Matorral rosetófilo. Se caracteriza por la abundancia de especies con hojas gruesas y alargadas con presencia de Agave lechuguilla (lechuguilla), *Dasylirion palmeri*, presencia de especies arbustivos, con tallo bien desarrollado. Matorral crassicaule, en este tipo vegetativo abundan las cactáceas del género Opuntia, prevalece sobre suelo poco profundos, en lomeríos bajos, las especies dominantes son arbustos como *Acacia constricta*, A. schaffueri.

Conclusiones

La alta biodiversidad tiende a correlacionarse con la cantidad de precipitación, a pesar de ello, las zonas áridas y semiáridas tienen alta biodiversidad. Así mismo el análisis de diversidad permitió identificar la composición florística para la zona de estudio, asi como la determinación del tipo de asociaciones vegetales dominantes.

Los índices aplicados (Margalef y Menhinick) arrojaron para el área de estudio un nivel alto de diversidad, lo cual se puede interpretar que existe una mejor conservación del hábitat o menor perturbación antropogénica.

La presencia de familias botánicas como la Cactaceae y la Asparagaceae resaltan la importancia ecológica de especies vegetales que se han especializado en establecerse y desarrollarse en ambientes áridos y semiáridos, resultando como especies clave para la restauración y preservación in situ.

Bibliografía citada

Arias, S., Gama, S., & Guzman, L. (1997). Cactaceae A. L. juss. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, 14. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Biología

Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., von Maltitz, G. (Eds.), *Atlas mundial de la desertificación (2018)*, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo. http://wad.jrc.ec.europa.eu

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2005). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Antonio Nanahuatipam, Oaxaca. Clave geoestadística 20109. INEGI.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (Contribution of Working Group II to the*

Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change), Ginebra, IPCC, 2022, https://www.IPCC.ch/report/AR6/wg2/

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023) Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)*, Ginebra, IPCC, 2023, https://www.IPCC.ch/report/AR6/syr/

Lemos, R. M. (2008). Burseraceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, 66, 82

Martínez-Meyer, Enrique, Sosa-Escalante, Javier Enrique, & Álvarez, Fernando. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección?. *Revista mexicana de biodiversidad*, *85*(Supl. ene), S01-S09. https://doi.org/10.7550/rmb.43248

(Parra-Álvarez, Granados-Sánchez, Granados-Victorino, y Villanueva-Morales, 2022)

Parra-Álvarez, J., Granados-Sánchez, D., Granados-Victorino, R. L, & Villanueva-Morales, A. (2023). Structural characterization and classification of pinyon pine forests in San Luis Potosí, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 29*(1), 61–98. doi: 10.5154/r.rchscfa.2022.03.021

Pla, Laura. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, *31*(8), 583-590. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&tlng=es.

Rice, A.; Drenning, J. 2003. Manual de café bajo sombra. Centro Smithsoniano de Aves Migratorias (amigo de las aves). Parque Zoológico Nacional, Washington, D. C. www.si.edu/srnbc. 62 pág.

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

Zavaleta, Arturo, Mandujano, Salvador, & López-Téllez, Concepción. (2023). Composición, estructura, diversidad y usos de la vegetación en un paisaje de la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México. *Madera y bosques*, *29*(1), e2912416. Epub 24 de noviembre de 2023.https://doi.org/10.21829/myb.2023.2912416

Patosistema *Fusarium spp. – Capsicum spp.:* diversidad de especies causando marchitez en chile.

Alejandro Jonathan García Cariño, Ernestina Valadez Moctezuma, Héctor Lozoya Saldaña, José de Jesús López Reynoso, Frank Ángel Díaz Leyva, Josué Natan Tormes Olmedo.

Universidad Autónoma Chapingo. jonhy.alex95@gmail.com

Introducción

Las interacciones entre hongos fitopatógenos y sus hospederos son clave en la comprensión de enfermedades agrícolas (Agrios, 2005). En el caso de la marchitez del chile (*Capsicum spp*.), el patosistema *Fusarium spp.–Capsicum spp.* es particularmente complejo debido a la diversidad genética de los aislados y su capacidad de adaptación (Leslie & Summerell, 2006).
El chile es un cultivo de gran importancia económica y cultural en México (Bosland & Votava, 2012). Sin embargo, su producción enfrenta pérdidas significativas por la marchitez vascular. A pesar de que *Fusarium oxysporum* ha sido identificado como un componente recurrente de este patosistema, estudios recientes sugieren la presencia de otros complejos de *Fusarium spp.* en la enfermedad, con distintas interacciones biológicas que pueden influir en su virulencia. Estas interacciones incluyen mecanismos de competencia, antagonismo y sinergismo entre diferentes especies de *Fusarium spp.*, así como sus respuestas específicas a los compuestos de defensa del chile (Crous et al., 2021; O'Donnell et al.,1998).

El análisis detallado de estas relaciones es fundamental para comprender la dinámica de la enfermedad y su impacto en la fisiología del cultivo. En este sentido, el presente estudio se enfoca en caracterizar la interacción entre *Fusarium spp.* y *Capsicum spp.*, mediante enfoques morfológicos y de patogenicidad que determinen la severidad de la marchitez del chile.

Materiales y métodos

Prospección y aislamiento. Se recolectaron muestras de plantas con síntomas de marchitez (imagen 3 y 4) en Tehuitzingo, Puebla (Imagen 1), las cuales fueron procesadas en el laboratorio de Biología Molecular del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (Imagen 2). Se realizaron aislamientos en medio PDA (Potato Dextrosa Agar, Agar Papa Dextrosa) y posteriormente cultivos monospóricos para obtener colonias puras (Leslie & Summerell, 2006).

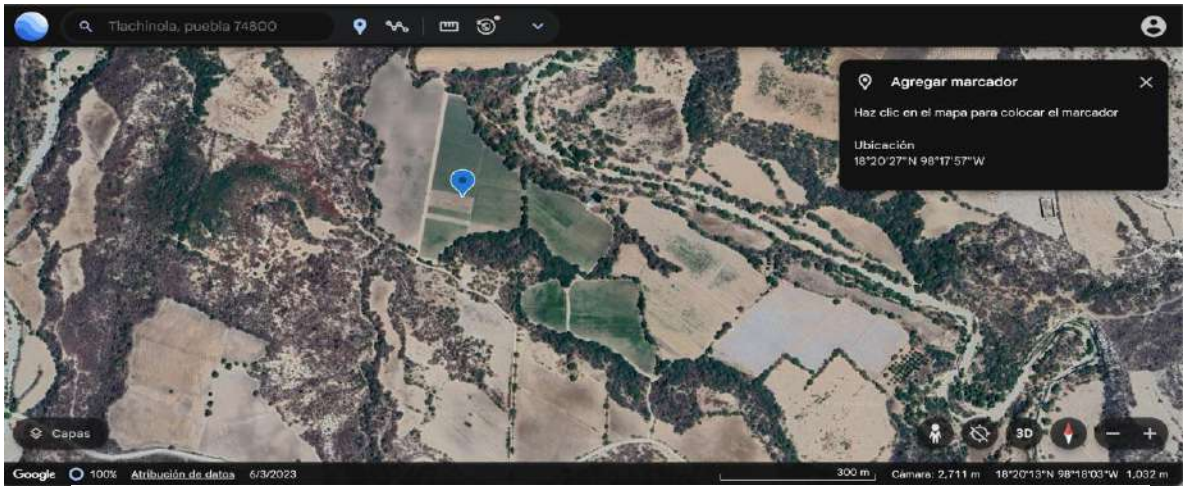


Imagen 1. Ubicación de parcelas de recolección de muestras. Tehuiztingo, Puebla



Imagen 2. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5. Carretera México – Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México. CP.



Imagen 3. Planta con sintomatología visible.



Imagen 4. Zona con plantas sintomáticas.

La identificación morfológica se basó en la observación de características del micelio, conidios y clamidosporas bajo microscopio estereoscópico (imagen 5) (Zeiss, 32X), comparando con descripciones de referencia. Se evaluaron características como color, textura, velocidad de crecimiento y pigmentación del reverso en medio PDA (Leslie & Summerell, 2006).

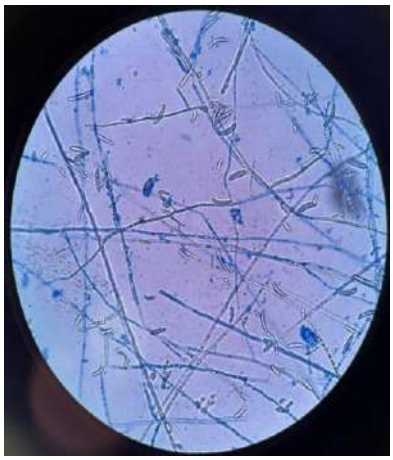


Imagen 5. Estructuras reproductoras de *Fusarium spp.*



Imagen 6. Crecimiento de micelio de un patógeno.



Imagen 7. Distintas especies de

Identificación molecular. El ADN fue extraído mediante protocolo CTAB II (cetyltrimethylammonium bromide) (Weising et al., 2005) y evaluado por electroforesis en gel (Sambrook et al., 1989). Se amplificaron con PCR la región ITS (Internal Transcribed Spacer) (ITS1/ITS4) (White et al., 1990) y parte del gen tef-1α (Translation Elongation Factor 1-alpha) (EF1/EF2) (O'Donnell et al., 1998). Los productos de PCR fueron secuenciados en Macrogen Inc., comparando los resultados con las bases de datos Fusarioid-ID y NCBI GenBank; también se comprararon mediante RFLP´s (Restriction Fragment Length Polymorphism) in sílico (Rampersad, 2012).

En la identificación morfológica se tomaron en cuenta características del micelio, sin embargo, la mayor atención se centró en las estructuras reproductoras observadas bajo el microscopio estereoscópico. Se registró la presencia de microconidios, macroconidios y clamidosporas, cuyas formas y dimensiones coincidieron con las descripciones taxonómicas reportadas para especies del género Fusarium. Estas características permitieron una primera aproximación a la clasificación de los aislados.

El ADN fue extraído mediante el protocolo CTAB II (cetyltrimethylammonium bromide) (Weising et al., 2005) y evaluado por electroforesis en gel de agarosa (Imagen 8). Se amplificaron con PCR la región ITS (Internal Transcribed Spacer, ITS1/ITS4) y parte del gen tef-1α (Translation Elongation Factor 1-alpha, EF1/EF2) (White et al., 1990; O'Donnell et al., 1998).

Las secuencias de los primers fueron: ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'), ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'), EF1 (5'-ATGGGTAAGGARGACAAGAC-3') y EF2 (5'-GGARGTACCAGTSATCATGTT-3').

Los productos amplificados se secuenciaron en Macrogen Inc. y se compararon con las bases de datos Fusarioid-ID y NCBI GenBank. Además, se realizaron análisis RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) in silico usando las enzimas de restricción Hha I, Hae III, Hinf I, Alu I y Hpa II (Rampersad, 2012).

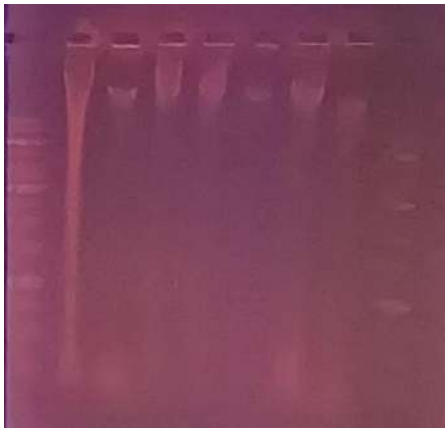


Imagen 8. Gel de calidad en agarosa.

Los subfragmentos obtenidos fueron comparados por peso molecular, lo que permitió diferenciar patrones entre los aislados. Este enfoque facilitó la discriminación de aquellos genéticamente idénticos respecto a los que mostraban variabilidad, lo cual, en conjunto con la comparación BLAST de las secuencias originales, permitió definir la identidad de los aislados hasta nivel de especie.

Estos resultados evidencian que la marchitez en chile no se debe a un solo agente causal, sino que está asociada a un complejo diverso de especies de Fusarium, cuya identificación precisa requiere la integración de caracteres morfológicos, moleculares y análisis de restricción in silico.

Resultados

Se obtuvieron seis aislados distintos de Fusarium spp. provenientes de las muestras recolectadas. Las características del micelio, como color (blanco algodonoso a rosado), textura (aérea o densa), velocidad de crecimiento y pigmentación del reverso, fueron registradas y se muestran en las Imágenes 5–7. Bajo el microscopio se observaron microconidios, macroconidios y clamidosporas, coincidiendo con descripciones taxonómicas reportadas para especies del género Fusarium.

El ADN extraído presentó buena integridad (Imagen 8) y permitió la amplificación de las regiones ITS y tef-1α. Las secuencias fueron analizadas en BLASTn (NCBI GenBank) y Fusarioid-ID, identificándose seis aislados con valores de identidad entre 98.6 y 100% con especies pertenecientes a los complejos Fusarium oxysporum, F. solani y F. equiseti.

El análisis RFLP in silico con las enzimas Hha I, Hae III, Hinf I, Alu I y Hpa II permitió distinguir patrones de restricción diferenciales entre los aislados, confirmando su diversidad genética. Estos resultados evidencian que la marchitez del chile no se debe a un solo agente causal, sino a un complejo diverso de especies de Fusarium spp.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que, aunque las estructuras reproductoras observadas bajo el microscopio presentaron similitudes en su morfología, estas permitieron distinguir un número limitado de especies de *Fusarium*, lo cual evidenció que la identificación basada únicamente en

características morfológicas resulta insuficiente para diferenciar con precisión los aislados.

Los resultados morfológicos y moleculares evidenciaron la presencia de al menos tres complejos filogenéticos de Fusarium asociados a la marchitez del chile. Aunque las observaciones microscópicas permitieron distinguir diferencias estructurales, el análisis molecular y los patrones de restricción in silico fueron determinantes para confirmar la identidad de los aislados. El análisis RFLP, complementado con BLAST y Fusarioid-ID, permitió discriminar entre aislados genéticamente distintos, confirmando la utilidad de combinar métodos morfológicos y moleculares para la identificación precisa del patógeno.

Aislado	Accesión GenBank	Especie asignada	Complejo taxonómico	% Identidad	Cobertura	E-value	Fuente
M2A	PV589000.1	Fusarium clavum	F. oxysporum species complex (FOSC)	99.7%	100%	0.0	GenBank + Fusarioid-ID
M29C	PV569106.1	Fusarium curvatum	F. incarnatum–equiseti species complex (FIESC)	99.5%	100%	0.0	GenBank + Fusarioid-ID
M21B	PV569105.1	Fusarium languescens	FIESC	99.3%	100%	0.0	GenBank + Fusarioid-ID
M20C	PV569104.1	Fusarium noneumartii	F. solani species complex (FSSC)	99.8%	100%	0.0	GenBank + Fusarioid-ID
M38C	PV555229.1	Fusarium nirenbergiae	FIESC	100%	99%	0.0	GenBank + Fusarioid-ID

M37A	PV555228.1	Fusarium falciforme	FSSC	100%	100%	0.0	GenBank + Fusarioid-ID

Los resultados BLAST confirmaron la coherencia entre las bases de datos GenBank y Fusarioid-ID, sin evidencia de secuencias quiméricas o contaminación cruzada. Los valores de identidad y cobertura superiores al 99% respaldan la asignación taxonómica de los aislados a sus respectivos complejos filogenéticos de Fusarium spp.

Bibliografía citada

Agrios, G. N. (2005). Plant pathology (5th ed.). Elsevier Academic Press.

Bosland, P. W., & Votava, E. J. (2012). Peppers: Vegetable and spice capsicums (2nd ed.). CABI Publishing.

Crous, P. W., Lombard, L., Sandoval-Denis, M., Seifert, K. A., Schroers, H. J., Chaverri, P., ... & Groenewald, J. Z. (2021). Fusarium: More than a node or a foot-shaped basal cell. Studies in Mycology, 98, 100116. https://doi.org/10.1016/j.simyco.2021.100116

Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). The Fusarium laboratory manual. Blackwell Publishing.

Nitschke, E., Nihlgård, B., & Varrelmann, M. (2009). Molecular studies on the diversity of Fusarium species causing head blight in Germany. Journal of Phytopathology, 157(1), 10–16.

O'Donnell, K., Kistler, H. C., Cigelnik, E., & Ploetz, R. C. (1998). Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. Proceedings of the National Academy of Sciences, 95(5), 2044–2049.

Rampersad, S. N., & Rampersad, S. (2012). Intraspecific differentiation of *Colletotrichum gloeosporioides* sensu lato based on in silico multilocus PCR-RFLP fingerprinting. *Fungal Biology*, 116(3), 226–238.

Sambrook, J., Fritsch, E. F., & Maniatis, T. (1989). Molecular cloning: A laboratory manual (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Weising, K., Nybom, H., Wolff, K., & Kahl, G. (2005). DNA fingerprinting in plants: Principles, methods, and applications (2nd ed.). CRC Press.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, & T. J. White (Eds.), PCR Protocols: A guide to methods and applications (pp. 315–322). Academic Press.

Zarrin, M., Erfanian, A., & Emami, T. (2016). Genetic diversity of Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici using molecular markers. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 49(5-6), 129–138.

Diversidad biológica de dos sistemas agroforestales en el semiárido guanajuatense

Rosa María García Núñez[1], Francisco de Jesús Reyes Sánchez[2]

Maestría en Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo.
rgarcian@chapingo.mx

Introducción

Las tierras bajo condiciones áridas y semiáridas sufren una mayor presión sobre los recursos naturales que ellas sustentan, estos se ven afectados por los asentamientos humanos, que practican actividades de recolección y agricultura de subsistencia (Burneo, 2013) con actividades agrícolas no sustentables que propician el deterioro del entorno, lo que afecta directamente los recursos naturales bióticos y abióticos (Bareiro, 2017).

Los sistemas productivos en las zonas secas caracterizados por suelos degradados que tienden a la desertificación a causa de las condiciones climáticas actuales y la disminución o perdida de especies vegetales, con manejo inadecuado presentan producciones deficientes que no alcanzan a cubrir las necesidades básicas de las comunidades rurales; de igual forma se disminuyen los servicios ecosistémicos, el control de la erosión, los refugios de la fauna silvestre, entre otros (Afzali, Khanamani, Maskooni y Berndtsson, 2021). Ante esto, es necesario llevar a cabo un manejo integrado del suelo, dando la oportunidad a los recursos naturales y a la sociedad de prevalecer en el mismo entorno (Restovich, Andriulo y Portela, 2018).

Ante esta problemática, los sistemas agroforestales son establecidos como una estrategia eficiente para el mejoramiento de los sistemas productivos en estas zonas (Mazo, Eliecer y Castro, 2016). Estos sistemas constituyen un modelo de gestión de la diversidad biológica que enriquece las características y atributos del agroecosistema lo que preserva su multifuncionalidad, al mismo tiempo genera beneficios socioambientales que favorecen el desarrollo rural, especialmente en zonas semiáridas (Lucio, 2021). En los sistemas agroforestales se establecen componentes, principalmente nativos de uso múltiple como árboles, arbustos y

herbáceas con cultivos agrícolas y animales que interactúan en la misma superficie bajo diferentes esquemas de plantación (Peri, Chará, Viñoles, Bussoní y Cubbage, 2024). Los sistemas agroforestales desarrollan un papel significativo dentro de la conservación de la diversidad biológica, además, desempeñan un papel crucial en la captura de carbono y como estrategias de adaptación al cambio climático (Lucio, 2021). Estos agroecosistemas ofrecen una alternativa viable de producción y conservación lo que ofrece múltiples beneficios a los habitantes de estas regiones para subsistir (Tamayo y Alegre, 2022). Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue evaluar el impacto de los sistemas agroforestales en un área alterada del semiárido guanajuatense los cuales forman parte de un sistema agroecológico en Vía Orgánica. En estos sistemas se implementaron diversas combinaciones de componentes como árboles, arbustos, animales y cultivos, los cuales contribuyen al sistema de manera integral, proporcionando bienes de consumo de forma escalonada durante todo el año, a la vez que generan servicios ambientales.

Objetivo

Caracterizar los sistemas agroforestales de acuerdo con el índice de agrobiodiversidad para explicar la composición y el funcionamiento de los componentes en los sistemas.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el rancho agroecológico Vía Regenerativa y Orgánica de México A. C., localizado al sur del municipio de San Miguel de Allende, Gto., entre las coordenadas geográficas 20° 48’ 51’’ y 20° 49’ 14’’ de latitud Norte y entre 100° 37’ 15’’ y 100° 37’ 39’’ de longitud Oeste (INEGI, 2010) con altitudes de 2,133 a 2,177 m. en dos sistemas agroforestales: el silvopastoril y el agrosilvopastoril. La caracterización de los sistemas agroforestales se realizó mediante recorridos de campo en los que se identificaron los principales componentes vegetales de cada sistema. Durante los recorridos de campo se identificó la composición vegetal de los sistemas donde se colectaron e identificaron las especies presentes, así como

sus funciones e importancia para los usuarios, así mismo, se evaluó el desarrollo vegetativo a través de la medición morfológica de algunos de sus atributos. En las especies arbóreas se evaluó altura, diámetro de copa y grosor del tallo, mientras que en suculentas se cuantificó número de pencas, así como el área de cobertura. Posteriormente se realizó un análisis de varianza seguido de una comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados

Composición vegetal de los sistemas agroforestales

La selección de los componentes para los sistemas agroforestales establecidos en Vía Orgánica se basó en la función específica de cada elemento de acuerdo a los requerimientos de los sistemas agroforestales del rancho agroecológico enfatizando en el uso de especies nativas.

Composición vegetal del sistema agrosilvopastoril

Los elementos vegetativos presentes en el sistema agrosilvopastoril son frutales y plantas nativas para su preservación, la familia más representada en el sistema fue la Poaceae con siete especies; una de maíz y seis especies de pastos, seguido de la Asparagaceae con cuatro especies de magueyes, la Fabaceae con tres especies, la Roseaceae y Cactaceae con dos especies cada una y otras familias como la Moraceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Oleaceae y Punicoideae están representadas con una sola especie, las métricas descriptivas se localizan en el Cuadro 1.

De los árboles establecidos en este sistema la mora (n = 16) fue la que presentó la mayor altura promedio con 3.16 m, en comparación con la granada (n = 7) que solo alcanzo una altura promedio de 1.54 m. El olivo (n = 38) fue la especie con mayor diámetro de copa y cobertura; 5.41 m y 24.32 m^2 respectivamente, en comparación con el ciruelo (n = 3) que apenas obtuvo un diámetro de copa de 0.78 m y una cobertura de 0.61 m^2.

Cuadro 1. Métricas básicas de los principales componentes frutales del sistema agrosilvopastoril.

	Altura (m)		Ø copa[x] (m)		Cobertura (m^2)	
	Media ± DE[z]	CV[y]	Media ± DE	CV	Media ± DE	CV
Mora	3.16 ± 0.54	17.24	4.75 ± 0.98	20.55	18.44 ± 7.56	40.99
Olivo	1.98 ± 0.42	21.17	5.41 ± 1.33	24.54	24.32 ± 12.42	51.08
Granada	1.54 ± 0.43	27.79	1.21 ± 0.38	31.44	1.26 ± 0.74	59.17
Ciruelo	1.79 ± 0.38	21.43	0.78 ± 0.52	66.43	0.61 ± 0.73	119.3

[z]DE: Desviación estándar, [y]CV: Coeficiente de variación (%), [x]Ø copa: Diámetro de copa

De acuerdo con los atributos morfológicos evaluados se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre los árboles; con respecto a la altura, la mora sobresale en comparación con el resto, mientras que, en el diámetro de copa y la cobertura, la mora y el olivo fueron estadísticamente similares pero contrastantes a la granada y el ciruelo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza de los atributos morfológicos de los árboles

	Altura (m)		Ø copa[z] (m)		Cobertura (m^2)	
	Media		Media		Media	
Mora	3.16	a	4.75	a	18.44	a
Olivo	1.98	b	5.41	a	24.32	a
Granada	1.54	bc	1.21	b	1.26	b
Ciruelo	1.79	c	0.78	b	0.61	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). [z]Ø copa: Diámetro de copa

Con respecto a las crasuláceas, los nopales (n = 48) presentaron 24 pencas, muy superior a los magueyes (n = 159) que solo tuvieron 7. En cuanto a la altura de los magueyes y los nopales presentes apenas superaron el medio metro con coberturas de 0.26 a 0.47 m^2 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Métricas básicas de los agaves y nopales establecidos en del sistema agrosilvopastoril.

	Altura (m)		Pencas		Cobertura (m^2)	
	Media ± DE[z]	CV[y]	Media ± DE	CV	Media + DE	CV
Nopal	0.65 ± 0.20	30.46	24.77 ± 16.23	65.50	0.47 ± 0.46	99.25
Agave	0.55 ± 0.22	39.77	7.74 ± 3.07	39.74	0.26 ± 0.27	104.62

[z]DE: Desviación estándar, [y]CV: coeficiente de variación (%)

Con respecto a las suculentas, en las tres evaluaciones realizadas se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$), la mayor diferencia se identificó en el número de pencas, mientras el agave se poda constantemente, los nopales, solo los tiernos son cosechados y eso también influye en la cobertura de estas plantas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza de los atributos morfológicos evaluados de las suculentas

	Altura (m)		Pencas		Cobertura (m^2)	
	Media		Media		Media	
Nopal	0.65	a	24.77	a	0.47	a
Agave	0.55	b	7.74	b	0.26	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Composición vegetal del sistema silvopastoril

El sistema silvopastoril es un sistema trashumante, integrado por árboles, arbustos, herbáceas, y cactáceas nativas de la región. El objetivo de este sistema, es proveer alimento para el ganado, por lo que está dominado por plantas herbáceas, las cuales han prevalecido a pesar de las alteraciones y se han enriquecido por los animales al trasportar semillas de un sistema a otro.

En este sistema se identificaron 90 especies vegetales distribuidas en 23 familias, de las cuales las más representadas fueron; Poaceae con 20 especies identificadas de la cuales destacan en su mayoría pastos; *Eleusine indica*, *Avena fatua* y *Rhynchelytrum repens*, entre otras; Asteraceae con 13 especies destacando *Artemisa campestris*, *Tagetes lucida*, *Heliantus petiolaris*, entre otras; Fabaceae con 10 especies, de las cuales con mayor representatividad están *Neltuma* sp., *Desmodium intertum*, *Mimosa monancistra*, entre otras; Asparagaceae (n = 181) con seis, de las cuales algunas son: *Agave americana*, *Agave mapisaga* y *Agave salmiana*; en cuanto a los nopales, fueron dos especies; *Opuntia joconostle* y *Opuntia* sp. con respecto a los arbustos se identificaron dos especies; *Acasia farnesiana* y *Mimosa* sp. y para los árboles, únicamente se encontró una especie, la cual fue el mezquite (n = 134).

En este sistema se establecieron agaves, los cuales tienen una altura media de 0.48 m y una cobertura de 0.25 m^2, mientras que los mezquites presentaron una altura media de 1.99 m, con un diámetro de copa y cobertura de 1.95 m y 3.28 m^2 respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Métricas básicas de magueyes y mezquites establecidos en el sistema silvopastoril

	Pencas		Altura (m)		Cobertura (m^2)	
Agaves	Media ± DE[z]	CV[y]	Media ± DE	CV	Media ± DE	CV
	7.96 ± 2.49	31.23	0.48 ± 0.15	30.39	0.25 ± 0.18	70.43
	Altura (m)		Ø copa[x] (m)		Cobertura (m^2)	
Mezquites	Media ± DE	CV	Media ± DE	CV	Media ± DE	CV
	1.99 ± 0.54	27.19	1.95 ± 0.61	31.09	3.28 ± 1.98	60.29

[z]DE: Desviación estándar, [y]CV: Coeficiente de variación (%), [x]Ø copa: Diámetro de copa

Conclusiones

En condiciones semiáridas los árboles regularmente son de porte bajo con un sistema radical bastante desarrollado para lograr sobrevivir, por ello el desarrollo de la parte aérea en algunas especies jóvenes fue muy deficiente en contraste con los árboles bien establecidos que ya empiezan a robustecer sus ramas y fustes.

La diversidad de los sistemas agroforestales está en función de los objetivos de establecimiento del propio sistema y la diversidad vegetal ya existente en los mismos, esto permite que se siga conservando la vegetación local y al mismo tiempo se aprovechan los recursos que las zonas semiáridas ofrecen permitiendo que establezca un mutualismo entre los elementos naturales y las comunidades rurales que se sitúan en las tierras semiáridas.

Bibliografía citada

Afzali, S. F., Khanamani, A., Maskooni, E. K. & Berndtsson, R. (2021). Quantitative assessment of environmental sensitivity to desertification using the modified MEDALUS model in a semiarid area. *Sustainability*. *13*, 7817. https://doi.org/10.3390/su13147817

Bareiro, L. R. (2017). Desarrollo rural en tierras secas. FEDIAP; Educación y Desarrollo, para el Medio Rural y su Gente. URL: http://fediap.com.ar/administracion/pdfs/Desarrollo%20Rural%20en%20Tierras%20Secas.pdf

Burneo, M. (2013). Elementos para volver a pensar lo comunal: nuevas formas de acceso a la tierra y presión sobre el recurso en las comunidades campesinas de Colán y Catacaos. *Antropológica* del Departamento de Ciencias Sociales, *31* (31), 15-41.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal. San Miguel de Allende, Guanajuato. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/11/11003.pdf

Lucio, C. (2021). Los sistemas agroforestales de los alrededores del Nevado de Colima. La importancia biocultural de un patrimonio amenazado. *Revista Paginas, 14*(34). https://doi.org/10.35305/rp.v14i34.584

Mazo, N. D., Eliecer R., J. y Castro, A. (2016). Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de Bosque seco Tropical en el suroccidente colombiano utilizando los sig. Cuadernos de Geografía: *Revista Colombiana de Geografía, 25* (1), 65-77.

Peri, P. L., Chará, J., Viñoles, C., Bussoní, A. & Cubbage, F. (2024). Current trends in silvopastoral systems. *Agroforestry Systems*. https://doi.org/10.1007/s10457-024-01093-5

Restovich, S., Andriulo, A. y Portela, S. (2018). Mezcla de cultivos de cobertura: aumento de la diversidad de especies y multibeneficios agroecosistémicos. http://hdl.handle.net/20.500.12123/2733

Tamayo O., C. V. y Alegre O., J. C. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra, 9*(1) e3287. https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287

Innovación productiva para el desarrollo sustentable en el municipio indígena de Xoxocotla, Morelos.

Alexander Martínez Hernández, Gerardo Noriega Altamirano, Sergio Cruz Hernández.

Área de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo. amartinezh@chapingo.mx gerardonorieg@gmail.com; sergiocruzhdz@gmail.com

Introducción

Morelos es una entidad con una extensión de 487,890 ha, representa el 0.2 % de la superficie de México. Cuenta con 36 municipios, Cuernavaca es la capital estatal. A la agricultura de riego y temporal se dedican alrededor de 166,731 hectáreas. De acuerdo con la información del SIAP 2023, en Morelos se tiene una superficie cosechada de 123,205.8 ha. Xoxocotla es un territorio del Preclásico inferior y medio (2300-400 a.C.), es el sitio arqueológico de Chalcatzingo que ayuda a entender la evolución cultural de la zona (Cyphers,1992). Los orígenes de Xoxocotla datan del periodo Preclásico medio y superior, que se ubica desde 1200 a.C. hasta el 200 de nuestra era, de origen Tlahuica o nahua, los tlahuicas formaron los pueblos de Cuauhnáhuac, Huaxtepec, Yautepec, Tlaquiltenango y Acapichtlan. El 5 de diciembre de 2017 se publicó en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad” órgano del Gobierno del Estado libre y soberano de Morelos el decreto 2,344 mediante el cual se da conocer la creación del municipio de Xoxocotla a partir de la comunidad indígena de Xoxocotla, separándose del municipio de Puente de Ixtla.

El municipio indígena de Xoxocotla es un pueblo originario, su nombre significa “lugar de los ciruelos”. El municipio se encuentra al suroeste del estado; su paisaje es la selva baja caducifolia de clima cálido. Se encuentra en las proximidades al lago de Tequesquitengo, se divide en cinco núcleos o colonias. Xoxocotla es un municipio con una extensión territorial de 6,170 hectáreas, tiene una altitud media de 700 msnm; se identifica un clima cálido subhúmedo con invierno poco definido, la sequía mayor se presenta al final del otoño, invierno y

principios de primavera, la precipitación pluvial registra un promedio de 930 milímetros y las lluvias se presentan en los meses de mayo y septiembre. Las localidades rurales principales son cuatro: (1) Rancho Inglés; (2) Campo los Sauces; (3) Tierra Alta; (4) Apotla. En Xoxocotla el maíz de temporal ocupa 49 hectáreas, con un rendimiento medio de 3.5 ton/ha; mientras que el maíz de riego se cultiva en 16 ha, con un rendimiento medio de 4.2 ton/ha. Las principales actividades productivas son el cultivo de maíz, huertos familiares con plantas medicinales, ornamentales, condimenticias, de uso ritual y forrajeras. Las tierras ejidales de Xoxocotla alcanzan una superficie territorial de 3,950 hectáreas, 2,425 son de temporal, 312 hectáreas son de riego y 1,213 hectáreas son pastizales. En el paisaje rural se encuentra maíz; caña de azúcar que abastece al ingenio Zacatepec; cacahuate que se comercializa localmente.

El objetivo de este trabajo es difundir la calidad del suelos y acciones del municipio de Xoxocotla como un ejercicio para atender a los Pueblos Originarios mediante la transferencia tecnológica en el contexto de la agricultura orgánica, se presentan las bases para una alternativa en la construcción del desarrollo rural a partir de un enfoque orgánico, donde la producción agrícola en la parcela apoyada con el traspatio son clave para la producción de alimentos, nutrición y de opciones productivas en las localidades rurales y suburbanas pobres de Morelos.

Materiales y Métodos

La Región de Sur de Morelos se integra por 7 municipios, que son: (1) Xoxocotla; (2) Jojutla; (3) Puente de Ixtla; (4) Tlaltizapan; (5) Tlaquiltenango; (6) Zacatepec de Hidalgo; (7) Amacuzac.

Cartografía de la calidad de suelos. La metodología para la cartografía regional ocupó una estación de trabajo ACPI x64-based PC con las siguientes características: Microsoft Windows 10 Home Single Language, TRIAL VERSION, tipo de CPU 2x Quad Core Intel Xeon W5580, 3333 MHz (25 x 133), Dell Precision Work Station T7500, disco de estado sólido. Con el objetivo de delimitar la calidad

del suelo para un manejo agronómico sustentable por sitio específico, se utilizaron puntos georreferenciados de 118 perfiles de suelos y 250 análisis de suelos que cubrieron el territorio estatal; los resultados de los análisis químicos de suelos fueron interpolados con el análisis geoestadístico Kriging para generar mapas del municipio en formato raster, la interpolación generó un mapa de las variaciones de materia orgánica, pH y CIC. La integración de estas propiedades mediante un Sistema de Información Geográfica incluyó capas de información utilizando el software ArcMap 10.3, donde se sobrepusieron las capas de la división municipal, edafología y municipios; la calidad de los suelos auxilia para explicar los bajos rendimientos en el cultivo de maíz en condiciones de temporal. El esquema metodológico siguió los criterios de Henríquez et al. (2005), Villatoro et al. (2008), Henríquez et al. (2013).

Resultados y Discusión

Calidad de los suelos en Xoxocotla, Morelos. La calidad de suelo es la capacidad para funcionar de manera óptima para sostener la producción agrícola, forestal y de los ecosistemas en general, se evalúa con indicadores físicos, químicos y biológicos, como el pH, materia orgánica, Capacidad de Intercambio Catiónico, otros. Que revelan la fertilidad del suelo.

Reacción del suelo. En el territorio que nos ocupa los suelos tienen un pH alcalino, el pH supera el valor de 7.4; alcalinidad significa que existe una concentración de bicarbonatos y carbonatos en la solución del suelo, estos iones reaccionan con el agua generando OH. La disponibilidad es un concepto que refiere la facilidad con que la planta logra obtener un nutrimento, aunque en el sistema suelo, la absorción continua de un nutrimento de la solución del suelo, depende de la velocidad con que éste se abastece desde la fase sólida. El caso de los suelos alcalinos, la baja disponibilidad del fósforo se explica porque el $CaCO_3$ inmoviliza al ion fosfato; entonces, cuando se incorporan fertilizantes, los fosfatos pasan a formas menos solubles por precipitación y adsorción. En los suelos alcalinos es frecuente

la deficiencia de hierro, se manifiesta por una clorosis férrica, así como la baja disponibilidad de fósforo, fierro, zinc, manganeso, cobre y boro (Fassbender y Bornemisza, 1987). En estas condiciones debe evitarse el uso de fertilizantes alcalinizantes, la incorporación de materia orgánica mejora reduce el pH y mejora la disponibilidad de nutrientes y no se debe descuidar la fertilización con hierro, mínimamente.

El caso que nos ocupa el fósforo es inmovilizado por varios procesos, se recomienda aplicarlo en banda sencilla o doble, reduciendo el contacto del fósforo con las partículas de carbonato de calcio. Es frecuente la deficiencia de hierro, se manifiesta por una clorosis férrica, es frecuente en esos casos la incorporación de azufre elemental que, al ser aplicado al suelo, sucede la oxidación microbiológica, donde se transforma el sulfato en condiciones aeróbicas, ello ayuda a disminuir el pH del suelo (Navarro, 2003). Bajando el pH se consigue que muchos de los elementos que existen en el suelo estén asimilables para la planta, de manera que el costo económico de las enmiendas se recupera con el ahorro en fertilizantes y el aumento de la producción. En estos suelos se recomienda incorporar mejoradores, que son productos que se aplican al suelo para producir cambios y mejorar la eficiencia en las funciones del suelo, desde el punto de vista nutrimental.

Materia orgánica. Un suelo tiene una fertilidad biológica alta cuando los microorganismos edáficos mineralizan la materia orgánica y liberan nutrientes inorgánicos. El nivel de materia orgánica en la región revela que la actividad biológica se encuentra suprimida, en el suelo el nivel es bajo. Para mantener la fertilidad de los suelos se recomienda incorporar materia orgánica humificada: composta, lombricomposta y sustancias húmicas, para mejorar el drenaje y la aireación de los suelos, además los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos; estos compuestos son estimulan la formación de raíces al acelerar la diferenciación del punto de crecimiento, además la materia contiene C, Ca, Mg, Mn, Cu y Zn (Moreno, 2008).

Capacidad de Intercambio Catiónico. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es un parámetro que mide la cantidad de cargas negativas que existen en la superficie de los minerales que tiene el suelo, así como la de los compuestos orgánicos del suelo, como la materia orgánica y las sustancias húmicas. En general el nivel de la CIC es alto. El planteamiento tecnológico recomienda la incorporación de materia orgánica y minerales no metálicos ricos en silicio, con ello se mejoran las condiciones de acidez en el suelo, se promoverá la colonización por microorganismos simbióticos, como bacterias y hongos.

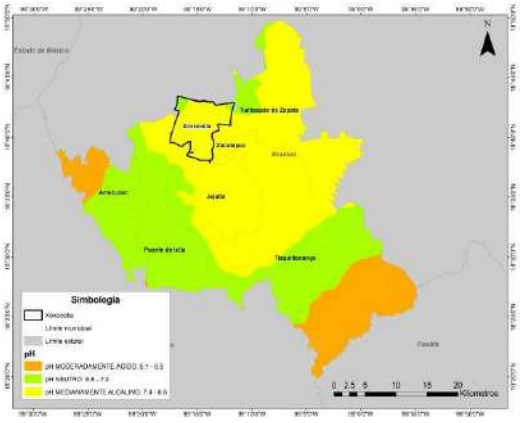


Figura 3. Distribución espacial del pH de los suelos en el municipio de Xoxocotla, Morelos.

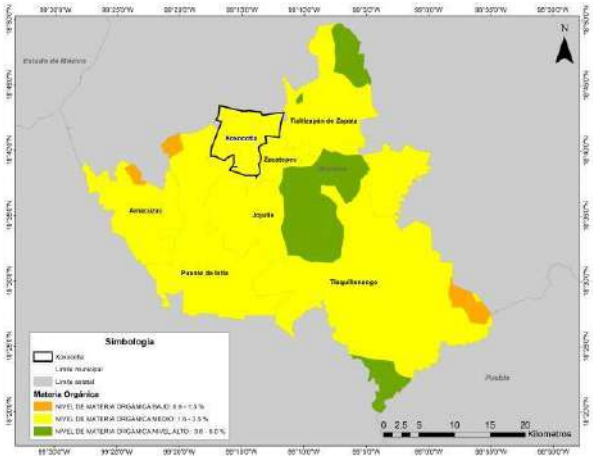


Figura 4. Distribución espacial de la materia orgánica en los suelos del municipio de Xoxocotla, Morelos.

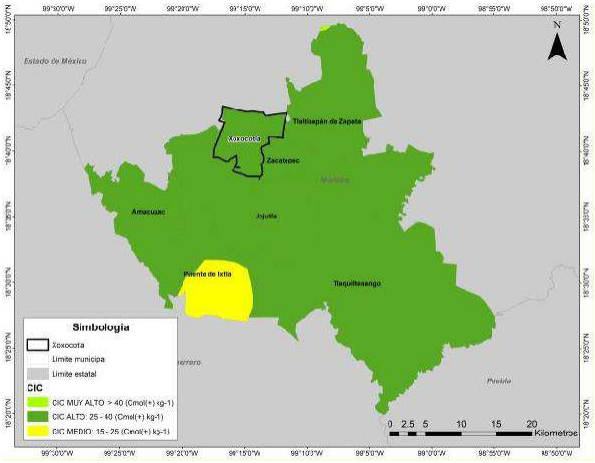


Figura 5. Distribución espacial de la capacidad de intercambio catiónico en los suelos del municipio de Xoxocotla, Morelos.

En Morelos, así como en varios países del mundo, el costo social por el deterioro ambiental de los suelos es alto: el abandono del campo, la pobreza, la migración, el desempleo, la desnutrición son la expresión del sector rural; así el equipo de trabajo que oferta la presente propuesta, consiente de la dimensión ambiental actual identifica a los recursos naturales como una fuerza estratégica de crecimiento, por ello se promueve la línea de acción Milpa-traspatio como una estrategia de producir alimentos protegiendo al ambiente. En los suelos agrícolas que nos ocupan la parte a resolver es la rizosfera, región inmediata a la superficie de la raíz con el suelo, en esa película sucede la interacción entre los microorganismos y la planta. El sistema radicular produce exudados al sistema suelo, son compuestos, como: azúcares, aminoácidos, vitaminas, carbohidratos, enzimas y otros metabolitos que al romperse la célula se liberan al suelo. Así se enriquece al suelo con carbono vía exudados.

Los datos del SIAP 2023, indican que el municipio de Xoxocotla, Morelos, reportó una superficie cosechada de 87 ha. El maíz para grano es de 49 hectáreas de temporal, equivalente al 56.32% de la superficie cosechada, con un rendimiento medio de 3.5 ton/ha; el maíz grano de riego con 16 ha significa el 18.39% del área cultivada. El Cuadro 2 ofrece información de los cultivos a nivel municipal.

Cuadro 2. Superficie cosechada de los cultivos representativos en el municipio de Xoxocotla, Morelos. 2023.

Cultivo	Cosechada (ha)	%	Rendimiento
Maíz grano (Temporal)	49.0	56.32	3.5
Maíz grano (Riego)	16.0	18.39	4.2
Calabacita	9.0	10.34	14.7
Mango	8.0	9.20	15.7
Naranja	5.0	5.75	28.1
Total (ha)	**87.0**		

La propuesta se orienta al manejo agronómico orgánico, elevar rendimientos y disminuir costos de producción, partiendo de un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de cada predio, impulsando líneas de acción: (1) labranza de restauración; (2) diagnóstico de la fertilidad de suelos y una nutrición vegetal balanceada atendiendo la abonadura al suelo y la fertilización foliar con nutrientes, aminoácidos, inductores de resistencia y sustancias fisiológicamente activas; (3) priorizar la restauración de la capacidad productiva de los suelos, mediante la corrección del pH, elevar el contenido de materia orgánica, rompimiento de la compactación de suelo, el mejoramiento de la Capacidad de Intercambio Catiónico, la inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre, micorrizas, hongos entomopatógenos y actinomicetos; (4) siembra de precisión para el mejor aprovechamiento de la radiación solar; (5) manejo biológico de plagas y enfermedades haciendo uso de microorganismos, elementos halógenos y biopreparados; (6) prácticas de restauración y conservación de suelos y aguas; (7) monitoreo continúo del cultivo; (8) parcelas demostrativas y de seguimiento; así como capacitación a extensionistas, productores y lideres tecnológicos.

Conclusiones

La técnica de interpolación utilizada permite conocer la distribución espacial del pH, materia orgánica y CIC en los suelos agrícolas de Morelos, particularmente en Xoxocotla. Los suelos estudiados tienen pH alcalino y un bajo contenido de

materia orgánica, se encuentran en un proceso degradativo, por ello se deben diseñar y proponer estrategias de manejo agronómico, donde se incluya la incorporación de enmiendas orgánicas, esto contribuirá al mejor desarrollo de las bacterias y actinomicetos quienes prosperan en un pH neutro y ligeramente alcalino, incluso la materia orgánica por su carga negativa puede absorber y retener a los microorganismos.

La alcalinidad de los suelos explica que los cultivos manifiesten clorosis férrica y de zinc; el hierro, manganeso, cobre y zinc tienden a insolubilizarse en forma de hidróxidos, en condiciones alcalinas es escaso su aprovechamiento. Además, la disponibilidad de fósforo en pH superiores a 7.5 es limitada, el fósforo precipita por el exceso de calcio. La fertilización foliar debe implementarse.

La fertilización foliar es una estrategia para atender disponibilidad, absorción y distribución de nutrientes esenciales en el crecimiento y rendimiento de los cultivos, que pueden ser factores limitantes para la producción. Se reconoce que el cultivo de maíz responde favorablemente a la aplicación de micronutrientes, por ello tal recomendación.

Se recomienda transitar hacia el manejo orgánico, los suelos alcalinos necesitan que se incorpore materia orgánica que en su proceso de humificación se le incorpore azufre, eso ayudará a mejorar la disponibilidad de nutrientes y reducir el pH. Además, en la remineralización del suelo la incorporación de yeso como enmienda es debe ser otro componente.

Bibliografía

Cyphers Guillén, A. (1992). Chalcatzingo, Morelos. Estudio de cerámica y sociedad. Instituto de Investigaciones Antropológicas. INAH: México.

Fassbender, H. W. y E. Bornemisza. (1987). Química de suelos con énfasis en América Latina. IICA. San José, Costa Rica.

Henríquez, C., Killorn, R., Bertsch, F. y Sancho, F. (2005). La Geostadística en el estudio de la variación espacial de la fertilidad del suelo mediante el uso del interpolador Kriging. *Agronomía Costarricense*. 29(2). 73-81.

Henríquez, C., Méndez, J., y Masís, R. (2013). Interpolación de variables de fertilidad de suelo mediante el análisis Kriging y su validación. *Agronomía Costarricense*. 37(2). 71-82.

Moreno Casco, J. y R. Moral H. (2008). Compostaje. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

Navarro, G. (2003). Química agrícola. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

Villatoro, M., Henríquez, C., y Sancho, F. (2008). Comparación de los interpoladores IDW y Kriging en la variación espacial de pH, Ca, CICE y P del suelo. *Agronomía Costarricense*. 32(1). 95-105.

Efecto de la nubosidad en ciclo agrícola 2025 en la producción y calidad nutricional del maíz forrajero en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México.

Gerardo Noriega Altamirano, Alexander Martínez Hernández, Sergio Cruz Hernández.

Área de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo. gerardonorieg@gmail.com; amartinezh@chapingo.mx; sergiocruzhdz@gmail.com

Introducción

El mundo necesitará más alimentos para el 2050, la apuesta es identificar nuevos sistemas de producción con sustentabilidad para impulsar la producción de alimentos, bioenergía y bioproductos, además de abatir gases de efecto invernadero, donde la fotosíntesis, proceso que transforma la luz solar en carbohidratos es estratégica, cuyos trabajos en los cultivos describen condiciones de tasas fotosintéticas en estado estable y saturadas de luz. Esa es la importancia de identificar el riesgo climático, su impacto en la economía y en sectores como la agricultura, por ejemplo, un evento La Niña se vincula con veranos húmedos, lo que significa nubosidad en el altiplano mexicano (Magaña et al., 2003).

La radiación solar al cruzar la atmósfera encuentra nubes, sufriendo cambios por tres procesos: absorción, difusión y reflexión, disminuyendo la cantidad de insolación, donde la difusión ocurre por las moléculas de gas, las partículas sólidas y líquidas en suspensión en la atmósfera (Rogers, 1977). En un día nublado, la luz que llega a la superficie de la Tierra tiene diferentes longitudes de onda incluyendo la luz visible entre 400 y 700 nanómetros (nm), donde se dispersa más la luz azul por poseer longitudes de onda más cortas que la luz roja, la nubosidad favorece que la intensidad de la longitud de onda azul en el flujo fotónico que llega a la superficie terrestre sea menor que en un día despejado. Los cambios futuros en la cobertura de nubes variarán regionalmente, habrá zonas donde se incremente la concentración de aerosoles por los incendios forestales y la contaminación

industrial, entonces las nubes y los aerosoles incrementarán la fracción difusa y modificarán la composición espectral de la radiación solar incidente, afectando la fotosíntesis y la productividad de los ecosistemas y agroecosistemas. Estos fenómenos explican como la luz solar que reciben las plantas se ve afectada por la nubosidad (Karami et al., 2025), la calidad de la luz, entendida como la distribución espectral de los fotones incidentes en el rango de 400 a 700 nm debe considerarse en la producción de biomasa, la cual se conoce como radiación fotosintéticamente activa, radiación requerida en la fotosíntesis.

La fotosíntesis es la reacción entre el dióxido de carbono y el agua en presencia de luz para producir carbohidratos y oxígeno, la velocidad es función de la cantidad y calidad de luz; la calidad indica el color o la longitud de onda. La radiación solar de interés fotosintético es la luz visible (380 a 780 nm), la fotosíntesis es más eficiente con luz azul respondiendo al crecimiento vegetativo y de las hojas; la luz roja regula la floración y producción de frutos. Plantas como el maíz tienen un ciclo C4, conocido como ciclo de los ácidos dicarboxílicos o ciclo de Hatch y Slack (Taiz y Zeiger, 2006; Azcón y Talón, 2008). El proceso recibe el CO_2 atmosférico, lo procesa en malato, metabolito, las plantas C4 presentan tasas fotosintéticas de fotosíntesis superiores a las plantas C3, son de mayor productividad y requieren un mínimo diario de 6 horas de radiación global directa, por las hojas absorben fotones de luz azul para promover el crecimiento vegetativo; la luz roja, en interacción con la azul inciden en la floración y fructificación.

La fotosíntesis la realizan las células fotoautotróficas, quienes mantienen en equilibrio las reacciones fotosintéticas: captura de energía luminosa, conversión de energía química y producción de carbohidratos. En la naturaleza, la intensidad de la luz varía con las estaciones del año, la fluctuación diaria de la intensidad de la luz por efecto de la nubosidad y otros factores ambientales (Nikkanen y Rintamäki, 2019), se ha reportado una disminución en la biomasa de las raíces y en el volumen radicular en maíz cuando se cultiva en condiciones de baja proporción entre la luz roja y el rojo lejano, en relación a plantas cultivadas en altas proporciones de estas

frecuencias (Blanco et al., 2015)

El cambio climático y los fenómenos meteorológicos asociados integran los riesgos naturales para los agricultores, quienes adaptan tecnologías apropiadas para la mitigación de acontecimientos meteorológicos: sequías, inundaciones y calor extremo que disminuyen la producción de alimentos. Los días nublados disminuyen la intensidad de la luz solar por dispersión y reflexión incrementando la luz difusa con efectos adverso en los cultivos, en la agricultura a mayor radiación global, mayor es la cantidad de luz que las clorofilas absorben e incrementan la tasa fotosintética. Los días nublados en el verano reducen la tasa de asimilación de CO_2 afectando la eficiencia fotosintética propia de un día soleado. La producción de alimentos puede verse afectada por este meteoro, ello obliga a asociar las condiciones climáticas cambiantes y su relación con la fotosíntesis y los cultivos para auxiliar a la seguridad alimentaria.

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es una planta C4 adaptada a ambientes de alta radiación solar, son plantas de alta eficiencia fotosintética, las clorofilas absorben radiación azul y roja, por la fotosíntesis produce glucosa, posteriormente se convierte en adenosín difosfato glucosa (ADP-glucosa) precursor para la síntesis de almidón, este proceso se intensifica en el llenado del grano, el almidón en una fuente importante de energía en el ensilaje. Conforme se incrementa la intensidad de la luz, la tasa de fotosíntesis aumenta hasta alcanzar un punto de saturación, donde la tasa de fotosíntesis ya no se eleva, el maíz es eficiente en la utilización de altas intensidades de luz, particularmente en el verano, lo que explica su alta productividad, sin embargo cuando suceden las altas intensidades de luz. El cultivo de maíz (*Zea mays*), planta de la familia de las gramíneas, produce carbohidratos a partir del metabolismo con fotosíntesis tipo C4, posee una alta tasa de fotosíntesis neta en condiciones de alta temperatura e intensidad de luz, asimila el CO_2 atmosférico, lo convierte en carbohidratos y transforma en biomasa.

En el futuro habrá que comprender con mayor profundidad el comportamiento de la radiación a nivel foliar y sus secuelas en la fotosíntesis,

porque cuando la luz difusa llega a una hoja, los fotones son reflejados, transmitidos o absorbidos por los constituyentes de la hoja, que para el caso de la luz difusa en las hojas de maíz que no son perfectamente lisas, poseen pequeñas irregularidades por la presencia de los tricomas favoreciendo que la luz se disperse cuando incide sobre la lámina foliar, sumado a que la radiación difusa tiene ángulos de incidencia altos, se refleja más, además hay efectos por orientación de las hojas (Durand et al., 2021).La producción de fotosíntesis con una baja intensidad de luz reduce el rendimiento.

El maíz forrajero (*Zea mays* L.), se distingue por su alto rendimiento de materia seca, contenido energético, alta digestibilidad características de un alimento valioso para la producción animal (Jafarikouhini et al., 2020). Se buscan materiales con buenos niveles de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), digestibilidad de la fibra detergente neutra (FDN), por ello es importante identificar los factores que influyen en la tasa de fotosíntesis que se asocia a la producción de materia seca. En la producción comercial de maíz forrajero se busca un alto volumen de forraje, un contenido de fibra cruda igual o superior a 18 %, un contenido de nutrientes digestibles totales superior a 70 % en base seca que se utiliza como fuente de energía en la alimentación animal. Esta nota técnica difunde que el ambiente lumínico afecta la fotosíntesis, el crecimiento y el rendimiento de la producción de materia seca en el cultivo de maíz forrajero.

Materiales y métodos

Este estudio ofrece información de campo de dos años de cultivo (2024 y 2025) en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. La siembra se programó del 15 al 20 de marzo del 2024 y del 2025 utilizando el material Dekalb. El calendario de riego fue al día siguiente de la siembra 15, 28, 45, 70, 95 días después de la siembra. La cosecha se realizó cuando la línea de leche presentó un avance de 1/3 en el grano. La parcela tuvo arreglo espacial entre surcos de 80 cm, la distancia entre plantas de 15 cm, con una densidad de población de 83,250 plantas /ha; la parcela experimental fue cuatro surcos de 0.80 x 8.0 m, la parcela útil se integró por los dos

surcos centrales y 6 m de largo; el estado fenológico del maíz para evaluar la calidad del forraje en base seca fue en estado lechoso-masoso, cortadas a los 140 días. Se acudió a la Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR) técnica rápida, no destructiva, alternativa a la química húmeda convencional, económica, respetuosa con el medio ambiente, confiable y reproducible para analizar y cuantificar la composición nutricional y química del maíz para ensilaje, así se identificó la composición química y nutricional de maíz forrajero. En las muestras se analizaron y cuantificaron: peso de materia seca (PS), proteína cruda (PC), digestibilidad, fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), almidón (%). Esta información revela la composición nutritiva del ensilado de maíz: proteína, almidón y fibras.

Resultados

Radiación solar

En el Valle del Mezquital, Hidalgo se tiene una insolación promedio anual de 437.5 Cal/cm2/día, mientras que la luz visible en promedio es de 197 cal/cm2/día. A partir de mayo del 2025 se presentó un descenso en la tasa de insolación, que para junio descendió 17%, abatimiento que ha continuado hasta el mes de agosto, lo cual ha impactado en la eficiencia fotosintética del cultivo de maíz.

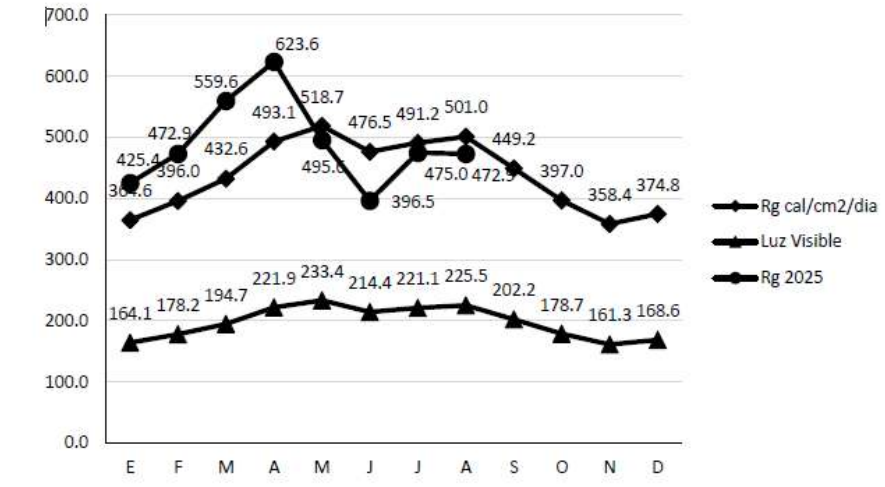


Figura 1. Comportamiento promedio anual de la insolación y la luz visible en el Valle del Mezquital, Hidalgo

Producción de forrajes. El forraje de maíz del ciclo agrícola 2025 tuvo variaciones con respecto al material del ciclo agrícola 2024 en las variables agronómicas en peso de materia seca que disminuyó 4.78%, mientras que el contenido de almidón se abatió 13.81%.

Cuadro 1.-Resultados del análisis de Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR) de la composición química y nutricional de maíz forrajero.

#	PARÁMETROS	2024	2025	diferencia
1	materia seca en % (MS)	30.46	25.68	4.78
2	humedad (%)	69.54	74.32	
3	proteína cruda en % (PC)	6.90	7.20	
4	fibra detergente ácida	24.19	32.91	
5	fibra detergente neutra (FDN)	38.27	53.65	
6	extracto etéreo (%)	2.79	2.19	
7	cenizas (%)	5.99	6.52	
8	almidón (%)	28.88	15.07	13.81

Discusión de resultados

El ensilaje de planta entera de maíz (*Zea mays* L.) se utiliza para la suplementación en los sistemas intensivos de producción animal lecheros, se busca que el contenido de almidón y de la materia seca en el ensilaje de maíz sea próximo al 30%, el ensilado fresco de maíz llega a tener menor digestibilidad del almidón, particularmente cuando se cosecha por encima del 35 % de materia seca. En el ciclo 2025 se identifica un alto contenido de humedad, lo que se convierte en un riesgo por la potencialmente alta población de microorganismos: bacterias, levaduras y mohos, este nivel de humedad es aeróbicamente inestable en la fase de extracción del alimento del silo donde se almacena por la población de levadura nativas. Los resultados en 2025 revelan un bajo contenido de almidón (glucosa), carbohidrato que es la fuente más importante de energía disponible en el ensilado, con valores que descendieron al 15%, que se asocian a un bajo contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN) que corresponde al contenido total de fibra, incluyendo lignina, celulosa y hemicelulosa, componentes de las paredes celulares de las plantas de maíz. Es importante el contenido de almidón en el ensilado por aportar nutrientes

digestibles en la alimentación del ganado lechero, por ello en la producción de maíz forrajero es valioso formar más almidón en una planta, lo cual depende de las condiciones de fotosíntesis y la actividad enzimática de biosíntesis del almidón que se alcanza con la nutrición vegetal equilibrada, acceso adecuado a luz y CO_2, además del suministro y manejo del agua y el suelo. El almidón es el carbohidrato más abundante en la naturaleza, sintetizado durante la fotosíntesis.

En condiciones de riego el agua no es limitante, la radiación solar diaria interceptada define la tasa de crecimiento del cultivo, mientras que la temperatura determina la duración del crecimiento. A mayor tasa de radiación, mayor fotosíntesis. Las plantas C4 en días nublados son afectadas en la tasa de fotosíntesis. Un factor importante que influye en la fotosíntesis, por consiguiente, en la captación de CO_2 por parte del cultivo de maíz forrajero es la disponibilidad de luz. La conversión de CO_2 por el maíz forrajero se incrementa con la radiación solar. Los resultados revelan que el maíz forrajero tiene una mejor conversión de CO_2 en años soleados, en un año con días nublados abundantes, se incrementa la luz difusa y disminuye la producción de almidón.

Estos fenómenos meteorológicos adversos enfrentan a los productores agrícolas con mayor frecuencia a riesgos climáticos con pérdidas en el rendimiento de sus cultivos, los agricultores para combatir este riesgo por nubosidad deben explorar la búsqueda de un seguro de indemnización distinto al tradicional de episodios catastróficos. Este escenario de riesgo climático se incrementará con el cambio climático, entonces deberá contratarse algún instrumento financiero diseñado para mitigar los riesgos financieros asociados con condiciones climáticas adversas, se debe identificar un seguro por nubosidad para reducir los peligros climáticos que causan bajos rendimientos en la calidad del maíz para ensilaje.

En escenarios de días nublados es recomendable trabajar en la aplicación de tierras raras, como Itrio (Y) para conocer el efecto de la emisión de las frecuencias que se asocian a la luz azul, para explorar los efectos sobre el crecimiento y metabolismo de las plantas. Esto es un atrevimiento hacia la nanobiónica vegetal, campo

prometedor que se ocupa de las interacciones entre las nanopartículas, la estructura subcelular de las plantas con la nanotecnología y la agronomía.

Conclusiones

Durante el ciclo agrícola 2025, en el periodo de mayo, junio, julio y agosto se presentó nubosidad que redujo en el mes de junio 17% la insolación en el Valle del Mezquital, Hidalgo, lo que afectó el rendimiento del maíz forrajero y la calidad nutricional. La calidad del maíz forrajero es modificada por el efecto que tiene el ambiente nublado sobre la fisiología de la planta.

Ante una pérdida en el rendimiento en la producción de forrajes por la nubosidad, se debe explorar el desarrollo de un seguro agrícola o derivado meteorológico como instrumento financiero que pudieran utilizar los agricultores para protegerse del riesgo de pérdidas relacionadas con el clima.

Bibliografía

Azcón Bieto J. y M. Talón. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal. Mc Graw Hill. Publicaciones i Edicions Universitat de Barcelona. Madrid, España.

Blanco, Yaisys, Maha Afifi, C. J. Swanton. (2015). Efecto de la calidad de la luz en el cultivo del maíz: una herramienta para el manejo de plantas arvenses. Cultrop vol.36 no.2. La Habana abr.-jun. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200009.

Durand, Maxime, E. H. Murchie, A. V. Lindrors, O. Urban, P. J. Aphalo, T. Mattehew R. (2021). Diffuse solar radiation and canopy photosynthesis in a changing environment.

Agricultural and Forest Meteorology. Volume 311,15 December 2021, 108684. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108684

Karami, Shima, B. Shiran y R. Ravash. (2025). Molecular investigation of how drought stress affects chlorophyll metabolism and photosynthesis in leaves of C3 and C4 plant species: A transcriptome meta-analysis. Heliyon Volume 11, Issue 3, 15 February 2025, e42368. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42368.

Jafarikouhini, Nahid, S. Abdolreza K., T. R. Sinclair. (2020). Sweet corn nitrogen accumulation, leaf photosynthesis rate, and radiation use efficiency under variable nitrogen fertility and irrigation. Field Crops Research. Volume 257, 15 October 2020, 107913. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107913.

Magaña, V., J.Vázquez, J.L. Pérez, J.B Pérez. (2003). Impacto de El Niño en la precipitación en México. Geofísica Internacional.10(3):290-298. https://www.redalyc.org/pdf/568/56842304.pdf

Nikkanen Lauri, Eevi Rintamäki. (2019). Chloroplast thioredoxin systems dynamically regulate photosynthesis in plants. Biochemical Journal Volume 476, Issue 7, 15 April 2019, Pages 1159-1172. https://doi.org/10.1042/BCJ20180707.

Rogers,R.R. (1977). Física de las nubes. Editorial Reverté. Barcelona, España.

Taiz L. y E. Zeiger. (2006). Fisiología vegetal. Volumen I. Publicacions de la Universitat Jaume. Castellló de la Plana, España.

Caracterización de la microbiota bacteriana de maíz en suelos con distinto manejo de fertilización

Quetzalli Abigail Velázquez Durán[1], Gerardo Noriega Altamirano[2], Jaime García Mena[1*], Yair Cruz Narváez[3*]

[1]Departamento de Genética y Biología Molecular, Cinvestav.
[2]Universidad Autónoma Chapingo
[3]Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Superior de Ingeniería Químicas e Industrias Extractivas.
*ycruzn@ipn.mx, jgmena@cinvestav.mx

Introducción

El uso de fertilizantes químicos ha permitido aumentar la productividad de los cultivos. Sin embargo, su uso excesivo provoca problemas ambientales, como acidificación de suelos, emisión de gases de efecto invernadero, eutroficación de cuerpos de agua, disminución de la biodiversidad microbiana, entre otros (Chen *et al.*, 2021). Las comunidades microbianas edáficas cumplen múltiples funciones ecológicas: reciclaje de nutrientes, secuestro de carbono, retención de agua y protección vegetal (Vincze *et al.*, 2024); la diversidad de microorganismos del suelo se relaciona con funciones ecológicas potenciales y mayor resiliencia en los microecosistemas. Esta diversidad es afectada por factores ambientales, como pH, salinidad, temperatura y relación C-N. Un factor ambiental importante es la diversidad vegetal y la distancia a la rizosfera; las raíces de las plantas son hábitat para los microorganismos al producir exudados ricos en nutrientes (Vincze *et al.*, 2024).

Algunos microorganismos forman interacciones benéficas con las plantas que incrementan el rendimiento de los cultivos, como las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), un grupo de bacterias edáficas que colonizan la rizosfera y fomentan la productividad de las plantas por fijar N_2 atmosférico, producir sideróforos (sustancias de bajo peso molecular, quelantes de hierro), hormonas promotoras del crecimiento vegetal, y solubilizar minerales y nutrientes como P, K y Zn (Chen *et al.*, 2021). Muchas de las funciones benéficas para las plantas que

presentan las PGPR se encuentran codificadas en plásmidos, que son elementos genéticos transferibles de forma horizontal entre microorganismos. La transferencia horizontal de genes ocurre entre microorganismos de la misma especie e incluso entre organismos pertenecientes a reinos distintos (Vincze *et al.*, 2024).

Comprender la complejidad de los sistemas suelo-microbioma-planta es fundamental para el desarrollo de la agricultura sustentable. El presente trabajo contribuye al conocimiento del microbioma del suelo asociado al maíz a través de la caracterización de la estructura y composición a nivel phylum y género de las comunidades bacterianas.

Materiales y métodos

Bajo condiciones controladas, se estableció un cultivo de maíz (*Zea mays)* Dekalb 2069 en un invernadero del Campo Agrícola Experimental “San Ignacio” de la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México (19°29’23”N, 98°53’37”O, 2252 msnm). Se excavaron zanjas de 0.8 x 0.3 x 20 m, en las que el suelo fue acondicionado para elevar el nivel de materia orgánica al 16.5%. Posteriormente, las zanjas fueron sembradas con maíz Dekalb 2069 a 5 cm de profundidad y 20 cm entre semillas. Para facilitar la emergencia de las plántulas, se agregó una capa de composta orgánica sobre las zanjas sembradas y se utilizó riego por goteo.

Después de la germinación, seis días después del establecimiento del cultivo, se aplicaron cuatro tratamientos de fertilización: fertirriego (F); fertilización química con Urea, $(NH4)_2HPO_4$, y K_2SO_4 (FQ); fertilización foliar (FF) con tres fertilizantes orgánicos comerciales: biochapin-aminoácidos (BA), biochapin-consorcio-microbiano (BM), y biochapin fertilizante-foliar (BFF); fertilización química y fertilización foliar (FQ + FF); y Control.

Se arrancaron las plantas de maíz en la etapa reproductiva R2, cuando los granos son blancos, contienen un líquido claro y la división celular se ha

completado, para tomar muestras del suelo asociado a las raíces del maíz bajo cada tratamiento. Además, se tomaron muestras de los tres fertilizantes orgánicos que componen el tratamiento FF. Para cada muestra, se extrajo el DNA presente, y se amplificó la región codificante del fragmento V3 del 16S rRNA de bacterias usando el par de oligonucleótidos: V3-341F (5'-CCT ACG GGA GGC AGC AG-3')/ V3-518R (5'-ATT ACC GCG GCT GCT GG-3'). Todas las reacciones de PCR se realizaron a un volumen final de 50 µL, incluyendo buffer de PCR (KCl (50 Mm) y Tris-HCl pH 8.8 (10mM), MgCl2 (2mM)), oligonucleótidos (0.2 µM cada uno), dNTPs (80.2 mM), Taq polimerasa recombinante (Thermo Scientific EPO402) (1.25 U), y ácidos nucleicos totales (10-40 ng). El programa de PCR se realizó como se reporta en Villalobos-Flores *et al.*, 2022.

Se preparó una biblioteca final con el conjunto de amplicones obtenidos. El tamaño y concentración de la biblioteca se midió con el sistema Agilent 2100 Bioanalyzer y el kit High Sensitivity DNA (Agilent, USA); para luego realizar una secuenciación masiva utilizando la tecnología Ion Torrent (Thermo Fischer, USA). Las secuencias obtenidas fueron importadas a QIIME2 (Quantitative Insights into Microbial Ecology) v1.9.0 (https://qiime.org/1.9.0/) para aplicar el método DADA2 de control de calidad con el plugin q2-dada2 y obtener las secuencias representativas o variantes en las secuencias de amplicones (ASVs) ordenadas en una tabla de atributos. La clasificación taxonómica se realizó con una búsqueda BLAST en la base de datos Green genes (https://ngdc.cncb.ac.cn/databasecommons/database/id/3120), utilizando el plugin feature-classifier de QIIME2. La abundancia de phyla, géneros y la diversidad alfa (índices Chao1, Shannon y Simpson) fueron calculadas y graficadas en R 4.2.1 (https://cran.r-project.org/bin/windows/base/old/4.2.1/). Se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis a la diversidad calculada por tratamiento, para determinar si las diferencias entre al menos dos tratamientos son estadísticamente significativas.

Resultados

Se encontraron de 664 géneros bacterianos pertenecientes a 30 phyla (Proteobacteria, Bacteroidota, Actinobacteriota y Firmicutes (actualmente Bacillota) fueron los más abundantes) en el total de secuencias obtenidas de los suelos bajo los tratamientos de fertilización.

El phylum Proteobacteria (ahora Pseudomonadota) es el más abundante en la rizosfera del maíz (Li *et al*., 2014). Engloba una gran diversidad fenotípica y fisiológica, incluyendo especies fotótrofas, heterótrofas y simbióticas (formadoras de nódulos en las raíces de las plantas de la familia Fabaceae). Se subdivide en ocho clases: (1) Alphaproteobacteria, incluye varias especies fotótrofas, simbiontes de plantas y animales y patógenos; (2) Betaproteobacteria, los miembros de esta clase son conocidos como fijadores de nitrógeno, algunos son quimiorganótrofos, y otros son patógenos; (3) Gammaproteobactria, consta de 16 órdenes y 250 géneros. es la clase con mayor número de especies del phylum, alberga muchos patógenos importantes para los seres humanos;(4) Epsilonbacteria: cuenta con tres órdenes; (5) Deltaproteobacteria; alberga especies estrictamente anaerobias, algunas son reductoras de sulfato y sulfuro, así como patógenos; (6) Zetaproteobacteria: agrupa especies autótrofas oxidadoras de Fe; (7) Acidithiobacillia; (8) Oligoflexia (Sharma *et al*., 2022). El género *Sphingomonas*, uno de los más abundantes en las muestras estudiadas, pertenece a este phylum, incluye 103 especies con diversas funciones ecológicas, desde la producción de hormonas promotoras del crecimiento vegetal hasta la degradación de hidrocarbonos aromáticos y metales pesados (Asaf *et al*., 2020), degradadoras de aceites o patógenas (Tizabi y Hill, 2023). Otro género abundante perteneciente a este phylum es *Skermanella* de la familia Azospirillaceae, incluye especies fijadoras de nitrógeno atmosférico al relacionarse con plantas y en costras biológicas (Choi et al., 2024).

El phylum Bacteroidota es cosmopolita incluyendo especies que se distribuyen en los tractos intestinales de animales, en el suelo, en cuerpos de agua

y en ambientes extremos, algunos son quimioorganoheterótrofos y patógenos. Se subdivide en seis clases (1) Bacteroidia, incluye un solo orden: Bacteroidales (Krieg 2015); (2) Chitinophagia; (3) Cytophagia; (4) Flavobacteriia; (5) Saprospiria; y (6) Sphingobacteriia (García-López *et al*, 2019). En este phylum se encontró de manera abundante al género *Chryseolinea* de la familia Cytophagaceae e incluye especies aerobias obligadas (Lee *et al*., 2019); también en abundancia se encontró al género *Flavobacterium* de la familia Flavobacteriaceae, comprende especies gran-negativas, aeróbicas, que se distribuyen en agua, suelo y tejidos vegetales; algunas especies son patógenas, productoras de sustancias alguicidas, descomponedoras, productoras de hormonas promotoras del crecimiento vegetal, productoras de sideróforos y fijadoras de nitrógeno (Seo *et al*., 2024).

El phylum Actinobacteriota comprende cinco clases: (1) Chloroflexia; (2) Thermoleophila; (3) Rubrobacteria; (4) Actinomycetia; y (5) Acidimicrobiia (Ferreira *et al*., 2025).

El phylum Firmicutes, actualmente Bacillota comprende ocho clases: (1) Desulfotoaculia; (2) Syntrophamonadia; (3) Dehalobacteriia; (4) Desulfitobacteriia; (5)Thermosediminibacteria; (6) Thermoanaerobacteria; (7) Clostridia; y (8) Bacilli (Choi *et al.*, 2024)[2]. El género *Clostridium* (uno de los más abundantes en las muestras) pertenece a este phylum, comprende 160 especies descritas, con gran potencial biotecnológico, son productoras de metabolitos importantes, así como algunas especies patógenas (Düerre, 2021) y fijadoras de nitrógeno de vida libre (Eva y Gyongyver, 2019).

El cuadro 1 presenta los cinco géneros con mayor abundancia media por tratamiento. Se encuentra el género *Aggregatilinea* pertenece al Phylum Chloroflexi, incluye especies anaerobias facultativas que promueven la degradación de 4-nolylphenol, un disrruptor endócrino presente en lodos activados residuales de plantas tratadoras de aguas residuales (Dong *et al*., 2023).

En el phylum Actinomycetota de manera abundante se encontró el género *Micorcoccus* de la familia Micrococcaceae, algunas especies son productoras de antibióticos, antioxidantes y anticancerígenas, así como productoras de hormonas promotoras del crecimiento vegetal (Tiziabi y Hill, 2023). De este phylum también se encontró en gran abundancia al género *Strepcomyces*, se trata del taxón procariota más amplio, con más de 533 especies reportadas, incluye especies productoras de metabolitos importantes (Komaki, 2023). También se detectó de este phylum al género *Blastococcus,* pertenece a la familia Geodermatophilaceae, incluye especies productoras de hormonas promotoras del crecimiento vegetal y especies degradadoras de sustancias contaminantes (Sbissi *et al*., 2025).

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis, las diferencias en los valores del índice de Shannon (p=0.046) por tratamiento fueron estadísticamente significativas, no siendo así para el índice de Simpson (p=0.12) ni para el de Chao1 (p=0.057). El Control presentó la mayor diversidad de géneros bacterianos, seguido de FF, QF + FF, F y FQ. Debido a que la significancia de las diferencias en la riqueza de *taxa* (Chao1) no es significativa, y sí lo es para la diversidad de Shannon (aunque no para la de Simpson) que consideran riqueza y abundancia; puede inferirse que el tipo de fertilización afectó en mayor medida a la abundancia (estructura) que a la riqueza (composición) de *taxa*.

Cuadro 1. Géneros más abundantes por tratamiento

Control	FF	FF + FQ	F	FQ
Aggregatilinea	*Sphingomonas*	*Sphingomonas*	*Sphingomonas*	*Sphingomonas*
Sphingomonas	*Skermanella*	*Chryseolinea*	*Streptomyces*	*Streptomyces*
Micrococcus	*Micrococcus*	*Aggregatilinea*	*Skermanella*	*Micrococcus*
Skermanella	*Streptomyces*	*Streptomyces*	*Blastococcus*	*Blastococcus*
Clostridium	*Blastococcus*	*Devosia*	*Chryseolinea*	*Flavobacterium*

Conclusiones

Se describieron los cuatro phyla más abundantes (Proteobacteria, Bacteroidota, Actinobacteriota y Firmicutes (actualmente Bacillota)) encontrados en el total de las muestras estudiadas las comunidades microbianas del suelo acondicionado con materia orgánica donde se sembró maíz Dekalb 2069 bajo condiciones controladas, encontrándose una mayor diversidad bacteriana en el suelo enriquecido con materia orgánica con manejo agroecológico. Los géneros más abundantes encontrados en las muestras analizadas comprenden especies con funciones ecológicas diversas, por lo que un análisis a nivel especie permitiría una mejor inferencia de las dinámicas de los microecosistemas estudiados.

Una cantidad considerable de las secuencias obtenidas no fueron catalogadas en ninguna de las especies reportadas en Green genes (https://ngdc.cncb.ac.cn/databasecommons/database/id/3120), que fue la base de datos utilizada, lo que sugiere la presencia de *taxa* nuevos.

Las tecnologías de secuenciación actuales han permitido ampliar el conocimiento de la riqueza de *taxa* microbianos en el suelo, aún se conoce poco sobre la función de los microorganismos identificados. Conocer la función específica de los microorganismos permitirá el desarrollo de biotecnología aplicable en diversas áreas, incluyendo la agricultura sustentable, por lo que los esfuerzos de secuenciación metagenómica que permitan la caracterización de especies nuevas, así como de sus funciones potenciales (metatrasncriptómica, metaproteómica y metabolómica), cobran especial relevancia.

Financiamiento: Proyecto Financiado por SECITHI CONACyT 163235 INFR-2011-01 y PEE-2025-G-78.

Bibliografía citada

Asaf, S.; Numan, M.; Khan, L.; Al-Harrasi, A. (2020) Sphingomonas: from diversity and genomics to functional role in environmental remediation and plant growth,

Critical Reviews in Biotechnology, 40:2, 138-152, DOI: 10.1080/07388551.2019.1709793

Chen, L., Keke, L., Shang, J., Wu, Y., Chen, T., Wanyan, Y., Wang, E. T., Tian, C. F., Chen, W., Chen, W., Guohua, M., & Xinhua, S. (2021). Plant growth–promoting bacteria improve maize growth through reshaping the rhizobacterial community in low-nitrogen and low-phosphorus soil. *Biology and Fertility of Soils*, *57*(8), 1–14. https://doi.org/10.1007/S00374-021-01598-6

Choi, J.; Poudel, S.; Yee, N. ; Goff, J. (2024). Deeply branching Bacillota species exhibit atypical G negative staining. Microbiology spectrum 12(10). Doi: https://doi.org/10.1128/spectrum.00732-24

Choi,Y.; Ganzorig, M.;Lee, K. AnalysisoftheGenomesand AdaptiveTraits of Skermanella cutis sp. nov., a HumanSkinIsolate,andthe TypeStrains Skermanella rosea and Skermanella mucosa. Microorganisms 2025, 13, 94. https://doi.org/10.3390/ microorganisms13010094

Dong, C.; Cheng, J.; Chen, C.; Huang, C.; Hung, M. (2023). Activation of calcium peroxide by nitrogen and sulfur co-doped metal-free lignin biochar for enhancing the removal of emerging organic contaminants from waste activated sludge. Bioresource technology. Doi: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.128768

Dürre, P. (2021). The genus Clostridium. En Green, L.H., & Goldman, E. (Eds.). Practical Handbook of Microbiology (4th ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003099277

Eva, L.; Gyongyver, M. Is PGPR an Alternative for NPK Fertilizers in Sustainable Agriculture? In Microbial Interventions in Agriculture and Environment; Springer: Cham, Switzerland, 2019; pp. 51–62, ISBN 9789811383908.

García-López, M.; Meier-Kolthoff, J.; Tindall, B.; Gronow, S.; Woyke, T.; Kyrpides, N.; Hahnke, R.; Goker, M. (2019). Analysisi of 1,000 type-strain genomes improves taxonomic classification of Bacteroidetes. Frontiers in microbiology 10(). Doi: 10.3389/fmicb.2019.02083

Komaki, H. Recent Progress of Reclassification of the Genus Streptomyces. Microorganisms 2023, 11, 831. Doi: https://doi.org/10.3390/microorganisms11040831

Krieg, N. (2015). Bacteroidia class. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. Doi: https://doi.org/10.1002/9781118960608.cbm00010

Sbissi, I.; Chouikhi, F.; Ghodhbane-Gtari, F.; Gtari, M. (2025). Ecogenomic insights into the resilience of keystone Blastococcus Species in extreme environments: a comprehensive analysis. BMC Genomics 26 (51). Doi: https://doi.org/10.1186/s12864-025-11228-2

Seo, H.; Kim, J. H.; Lee, S.; Lee, S. (2024). The plant-associated Flavobacterium: A Hidden Helper for Improving Plant Health. The plant pathology journal 40 (3). Doi https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.01.2024.0019

Sharma, V.; Vashishtha, A.; Jos, A.; Khosla, A.; Basu, N.; Yadav, R.; Bhatt, A.; Gulani, A.; Singh, P.; Lakhera, S.; Verma, M. (2022). Phylogenomics of the phylum proteobacteria: resolving the complex relationships. Current microbiology 79:224. Doi: https://doi.org/10.1007/s00284-022-02910-9

Tizabi, D.; Hill, R. (2023). Micrococcus spp. as a promising source for drug discovery: A review. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 50(1). Doi: https://doi.org/10.1093/jimb/kuad017

Villalobos-Flores, L. E., Espinosa-Torres, S. D., Hernández-Quiroz, F., Piña-Escobedo, A., Cruz-Narváez, Y., Velázquez-Escobar, F., Süssmuth, R., & García-Mena, J. (2022). The Bacterial and Fungal Microbiota of the Mexican Rubiaceae Family Medicinal Plant Bouvardia ternifolia. *Microbial Ecology*, *84*(2), 510–526. https://doi.org/10.1007/s00248-021-01871-z

Impactos socioeconómicos y ambientales de la aplicación del programa ENAIPROS en el manejo forestal: estudio de caso Chignahuapan, Puebla.

Mario Castelán Lorenzo[1], Adrián Bravo Medel[1] y J. Sergio Tafoya Razo[2]

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola
mcastelanl@chapingo.mx
[2]Prestador de Servicios Técnicos Profesionales Forestales de Chignahuapan, Puebla.

Introducción

La silvicultura se define como el cultivo científico de los bosques o la teoría y práctica de controlar el establecimiento, composición, constitución, crecimiento y desarrollo de los ecosistemas forestales para la continua producción de bienes y servicios (Daniel et al. 1982) y el manejo forestal sustentable como el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto la ordenación, el cultivo, la protección, la conservación, la restauración y el aprovechamiento de los recursos y servicios ambientales de un ecosistema forestal, considerando los principios ecológicos, respetando la integralidad funcional e interdependencia de recursos y sin que disminuya o ponga en riesgo la capacidad productiva de los ecosistemas y recursos existentes en la misma (DOF, 2018).

Las definiciones anteriores claramente expresan que los bosques deben aprovecharse desde un enfoque de sustentabilidad, de tal manera que no se termine nunca el recurso forestal, incluyendo los recursos maderables y no maderables, los servicios ambientales y/o ecosistémicos que de ellos se derivan en beneficio de la sociedad actual y generaciones futuras. En esencia, lo que antes era talar el bosque sin las técnicas adecuadas vino a degradar los bosques en su totalidad, hasta que comenzaron a definirse los métodos adecuados para aprovechar los bosques. De esta manera se empleó el Método Mexicano de Ordenación de Montes (MMOM) en la mayor parte del país cuyo objetivo fue o era generar bosques incoetáneos,

mediante la aplicación del tratamiento de regeneración de selección cuyo criterio es el diámetro mínimo de corta de tal manera que muchos abusaron del método extrayendo los mejores árboles del bosque y dejando los peores. Por los años 1970´s se introdujo a México el Método de Desarrollo Silvícola cuyo objetivo fue generar bosques coetáneos, a través de la aplicación del tratamiento de árboles padres o matarrasa para la regeneración de nuevas masas, el cual se continúa aplicando en varias partes del país.

Por otra parte, la región de Chignahuapan en el estado de Puebla, se ha caracterizado por la actividad forestal predominante como actividad económica dentro del sector agropecuario, Salinas et al (2017) señalan que este municipio es el primer productor estatal de madera en rollo, ocupando el tercer lugar en cuanto a extensión de los municipios poblanos. Por ello, debe preocupar el destino de la producción forestal y el aprovechamiento integral del bosque bajo esquemas sustentables.

Así, el presente trabajo tiene como objetivo identificar los impactos socioeconómicos y ambientales que ha generado la aplicación de la nueva política forestal en materia de aprovechamiento maderable implementada por la ENAIPROS en la región de Chignahuapan, Puebla.

Materiales y métodos

La región bajo aprovechamiento corresponde a la zona forestal Chignahuapan-Zacatlán perteneciente a la Sierra Norte de Puebla y se localiza entre los paralelos 20° 07’ 06’’ y 19° 44’ 18’’ de Latitud Norte y entre los meridianos 97° 57’ 18’’ y 97° 38’ 42’’ de Longitud Oeste, con altitudes superiores a los 2000 msnm. El tipo de clima es templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1) con una temperatura media anual entre 12 °C y 18 ºC. La temperatura del mes más frío varía de -3 °C a 18 °C y la del mes más caliente de 22 °C. La precipitación total anual varía de 600 a 1,000 mm (García, 2004).

Se revisaron los fundamentos técnicos y operativos de la política forestal denominada: Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad (ENAIPROS) decretada en el período 2013-2018, que se comenzó a implementar en 2014 en varias regiones forestales de México, principalmente las de mayor potencial forestal, entre ellos, el Estado de Puebla, documentando el impacto en la región de Chignahuapan en un predio bajo manejo complementado con una revisión bibliográfica.

Resultados

A partir de los años 70's se comenzó a aplicar el Método de Desarrollo Silvícola en la región Chignahuapan-Zacatlán, con el tratamiento de árboles padres, que se ha venido empleando con éxito, convirtiéndose en el método oficial de aprovechamiento forestal considerado como la única opción real de manejo intentada en México después del MMOM, la finalidad del MDS es la obtención de un bosque normal considerando una intensidad de manejo con una producción maderable máxima, sostenida y permanente (Guerra et al. 2007). Para lograr lo anterior, en Chignahuapan, se considera un turno de 50 años para *Pinus patula* principalmente y un ciclo de corta de diez años, el MDS establece aplicar cinco tratamientos: una corta de regeneración, una corta de liberación y tres aclareos.

Para iniciar el ordenamiento de un bosque irregular a un bosque regular se inicia con la corta de regeneración, la cual se aplica en rodales o bosques cuya edad sea de 50 años o más, que puede ser a través de árboles padres o matarrasa, 10 años después se realiza la corta de liberación, a los 20 años el primer aclareo, a los 30 el segundo, a los 40 el tercer aclareo y a los 50 se inicia el nuevo ciclo. Con la aplicación de este tratamiento, la regeneración se establece adecuadamente en el sitio de corta, Castelán y Arteaga (2009) encontraron que, para la región de Zacualtipán, Hidalgo, el renuevo se establece a los cuatro años, cuando los árboles sobrepasan los 2 metros de altura, por lo que puede realizarse la corta de liberación

en este momento, una vez que se ha establecido el nuevo bosque, con lo cual, se obtienen resultados óptimos en el manejo del bosque.

Sin embargo, la política forestal a raíz del programa denominado ENAIPROS en el período 2013-2018, en apariencia pretendía fomentar un mejor manejo y aprovechamiento de los bosques, pero la realidad es que, en lugar de ello, los bosques al cabo de pocos años se han convertido en bosques pobres en cuanto a madera de calidad y productividad. Este programa buscaba que las personas que habitan las zonas forestales se beneficiaran y obtuvieran un mejor desarrollo económico y social, donde los dueños de los bosques aumentaran el valor de su producción, desarrollaran sus empresas forestales, optimizaran el potencial productivo, certificaran su bosque, entre otras (CONAFOR, 2018). En esencia lo que se buscaba se resumía en incrementar el volumen de producción forestal, aumentar la superficie bajo aprovechamiento forestal maderable, utilizar de manera óptima la productividad de los bosques naturales bajo manejo y promover la adecuada ejecución de los programas de manejo (SEMARNAT-CONAFOR, 2018).

La CONAFOR (2018) señala los beneficios de esta estrategia a nivel nacional, por ejemplo, refiere que en varios predios forestales se han incrementado los volúmenes autorizados de los programas de manejo forestal maderable apoyados por la CONAFOR, en los que se contempla la inclusión de mejores prácticas de conservación de la biodiversidad. Destaca algunos ejemplos que son:

1. El ejido Chinatú, en Chihuahua, logró aumentar su volumen autorizado en un 90% y promovieron la conservación de especies como: cotorra serrana, nutria, coa, águila real, oyamel de California, pinabete espinoso y cahuite. Es importante destacar que los integrantes del ejido pertenecen a la etnia Raramuri.

2. El ejido Llano Grande, en Puebla, aumentó en un 70% el volumen autorizado con su nuevo programa de manejo forestal.

3. La Comunidad de San Pedro el Alto, en Oaxaca, incrementó en un 130% el volumen autorizado al incorporar más superficie al aprovechamiento forestal. Tal Comunidad tiene formadas varias empresas forestales comunitarias.

Lo anterior refleja que se ha incrementado la producción maderable (figura 1); como se observa, la producción maderable incrementó hasta en un 52% en 2017, pero a costa de la reducción en la calidad. Sin embargo, la inquietud que salta a la vista es el método por el cual se ha logrado este incremento, de ahí que la consigna en el periodo de Enrique Peña Nieto fue que se aplicara el método de desarrollo silvícola, pero con el tratamiento de matarrasa, independientemente de cómo se encontrase la masa forestal, es decir, con los criterios del ENAIPROS se pretendió cambiar el sistema de manejo de bosque irregular a bosque regular, con la intención de intensificar la silvicultura en áreas con mayor potencial productivo de acuerdo con las condiciones específicas de cada lugar (SEMARNAT-CONAFOR, 2018), pero esto aplicaba para casi todas las especies aprovechadas independientemente de su condición de tolerante o intolerante.

Figura 1. Producción forestal maderable 2008-2017 (millones de metros cúbicos)



Fuente: Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, SEMARNAT

En las regiones forestales como Chignahuapan, se deja 20% de la población representando los árboles padres que, en cierta manera afectan al renuevo forestal previamente establecido al momento de realizar la corta de liberación. Bajo el enfoque del ENAIPROS se aplicaron matarrasas en lugar de árboles padres. De esta forma, una vez realizada la matarrasa, se reforesta el predio y se logra la masa coetánea que es la finalidad del MDS, y a los diez años se realizan los preaclareos eliminando los árboles feos, suprimidos, bifurcados, entre otros. A los 20 años se realiza el primer aclareo, cuando el bosque ha crecido y se vuelve denso por lo que, con este primer aclareo se regula la densidad, eliminando árboles plagados, enfermos o deformes. A los 30 años se aplica el segundo aclareo, a los 40 años un tercer aclareo bajo los mismos objetivos de mejorar el bosque para la cosecha final que se realiza a los 50 años, momento en que el bosque ya produce semilla fértil para regenerar el bosque, siendo el turno en la región, para con ello, realizar la corta de regeneración.

Lo anterior aplica para especies de rápido crecimiento como *Pinus patula* que es la predominante en la región de Chignahuapan, pero igualmente se encuentra *P. teocote, P. rudis, P. pseudostrobus* var. Coatepequensis y *Abies religios*a y cuando se mandató que se aplicara matarrasa, no se consideró en algunos casos que las especies responden diferente a los tratamientos, por ejemplo, en el caso del oyamel difícilmente se podría aplicar matarrasa por ser una especie esciófita, sin embargo, algunos las aplicaron a esta especie sin importar la condición de tolerante, cortando todo, lo cual representó un crimen ecológico.

Aun cuando la SEMARNAT establece en la Ley forestal que el mismo año o el próximo inmediato cuando las condiciones de temporal sean adecuadas se debe de reforestar en el área donde se aplica la corta de regeneración. En este sentido, de igual manera, los dueños del bosque sugieren no dejar los árboles padres por el efecto ya mencionado. Con las matarrasas propuestas por el ENAIPROS, lo cual contravenía al sentir de los dueños dado que era un cambio extremoso en el paisaje, daba cabida a los comentarios negativos de cierto sector de la sociedad (periodistas

y ambientalistas); de tal manera que otra vez los dueños del bosque sugieran dejar el arbolado pequeño que se encuentre en el área donde se aplican las matarrasas, por lo que en lugar de llamarle matarrasas que implica tirar todo lo existente, adoptaron el término corta total con resalvos.

En términos de producción maderable, vino a representar un incremento importante, ya que en los primeros años de aprovechamiento con el tratamiento de matarrasa, se pasó de 8000 m^3 a 11200 m^3 anuales en un predio con 860 ha, es decir, aumentó la cantidad de madera, pero no en calidad ya que para las posteriores cortas, los productos fueron de cortas dimensiones. Esto representa menores ingresos por ventas maderables, partiendo de un precio de $4000 el m^3 para la medida comercial y $2400 el m^3 el de cortas dimensiones, entonces, como resultado el productor forestal está percibiendo menos ingresos por su madera. En los siguientes ciclos de corta los productos sólo serán de cortas dimensiones, lo cual se prevé para los años 2025-2030 que bajará considerablemente la productividad de continuarse con este método.

Por lo anterior, claramente se vio el “plan con maña” que tuvieron al promover el empleo general del tratamiento de matarrasa, mientras se obtuvieron altos rendimientos, hubo mucha oferta de madera y con ello la baja de los precios, y los beneficiados fueron los grandes aserraderos que, basta decir, muchos de ellos tienen como dueños políticos y familiares de los grandes empresarios madereros, en detrimento de los productores forestales y dueños del bosque.

Conclusiones

El ENAIPROS como iniciativa pública federal enarbolaba mayor producción maderable lo que convenía a los dueños de los bosques lo cual es entendible, igualmente para los industriales, económicamente representaba una mejora socioeconómica para ambos grupos, sin embargo, para el bosque representaba un deterioro, sobre todo, si las condiciones ambientales no eran las más idóneas. Esta

iniciativa es buena para áreas con índices de sitio de buena calidad, es decir, suelos profundos, alto contenido de materia orgánica, buen temporal y topografía poco accidentada y para ciertas especies de pino. Por lo que fuera de este ámbito, representó problemas para la masa forestal si se generalizaba su aplicación en todas las condiciones.

Al aplicar dicha iniciativa, momentáneamente al incrementar la producción disminuían las importaciones de productos maderables sobre todo escuadrados y no depender de ello, pero al momento no está documentado si efectivamente disminuyó la importación. La estrategia ha funcionado en términos de incremento en la producción maderable y en la certificación forestal, pero ha fallado al intensificar la silvicultura de bosques naturales. En la práctica esto no ha dado resultado, porque en las cortas que se han realizado en los últimos años, la calidad de la madera es menor, al ser productos de cortas dimensiones los precios son bajos en comparación con los productos de dimensiones comerciales.

Literatura citada

Castelán, L. M. y Arteaga, M. B. (2009). Establecimiento de regeneración de *Pinus patula* Schl. et Cham., en cortas bajo el método de árboles padres. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1), 49-57.

CONAFOR. 2018. *Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad (ENAIPROS), Actividades y resultados* 2013-2018. https://n9.cl/b6fep

Daniel T. W., Helms J. y Backer F. (1982). *Principios de Silvicultura*. Trad. de la 2ª Ed. por Ramón Elizondo. McGraw-Hill. México.

Diario Oficial de la Federación. (2018). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*.

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG_DE_DESARROLLO_FORESTAL_SUSTENTABLE.pdf

García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de koppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Guerra, C. V., Carrillo, A. F., Acosta, M. M., Islas, G. F., Flores A. E., Mallén R. C. y Buendía, R. E. (2007). *El manejo forestal en el Estado de Tlaxcala*. INIFAP-CONACYT-CONAFOR.

Salinas, C. E., González, G. M. J., León, M. A. y Rodríguez, H. F. R. (2017). La actividad forestal en el desarrollo económico de Chignahuapan, Puebla. *Región y Sociedad*, 29(69), 185-218. https://doi.org/10.22198/rys.2017.69.a270

SEMARNAT-CONAFOR. (2018). *Memoria Documental. Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad*. http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/7617Estrategia%20Nacional%20(ENAIPROS)%202013-2018.pdf

Indicadores de competitividad de las exportaciones de tomate verde de México

Verna Gricel Pat Fernández[1], Socorro Medina Lara[2]

Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola.
gricelpat@hotmail.com

Introducción

El tomate verde, *Physalis ixocarpa* se cultiva en zonas templadas y cálidas, la planta se adapta a regiones con clima tropical seco y húmedo. La planta se desarrolla a una altitud de 10 hasta 2600 metros sobre el nivel del mar. En México se produce tomate verde en dos modalidades riego y temporal; por esa razón, las fechas de siembra varían dentro de cada zona productora, lo cual explica que se encuentre en el mercado todo el año.

El tomate verde es un cultivo importante en México, es un cultivo de exportación, generador de divisas y ocupador de mano de obra, principalmente en época de cosecha; además es importante por el contenido nutrimental, ya que aporta vitaminas y minerales. El destino de las exportaciones de tomate verde es a Estados Unidos de América, con un volumen de 212,624 toneladas, que representa el 99.99% (INEGI, 2025).

La superficie sembrada de tomate verde en 2023 fue de 40,442 hectáreas, que representó el 6.1% de las hortalizas. La superficie cosechada fue de 40,176 hectáreas. El rendimiento fue de 18.9 toneladas por hectáreas; con una producción de 757,880 toneladas, que representó el 4.6% de la producción total de las hortalizas (SIACON, 2025). El cultivo se encuentra distribuido en varios estados de la República Mexicana. Los principales estados con mayor superficie cosechada son Sinaloa (17.3%), Jalisco (12.4%), Puebla (10.8%), Zacatecas (7.4%), Michoacán (6.4%), y México (6.3%). Los estados con mayor producción son Sinaloa

(19.3%), Jalisco (11.9%), Zacatecas (11.4%), Puebla (7.6%), Michoacán (7.1%) y México (6.1%). Estos seis estados aportan el 63 % de la producción total nacional (SIACON, 2025).

El concepto de competitividad es ampliamente utilizado en el ámbito del comercio internacional. El concepto puede variar de acuerdo con la unidad de análisis (país, industria, empresa y de la cadena agroalimentaria). La competitividad puede definirse como la capacidad para competir en los mercados de bienes y servicios. La capacidad para competir se basa en una combinación de precio y calidad del bien o servicio proporcionado (Romo y Abdel,2005).

La competitividad es la capacidad de una organización económica (empresa y cadena agro productiva) para mantener, conquistar, o ampliar la participación en un mercado, incluido el interno, de una manera rentable que permita su crecimiento y sostenible en el largo plazo.

El objetivo del trabajo fue analizar los indicadores de competitividad de las exportaciones de tomate verde de México, en el periodo de 2014 al 2023.

Materiales y métodos

La información se obtuvo de la base estadística del Sistema de Información Agroalimentaria de consulta (SIACON) y el instituto nacional de estadística y geografía (INEGI) durante el periodo de 2014 al 2023. Para analizar el comportamiento de las variables se utilizó la tasa de crecimiento. Se refiere al incremento porcentual que tiene un valor determinado en un periodo de tiempo, la cual puede ser positiva o negativa, reflejando expansión o disminución de la variable (Brambila, 2011). El procedimiento de cálculo es el siguiente: $TC\% = (\frac{Van}{Va1} - 1)\,100$; Donde: TC% = Tasa de crecimiento en porcentaje; Van= Valor en el año n; Va1= Valor en el año 1.

La balanza comercial indica el balance del comercio en un período determinado, Algebraicamente se expresa como: BC= $X - M$; Donde: BC= Balanza Comercial; X= Exportaciones; M= Importaciones. Un balance positivo se conoce como un superávit en la balanza comercial, que consiste en exportar más de lo que se importa. Un balance negativo se conoce como un déficit comercial.

El comercio total es la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios de un país; y se utiliza para medir la actividad comercial a nivel internacional. Se expresa de la siguiente forma: $CT = Xij + Mij$; Donde: Xij= Exportaciones del producto i del país j; Mij= Importaciones del producto i del país j.

Balanza comercial relativa mide la relación entre la balanza comercial de un producto y el comercio total (Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural). El procedimiento se realiza de la siguiente forma: $BCR = Xij - Mij/Xij + Mij$; Donde: Xij = Exportaciones del producto i del país j.; Mij = Importaciones del producto i del país j.

El consumo nacional aparente es la cantidad de un bien o servicio que el mercado requiere. Es la producción más importaciones menos exportaciones, puede expresarse de la siguiente manera: $CNA = Qij + Mij - Xij$; Donde: Qij= Producción doméstica del producto i del país j; Mij= Importaciones del producto i del país j; X= Exportaciones del producto i del país j.

Coeficiente de exportación. Es la relación entre el volumen de las exportaciones y el volumen de la producción durante un periodo de tiempo. Mide el porcentaje de la producción que se exporta (Cruz et al, 2022). El procedimiento de cálculo es el siguiente: $CEij = Xij/Qij$; Dónde: CEij = Coeficiente de exportación del producto i del país j; Xij = Exportaciones del producto i del país j; Qij = Volumen de producción del producto i del país j.

El indicador de grado de apertura exportadora destaca la participación de las

exportaciones de un producto sobre el consumo nacional aparente; refleja el grado de inserción en un mercado especifico (Caamal et al, 2017).

La fórmula es la siguiente: GE= $Xij/(Qij + Mij - Xij)$; Donde: GEij= Grado de apertura exportadora; Qij=Producción doméstica del producto i del país j; Mij= Importaciones del producto i del país j; Xij= Exportaciones del producto i del país j.

Resultados

Las exportaciones junto con las importaciones forman parte del comercio exterior de un país; que integran el conjunto de relaciones económicas internacionales. Las exportaciones tienen una tendencia creciente pasando de 127,527 a 212,642 toneladas, en el periodo de 2014 al 2023, con una tasa de crecimiento de 66.74%. En México no hay importación de tomate verde, excepto en el año 2015 con 17,844 toneladas. México produce lo necesario para satisfacer la demanda de la población y hay excedentes para la exportación.

La balanza comercial o saldo comercial es la diferencia entre el volumen total de las exportaciones y el volumen total de las importaciones de un país en un período determinado. La balanza comercial es positiva durante el periodo de análisis, esto indica que hay un superávit comercial, es decir se exporta más de lo que se importa. Se observa una tendencia creciente con una tasa de crecimiento de 66.7%. México es un país netamente exportador de tomate verde.

El comercio total es la suma del volumen total de las exportaciones y el volumen total de las importaciones. La tasa de crecimiento es creciente con 66.7% durante el periodo analizado.

Tabla 1. Exportación e importación de tomate verde, 2014 a 2023

Año	Exportaciones (Ton)	Importaciones (ton)	BC (ton)	CT (ton)	BCR (u)
2014	127,527	0	127,527.50	127,527.50	1
2015	130,485	17.844	130,467	130,502.84	0.99
2016	141,952	0	141,952.40	141,952.40	1
2017	147,437	0	147,436.60	147,436.60	1
2018	148,190	0	148,189.70	148,189.70	1
2019	162,333	0	162,332.90	162,332.90	1
2020	165,219	0	165,219.20	165,219.20	1
2021	174,463	0	174,463.20	174,463.20	1
2022	177,016	0	177,016.20	177,016.20	1
2023	212,642	0	212,641.60	212,641.60	1
TC%	66.74	0	66.7	66.7	

Fuente: Elaborado con datos de INEGI, 2025.

El Indicador de la balanza comercial relativa es un indicador que mide la competitiva de un producto o un bien. Mide la relación entre la balanza comercial y el comercio total. Con este indicador se pueden identificar países exportadores e importadores netos. Si el índice de la BCR se encuentra entre -1 y 0, el país es un importador neto del producto y el país carece de ventaja competitiva; cuando el índice de BCR se encuentra entre 0 y 1, el país es un exportador neto del producto y tiene ventaja competitiva.

La balanza comercial relativa fue con un valor de 1.0 durante el periodo analizado, lo que refleja que México es un exportador neto de tomate verde, es decir satisface su mercado interno y además se exporta.

La producción de tomate verde en México tuvo un comportamiento con una tendencia creciente, pasando de 661,141 a 757,880 toneladas en el periodo de análisis de 2014 a 2023. Lo que represento una tasa de crecimiento de 14.63%.

Tabla 2. Coeficiente de exportación e índice de grado de apertura exportadora de tomate verde, 2014 a 2023

Año	Producción (Ton)	Importaciones (Ton)	Exportaciones (Ton)	Consumo aparente (ton)	CE (u)	GAE (u)
2014	661,141	0	127,527	533,614	0.19	0.24
2015	683,985	17.844	130,485	571,344	0.19	0.23
2016	698,017	0	141,952	556,064	0.20	0.26
2017	773,351	0	147,437	625,915	0.19	0.24
2018	778,425	0	148,190	630,235	0.19	0.24
2019	830,274	0	162,333	667,941	0.20	0.24
2020	766,515	0	165,219	601,296	0.22	0.27
2021	824,978	0	174,463	650,514	0.21	0.27
2022	756,130	0	177,016	579,114	0.23	0.31
2023	757,880	0	212,642	545,238	0.28	0.39
TC%	14.63%	0	66.74%	2.17%	47.36%	62.5%

Fuente: Elaborado con datos del SIACON e INEGI, 2025.

El consumo nacional aparente es la cantidad de un bien o servicio que el mercado demanda, en general tuvo una tendencia creciente, en los dos últimos años se observa una disminución en el consumo; debido principalmente a la escasez de agua causada por la sequía. La tasa de crecimiento fue de 2.17% durante todo el periodo.

El coeficiente de exportación mide el porcentaje de la producción que se exporta. Un mayor coeficiente de exportación representa que una mayor proporción de la producción se exporta y un menor coeficiente de exportación significa que una menor proporción de la producción se exporta. El porcentaje de exportación en cuatro años (2014, 2015, 2017 y 2018) representó el 19%. A partir del 2019 hasta 2022 represento arriba del 20%; en 2023 la exportación represento el 28%. La tasa de crecimiento en el periodo analizado representó el 47%.

Grado de apertura exportadora (GAE). Indica la participación de las exportaciones de un producto sobre el consumo aparente. Mayor valor del índice refleja mayor competitividad del producto. Esto indica que se produce lo suficiente para cubrir la demanda interna de tomate verde. A menor valor del índice menor competitividad del producto y gran parte de la producción se orienta al mercado interno. La tasa de crecimiento del índice de grado de apertura exportadora fue de 62% durante el periodo de análisis. En 2014 represento el 24% y en 2023 el 39%.

Conclusiones

El tomate verde es un cultivo importante en la dieta de la población de México. La producción se ha incrementado durante el periodo analizado. Es un cultivo de exportación ya que se observa una tasa de crecimiento positiva. La balanza comercial es positiva es decir que se exporta mas de lo que se importa. La balanza comercial relativa es igual a uno en todo el periodo, esto indica que México es un país exportador neto de tomate verde y es competitivo en el mercado internacional. La producción doméstica de tomate verde satisface la demanda interna y una proporción significativa de tomate se exporta, principalmente a Estados Unidos de América. El índice de grado de apertura exportadora se incrementó durante el periodo reflejando competitividad del producto en el mercado, indicando que se produce lo suficiente para cubrir la demanda y una parte de la producción se exporta.

Bibliografía citada

Brambila P., J.J. (2011). Bioeconomía. Instrumentos para su Análisis Económico. México, SAGARPA-COLPOS.

Caamal, C; Pat, F; Jerónimo, A; Álvarez, G.; Deviana, A.; y Ramos, G. (2017). Contexto Económico y Competitividad en el mercado mundial del limón persa de México. CISECA-DGIP. Universidad Autónoma Chapingo.

Cruz-López, D.F; Caamal-Cauich, I; Pat-Fernández, V.G; Reza-salgado, J. (2022). Competitividad de las exportaciones de aguacate Hass de México en el mercado mundial. Wed, 23 de Mar 2022 in Revista mexicana de ciencias agrícolas. DOI: 10.29312/remexca.v13i2.2885.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI. (2025). “Balanza Comercial de Mercancías de México (BCMM)”, Sitio Web [Base de datos] INEGI, México, disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/comext/ [15/07/2025].

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Metodología de Cálculo de. Indicadores de Competitividad. Bogotá: Observatorio de Agrocadenas Colombia. Sin fecha.5p.https://www.scribd.com/document/529780806/Balanza-Comercial- Relativa

Romo, D. y Musik, Abdel (2005). Sobre el Concepto de Competitividad. Revista de comercio exterior, vol.55, 3: 200-214.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). (2025). “Información Agrícola”. Sitio Web [Portal] SIAP-SADER. México, disponible en https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/documentos/siacon-ng-161430 [14/08/2025].

La tuna como símbolo de identidad: de la tradición a la innovación

Guadalupe Somera Cisneros, Landy Hernández Rodríguez
Universidad Autónoma Chapingo
gsomeracisneros@gmail.com, landy14hr@yahoo.com.mx

Introducción

La tuna (*Opuntia ficus-indica*), fruto del nopal, es una cactácea de importancia cultural y ecológica en México, cuya estructura ramificada alcanza hasta 5 m de altura (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2015). Simboliza la identidad nacional al representarse en el escudo mexicano, que narra la fundación de Tenochtitlán (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017). Su relevancia trasciende lo cultural: más de 20 mil productores cultivan alrededor de 48 mil hectáreas, principalmente en el Estado de México, Puebla y Zacatecas, fortaleciendo economías locales mediante ferias y tradiciones. En años recientes, la tuna ha despertado interés científico por su composición nutracéutica. Rica en compuestos bioactivos como betalaínas, flavonoides y fibra dietética, se asocia con efectos antioxidantes, cardioprotectores e hipoglucemiantes (Ramírez-Ramos et al., 2015; Amaya-Cruz et al., 2018). Su pulpa, semillas y cáscara contienen vitaminas C y E, minerales y mucílagos (Barba et al., 2020; Giraldo-Silva et al., 2023), lo que ha impulsado su uso en alimentos funcionales. Además, subproductos como cáscaras y semillas son valorizados en aplicaciones tecnológicas —desde panificación hasta colorantes naturales— promoviendo un modelo de economía circular (Diaz-Vela et al., 2013; Vázquez-Espinosa et al., 2022).

Materiales y métodos

La presente revisión se realizó bajo un enfoque bibliométrico y descriptivo, con el propósito de examinar el desarrollo científico y las aplicaciones emergentes de *Opuntia ficus-indica* en el ámbito agroalimentario, cultural y nutracéutico.

Estrategia de Búsqueda y Criterios de Selección

Como base de datos se utilizó Scopus, la recopilación de datos se realizó utilizando la interfaz *Biblioshiny* del paquete Bibliometrix en R (Aria & Cuccurullo, 2017). Se ejecutó la búsqueda utilizando las siguientes cadenas de búsqueda:

Cuadro 1. Cadenas de búsqueda para los ejes de investigación

Dimensión de Investigación	Cadena de búsqueda específica de Scopus
Identidad cultural y nacional	(("Opuntia ficus-indica" OR "prickly pear" OR nopal) AND ("cultural identity" OR "national symbol" OR "traditional knowledge" OR "cultural heritage" OR "agri-cultural heritage"))
Propiedades funcionales y nutricionales	(("Opuntia ficus-indica" OR "prickly pear") AND (betalains OR "bioactive compounds" OR "functional properties" OR "hypoglycemic" OR "dietary fiber" OR "antioxidant capacity"))
Innovación tecnológica y aplicaciones	(("Opuntia ficus-indica" OR "prickly pear") AND ("by-products" OR "circular economy" OR "food applications" OR "natural colorants" OR "functional ingredients" OR valorization))
Búsqueda integrada	(("Opuntia ficus-indica" OR "prickly pear" OR nopal) AND ("cultural identity" OR "national symbol" OR betalains OR "bioactive compounds" OR "circular economy" OR "food applications"))

El período de publicación se delimitó de 2015 a 2025. Los criterios de inclusión fueron: artículos científicos y revisiones publicados en inglés o español. Los resultados de ambas bases de datos se fusionaron y se depuraron de duplicados dentro de la misma plataforma.

Los registros se fusionaron y depuraron en Biblioshiny (Bibliometrix R-package), obteniendo un corpus final de [78+] publicaciones para analizar. de acuerdo con tres ejes temáticos principales:

a) Identidad cultural y valor simbólico de la tuna.
b) Aprovechamiento científico y tecnológico de sus componentes.
c) Tendencias de innovación y sostenibilidad en su uso agroindustrial.

Resultados

Eje 1 - Identidad Cultural y Nacional

A través de la producción científica anual (Figura 1) evidencia un crecimiento moderado pero constante, lo que refleja un interés académico sostenido. Este eje representa la dimensión cultural persistente de la tuna, que, si bien se mantiene como un ámbito emergente en comparación con los aspectos tecnológicos, ofrece importantes oportunidades de investigación futura, tales como explorar la relación entre el conocimiento tradicional y las aplicaciones modernas, diseñar estrategias de conservación y valorización cultural, y examinar su papel en la adaptación al cambio climático.

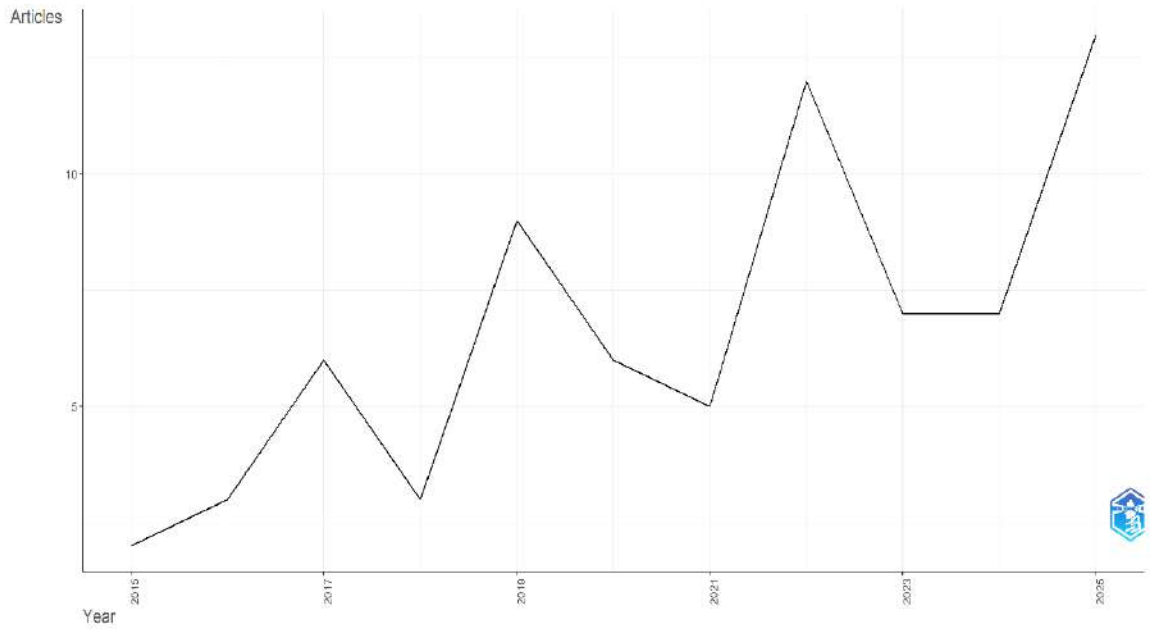


Figura 1. Producción científica anual general

Eje 2: Propiedades Funcionales y Nutricionales

En el análisis del mapa temático (Figura 2), se destacan temas motores consolidados como 'bioactive compounds', 'betalains' y 'phenolic compounds', junto con temas de nicho especializados como 'anthocyanins', 'chitosan' y 'edible coatings'. Si bien las citas promedio por año (Figura 3) reflejan un mayor impacto en

publicaciones antiguas (como las de 2017), sin embargo, no indica una menor calidad científica, sino la maduración de estudios ya consolidados, mostrando un notable potencial para nuevas líneas de investigación.

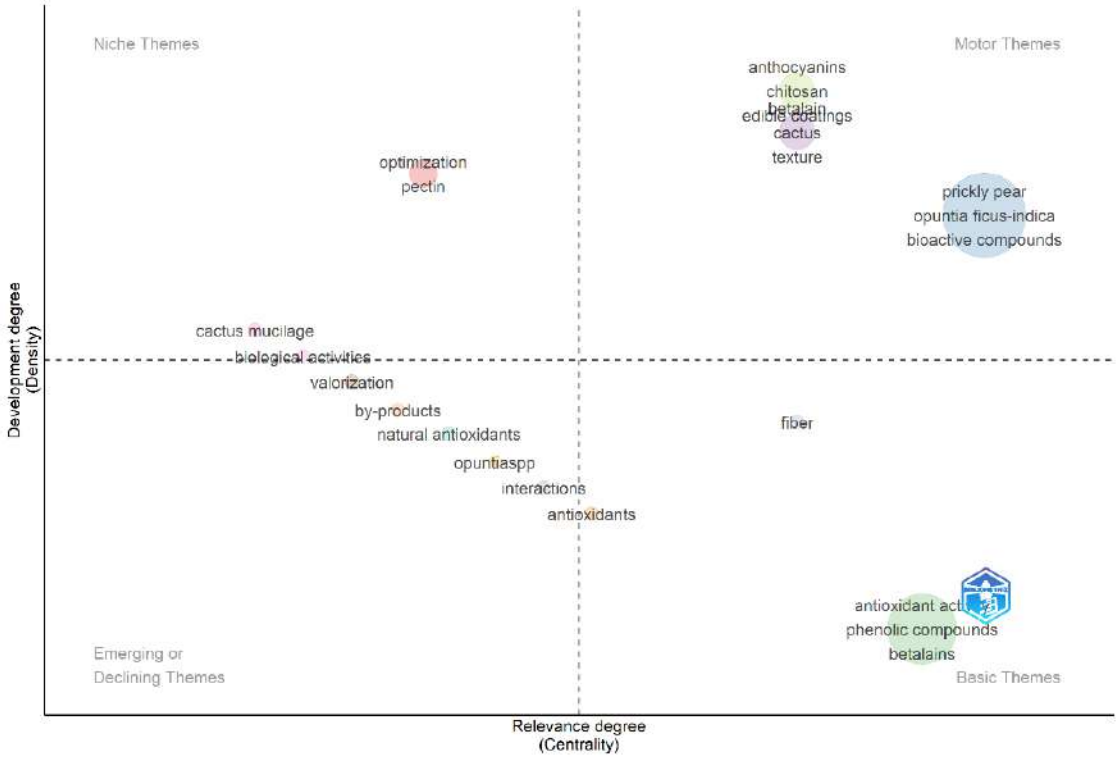


Figura 2. Eje 2 - Mapa temático

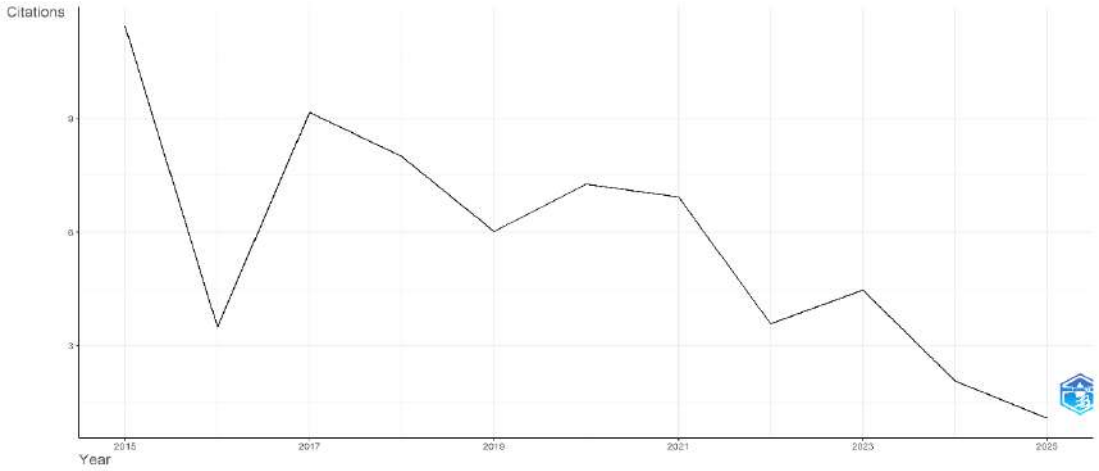


Figura 3. Eje 2 - Citas promedio por año

Eje 3 - Innovación Tecnológica y Aplicaciones

El mapa temático correspondiente (Figura 4) revela tendencias principales orientadas hacia la valorización de subproductos, la aplicación de modelos de economía circular y el desarrollo de alimentos funcionales. Esta evolución refleja una transición significativa desde la caracterización básica del fruto hacia su aprovechamiento integral, mediante el desarrollo de tecnologías sostenibles y la innovación en productos de alto valor agregado, consolidando así el potencial de la tuna como recurso estratégico en el marco de la bioeconomía.

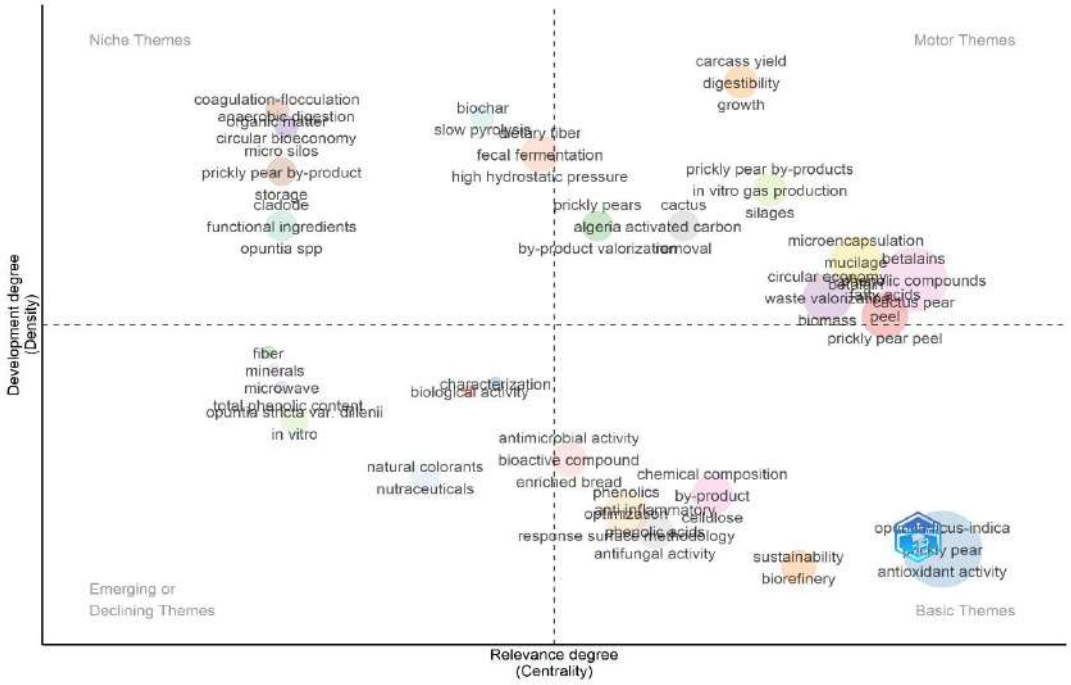


Figura 4. Eje 3 - Mapa temático

Conclusiones

El presente estudio bibliométrico permitió caracterizar la evolución y el estado actual de la investigación sobre *Opuntia ficus-indica* (tuna), integrando sus dimensiones culturales, nutricionales y tecnológicas. La investigación ha experimentado un crecimiento notable, con un núcleo científico establecido en torno a sus propiedades funcionales y nutricionales, que sustenta su transición hacia

la innovación tecnológica y la economía circular. En consecuencia, la principal oportunidad identificada radica en integrar estos tres ejes, desarrollando estrategias que, aprovechando la base científica y las aplicaciones emergentes, revaloricen su simbolismo cultural, posicionando a la tuna como un distintivo de sostenibilidad e identidad mexicana en el ámbito global.

Bibliografía citada

Amaya-Cruz, D. M., Pérez-Ramírez, I. F., Delgado-García, J., Mondragón-Jacobo, C., Dector-Espinoza, A., & Reynoso-Camacho, R. (2018). An integral profile of bioactive compounds and functional properties of prickly pear (Opuntia ficus indica L.) peel with different tonalities. Food Chemistry, 278, 568–578. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.031

Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017) bibliometrix: una herramienta R para el análisis integral de mapas científicos, Journal of Informetrics, 11(4), pp 959-975, Elsevier. https://www.bibliometrix.org/vignettes/Introduction_to_bibliometrix.html

Barba, F. J., Garcia, C., Fessard, A., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Aboudia, A., Ouadia, A., & Remize, F. (2020). Opuntia ficus indica Edible Parts: A Food and Nutritional Security perspective. Food Reviews International, 38(5), 930–952. https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1756844

Diaz-Vela, J., Totosaus, A., Cruz-Guerrero, A. E., & De Lourdes Pérez-Chabela, M. (2013). In vitro evaluation of the fermentation of added-value agroindustrial by-products: Cactus pear (Opuntia ficus-indica L.) peel and pineapple (Ananas comosus) peel as functional ingredients. International Journal of Food Science and Technology, 48(7), 1460–1467. https://doi.org/10.1111/ijfs.12113

Giraldo-Silva, L., Ferreira, B., Rosa, E., & Dias, A. C. P. (2023, February 1). Opuntia ficus-indica Fruit: A Systematic Review of Its Phytochemicals and Pharmacological Activities. Plants. MDPI. https://doi.org/10.3390/plants12030543

Ramírez-Ramos, M., Del Rosario García-Mateos, M., Corrales-García, J., Ybarra-Moncada, C., & Castillo-González, A., MA. (2015). Compuestos antioxidantes en variedades pigmentadas de tuna (*Opuntia sp.*). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000400002

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2015). TUNA: Un alimento para descubrir. In Alimentos Argentinos - MAGyP (Ficha N°41). Ministerio de Producción y Trabajo - Presidencia de la Nación. Recuperado el 14 de diciembre de 2023, de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_41_Tuna.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017). Nopal, alimento y símbolo de identidad. gob.mx. https://www.gob.mx/semarnat/articulos/nopal-alimento-y-simbolo-de-identidad

Vázquez-Espinosa, M., González-De-Peredo, A. V., Carrera, C., Palma, M., Barbero, G. F., & Aliaño-González, M. J. (2022). Ultrasound-Assisted Extraction of Betalains from Opuntia Fruit Pulp of Different Color Varieties. Agronomy, 12(11), 2604. https://doi.org/10.3390/agronomy12112604

Micropropagación *in vitro*: una herramienta clave para conservar orquídeas en riesgo

Elisa del Carmen Martínez Ochoa
Universidad Autónoma Chapingo. Preparatoria Agrícola
ecmartinezo@chapingo.mx

Introducción

La pérdida de biodiversidad vegetal constituye uno de los principales retos ambientales de la actualidad. En el caso de las especies mexicanas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo —probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial—, su conservación exige estrategias complementarias que integren la protección de hábitats, el manejo *in situ* y programas *ex situ* como bancos de semillas, colecciones botánicas y técnicas de cultivo *in vitro* (micropropagación), especialmente cuando la germinación natural o la propagación vegetativa convencional resultan limitadas. Entre las orquídeas mexicanas se registran 190 especies en alguna categoría de riesgo; sobresale el caso de *Laelia gouldiana* Santorum, conocida como “flor de muerto”, que se extinguió en su hábitat natural debido a la sobreextracción.

La micropropagación constituye una herramienta valiosa dentro de los programas de conservación de especies vegetales; no obstante, su eficacia depende de aplicarse en el marco de un manejo integral. Este enfoque requiere articular la técnica con otras estrategias, como el trabajo en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs), que permiten regular y dar seguimiento a las poblaciones bajo criterios de sostenibilidad. Asimismo, resulta indispensable considerar la normativa vigente —incluidos los permisos de colecta, manejo y reintroducción—, garantizar la trazabilidad de los ejemplares producidos y fortalecer la coordinación con instituciones dedicadas a la

conservación. Solo mediante la combinación de estas acciones es posible asegurar que la micropropagación contribuya efectivamente a la recuperación y preservación de especies en riesgo.

Esta técnica posibilita la multiplicación sexual o asexual de material vegetal a partir de un número reducido de individuos, además de respaldar bancos de germoplasma *in vitro,* obtener plantas libres de patógenos y propagar especies de difícil manejo mediante métodos convencionales. No obstante, presenta limitaciones relevantes, como los altos costos, el riesgo de variación somaclonal y la necesidad de establecer protocolos específicos para cada especie.

Las técnicas de cultivo de tejidos y micropropagación han transitado de protocolos basados en medios sólidos hacia sistemas automatizados y bioreactores de inmersión temporal (TIS/BIT), lo que ha tenido importantes implicaciones en el escalado de la producción, la calidad de las plántulas y la reducción de costos. En el diseño de programas de conservación resulta imprescindible valorar las ventajas de estas técnicas —como la multiplicación rápida, la mínima extracción de material silvestre y la conservación de genotipos de interés— frente a sus limitaciones biológicas, técnicas y regulatorias (Mohammadi *et al.,* 2023).

La elección del medio de cultivo *in vitro* depende de diversos factores, entre ellos la especie, el tipo de tejido u órgano empleado y el producto esperado. Los métodos más extendidos aún se basan en medios gelificados (agar); sin embargo, el uso de medios líquidos ha permitido escalar la producción, aunque con efectos fisiológicos adversos, como la hiperhidricidad. Para contrarrestar este problema, se desarrollaron los sistemas de inmersión temporal (TIS o BIT), que alternan periodos de inmersión y aireación, suministrando nutrientes en medio líquido sin mantener la exposición continua

(Murthy *et al.*, 2023). Este principio mejora la calidad de los brotes, incrementa las tasas de multiplicación y facilita la automatización de los procesos. De acuerdo con Hwang *et al.* (2022), el uso de TIS ha demostrado beneficios significativos al aumentar el rendimiento, la calidad de las plántulas y la supervivencia durante la aclimatización, además de favorecer la acumulación de biomasa en distintas especies hortícolas y medicinales. En el caso específico de las orquídeas, diversos trabajos han documentado el uso exitoso de sistemas de inmersión temporal en especies epífitas para mejorar la tasa de multiplicación, el desarrollo radicular y la calidad fisiológica de las plántulas como *Dendrobium* , *Phalaenopsis* y *Cattleya* (Etienne y Berthouly, 2002).

Por lo anterior, en el Laboratorio de Biotecnología se estableció como estrategia para propagar orquídeas *in* vitro, el uso de medios sólidos para la germinación de semillas y el desarrollo inicial de plántulas, complementado con la aplicación de sistemas de inmersión temporal para la multiplicación de brotes, el enraizamiento y la preaclimatización de plantas. Este enfoque busca optimizar la eficiencia del proceso de micropropagación y generar un protocolo integral que contribuya a la conservación y aprovechamiento sustentable de especies de interés.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología de la Preparatoria Agrícola. El material vegetal consistió en cápsulas de semillas de *Gongora galeata* y *Laelia anceps*, obtenidas de la UMA “Orquideario Chapingo”. Si bien estas especies no se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT, resultan de interés por ser orquídeas nativas de México. Su propagación, además, ofrece la oportunidad de establecer un protocolo base que pueda adaptarse posteriormente a la multiplicación de especies incluidas en dicha norma.

Las semillas se germinaron y desarrollaron en plántulas dentro de cinco frascos de vidrio tipo Gerber por especie, cada uno con 20 mL de medio de cultivo. Se utilizó el medio Murashige y Skoog (MS) al 50 % de sales, suplementado con 30 $g \cdot L^{-1}$ de sacarosa y 7 $g \cdot L^{-1}$ de agar-agar, ajustado a un pH de 5.7. Las plántulas se mantuvieron en una cámara de incubación a 20–24 °C, bajo un fotoperiodo de 16 h de luz (50 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) y 8 h de oscuridad.

Posteriormente, las plántulas se subcultivaron siguiendo la metodología de Chávez y Rodríguez (2022), utilizando cuatro biorreactores de inmersión temporal. El medio de cultivo líquido que se usó fue MS al 100 % de sales, complementado con 0.1 $mg \cdot L^{-1}$ de tiamina HCl, 0.5 $mg \cdot L^{-1}$ de ácido nicotínico, 0.5 $mg \cdot L^{-1}$ de piridoxina, 2.0 $mg \cdot L^{-1}$ de glicina, 100 $mg \cdot L^{-1}$ de mio-inositol, y 15 $g \cdot L^{-1}$ de sacarosa. El pH se ajustó a 5.7. En el caso del sistema de inmersión temporal, los ciclos de inmersión se programaron cada 4 horas, con una duración de un minuto por inmersión, de acuerdo con Tirado et al. (2005).

Resultados

Los parámetros evaluados incluyeron la tasa de multiplicación, el número de hojas y la formación de raíces. En medio sólido, ambas especies desarrollaron entre 25 y 30 plántulas con características morfológicas y fisiológicas adecuadas. El periodo comprendido desde la germinación hasta la formación de plántulas fue de aproximadamente tres meses. En promedio, las plántulas presentaron una a dos hojas y de tres a cuatro raíces cortas (< 0.5 cm de longitud).

Tras el trasvase a los sistemas de inmersión temporal (BIT) y después de un mes de cultivo, la primera evaluación mostró un incremento en los parámetros de crecimiento. Para ambas especies se registró una tasa de multiplicación de

dos a tres brotes por planta, acompañada de un aumento en el número de hojas (dos a tres por brote) y raíces (tres a cinco por brote).

Si bien aún se requieren evaluaciones adicionales para contar con un análisis estadístico robusto, los resultados preliminares sugieren que la transición de las plántulas desde medio sólido hacia los sistemas de inmersión temporal mejora tanto la calidad de los individuos como su tasa de multiplicación.

Conclusiones

Los resultados preliminares obtenidos en *Gongora galeata* y *Laelia anceps* evidencian que la combinación de medios sólidos para la germinación y el establecimiento inicial, junto con el uso de sistemas de inmersión temporal (BIT) para la multiplicación y el desarrollo posterior de plántulas, constituye una estrategia eficiente para mejorar la calidad morfológica y fisiológica de los individuos. Si bien es necesario realizar evaluaciones adicionales que fortalezcan el análisis estadístico y permitan ajustar las condiciones de cultivo, estos avances representan un primer paso en la construcción de protocolos aplicables a especies de orquídeas mexicanas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT. En este sentido, los resultados sientan las bases para desarrollar programas de conservación *ex situ* más efectivos y contribuir al aprovechamiento sustentable de especies de interés ecológico y ornamental.

Bibliografía

Chávez-Ortíz, L. I., y Rodríguez-Ortega, M. E. (2022). Propagacion de plantas en biorreactores de inmersion temporal (Cap. II). En J. F. Morales-Dominguez (Comp.), Algunas aplicaciones biotecnológicas en plantas y microalgas (pp. 65-76). https://doi.org/10.33064/uaa/978-607-8834-70-9

Etienne, H., y Berthouly, M. (2002). Temporary immersion systems in plant micropropagation. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 69(3), 215–231.

Hwang, H.-D., Kwon, S.-H., Murthy, H. N., Yun, S.-W., Pyo, S.-S., & Park, S.-Y. (2022). Temporary Immersion Bioreactor System as an Efficient Method for Mass Production of In Vitro Plants in Horticulture and Medicinal Plants. *Agronomy*, *12*(2), 346. https://doi.org/10.3390/agronomy12020346

Mohammadi, M.A., Wai, M.H., Rizwan, H.M. *et al.* Advances in micropropagation, somatic embryogenesis, somatic hybridizations, genetic transformation and cryopreservation for *Passiflora* improvement. *Plant Methods* 19, 50 (2023). https://doi.org/10.1186/s13007-023-01030-0

Murthy, H. N., Joseph, K. S., Paek, K. Y., & Park, S. Y. (2023). Bioreactor systems for micropropagation of plants: present scenario and future prospects. Frontiers in Plant Science, 14:1159588. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1159588.

NOM-059-SEMARNAT-2010. (2010). *Protección ambiental — Especies nativas de México de flora y fauna silvestres — Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.* Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. Documento PDF: PROFEPA/SEMARNAT. Disponible en sitio oficial.

Tirado, JM, Naranjo, EJ y Atehortúa, L. (2005). Propagación *in vitro* de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) a partir de protocormos, mediante el sistema de inmersión temporal “RITA”. Revista Colombiana de Biotecnología , VII (1), 25-31.

Sustancias húmicas en el crecimiento de lechuga orejona (*Lactuca sativa* cv. Parris)

Lucero Cruz Cruz [1]; César Pérez Cortés[1]; Sara Monzerrat Ramírez Olvera[2] *

[1]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo; [2] Posgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados
ramirez.sara@colpos.mx

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es la hortaliza de hoja más consumida y cultivada a nivel mundial; se estimó que en 2018 la superficie total cosechada fue de más de 1.27 millones de hectáreas; posee propiedades nutraceúticas, contiene un 94-95% de agua, es baja en calorías, además posee compuestos bioactivos como flavonoides, ácidos fenólicos, carotenoides, grupos de vitamina B, ácidos ascórbico y tocoferoles (Medina-Lozano et al., 2021; Shi et al., 2022). En México esta hortaliza es una de las más producidas, según datos proporcionados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2024), se obtuvo una superficie total cosechada de 21,746 hectáreas con una producción de 512, 431 toneladas, con un valor de la producción de 2,846,103 miles de pesos.

Las sustancias húmicas son mezclas complejas y heterogéneas de materiales polidispersos formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones bioquímicas y químicas durante la descomposición y transformación de restos vegetales y microbianos, los ácidos húmicos se extraen del suelo y otras fuentes utilizando hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH) (International Humic Substances Society, 2025; Baldotto y Baldotto, 2014).

Son capaces de formar complejos estables con metales y otros elementos, los compuestos que son capaces de formar estos complejos se denominan agentes quelantes o quelatos; por lo tanto, los ácidos húmicos pueden formar micrositios que contienen diferentes moléculas. Intervienen directa e indirectamente en el

metabolismo de las plantas, directamente ya que influyen en el transporte de iones, la actividad respiratoria, el contenido de clorofila, la síntesis de ácidos nucleicos y la actividad enzimática dando como resultado el incremento de la biomasa vegetal; además actúan indirectamente al incrementar la capacidad de intercambio catiónico en los sustratos, el suministro de nutrientes y la retención de humedad (Baldotto y Baldotto, 2014). El objetivo del experimento fue evaluar y analizar los efectos de la aplicación de dos concentraciones de ácidos húmicos en plantas de lechuga.

Materiales y método

El experimento se llevó a cabo en el periodo mayo-julio de 2025 en el invernadero del Posgrado de Edafología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos; se utilizaron semillas de lechuga orejona variedad 'Parris', las cuales fueron sembradas en charolas de unicel utilizando peat moss como sustrato. Las plántulas fueron trasplantadas a bolsas de plástico negro con un volumen de sustrato de 6 L; el sustrato utilizado fue tezontle. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, número de hojas y diámetro de corona; la altura fue medida con un flexómetro, el número de hojas se contabilizó desde las hojas internas hacia las externas y el diámetro se obtuvo midiendo la distancia entre los extremos de las hojas externas.

Se aplicaron tres tratamientos: T1 (0%), T2 (0.01%) T3 (0.02%) cada tratamiento con 20 repeticiones; las plantas fueron irrigadas diariamente con 300 ml de solución nutritiva Steiner en donde se diluyeron las sustancias húmicas a las concentraciones ya mencionadas. El análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico SAS mediante un modelo de análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan (DMRT).

Resultados

La aplicación de sustancias húmicas junto a la solución nutritiva si incrementó la altura de la planta y el número de hojas, particularmente se observó un mayor efecto en el tratamiento con el 0.01%, sin embargo, no tuvo diferencias significativas respecto al tratamiento sin ácidos húmicos.

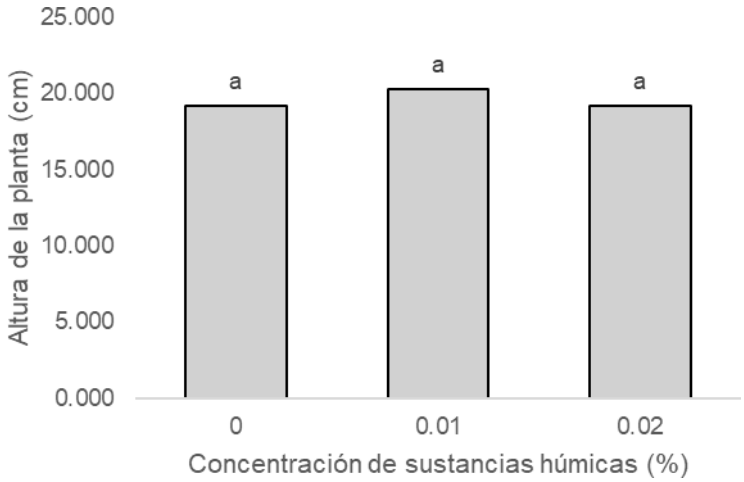


Figura 1. Altura de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Parris) tratadas con diferentes concentraciones de sustancias húmicas, las letras en cada columna indican que no hubo diferencia estadística entre tratamientos.

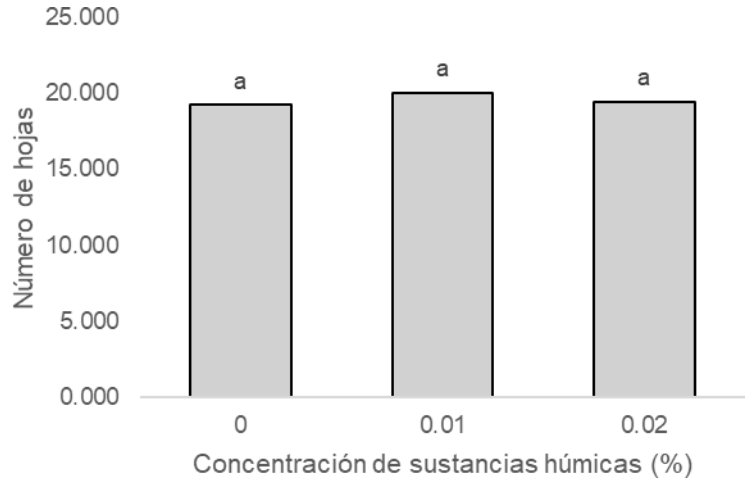


Figura 2. Número de hojas de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Parris) tratadas con diferentes concentraciones de sustancias húmicas, las letras en cada columna indican que no hubo diferencia estadística entre tratamientos.

En cambio en el diámetro de corona los tratamientos con 0.01% y 0.02% de sustancias húmicas si tuvieron una diferencia significativa respecto al tratamiento sin sustancias húmicas, incrementando en un 9% el diámetro de corona.

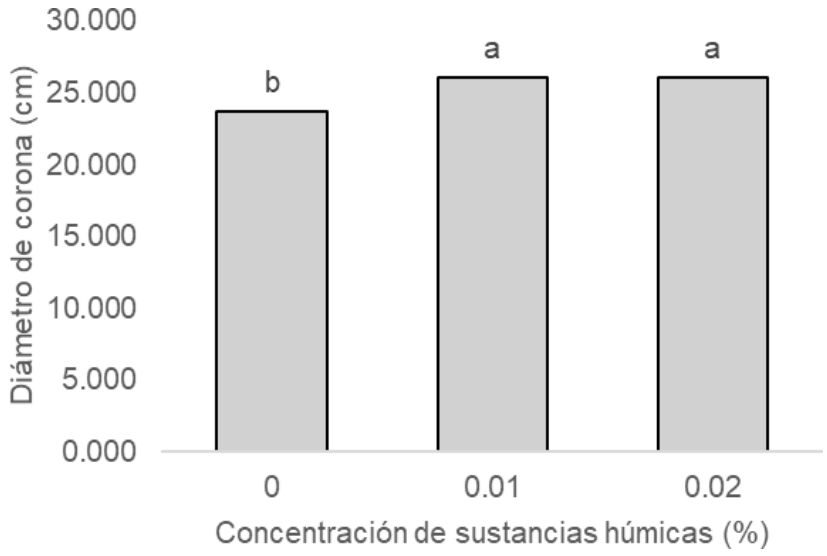


Figura 3. Diámetro de corona de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Parris) tratadas con diferentes concentraciones de sustancias húmicas; las letras diferentes en cada columna indica que hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

Conclusión

La aplicación de sustancias húmicas al 0.01% incrementó altura de la planta, número de hojas y diámetro de corona siendo este último el único que presentó una diferencia estadística significativa con un aumento del 9% en el diámetro de corona. A pesar de que en las dos variables restantes no se observó una diferencia estadística el tratamiento con 0.01% si promovió una mayor vigorosidad en la planta, efecto que se atribuye a la capacidad de las sustancias húmicas para facilitar el transporte y absorción de micro y macronutrientes. Dichos resultados indican que la aplicación de sustancias húmicas en bajas concentraciones representa una estrategia efectiva para la optimización del proceso de absorción de nutrientes.

Bibliografía

Baldotto, M. A., y Baldotto, L. E. B. (2014). Ácidos húmicos. *Revista Ceres*, *61*, 856-881. https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000011

International Humic Substances Society. (2025). ¿Qué son las sustancias húmicas? https://humic-substances.org/what-are-humic-substances-2/

Medina-Lozano, I., Bertolín, J. R., y Díaz, A. (2021). Nutritional value of commercial and traditional lettuce (Lactuca sativa L.) and wild relatives: Vitamin C and anthocyanin content. *Food Chemistry*, *359*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129864

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta [Conjunto de datos]. En *SIACON*.

Shi, M., Gu, J., Wu, H., Rauf, A., Emran, T. B., Khan, Z., Mitra, S., Aljohani, A. S. M., Alhumaydhi, F. A., Al-Awthan, Y. S., Bahattab, O., Thiruvengadam, M., y Suleria, H. a. R. (2022). Phytochemicals, nutrition, metabolism, bioavailability, and Health Benefits in Lettuce—A Comprehensive Review. *Antioxidants, 11*(6), 1-23. https://doi.org/10.3390/antiox11061158

La incorporación de roca fosfórica al sustrato mejora el crecimiento de lechuga orejona (*Lactuca sativa* cv. Parris)

Emmanuel Valle Cruz [1], Sara Monzerrat Ramírez Olvera [2*], Víctor Manuel Ordaz Chaparro [2]

[1]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo;
[2] Posgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados
ramirez.sara@colpos.mx

Introducción

La lechuga, representa una de las principales hortalizas de hoja a nivel mundial; se destaca nutricionalmente en el contenido de fibra dietética (ronda de 9 a 21 mg g^{-1} de peso fresco), aporta elementos como sodio, potasio, calcio, etc. Además, es una fuente de Vitamina B9, Vitamina C, Vitamina E, ácido α-linolénico, etc. (Kim et al., 2016). En México, el consumo anual per Cápita es de 2.2 kg (SIAP, 2024)

El SIAP reporta que en México la lechuga se produce en aproximadamente 22,000 hectáreas, de las cuales se obtienen poco más de 500,000 toneladas, las cuales tienen un valor de 2,846,103 miles de pesos.

La fosforita es una roca sedimentaria de origen químico que presenta en su contenido al menos una quinta parte de P_2O_5 (pentóxido de fósforo) en forma de distintos minerales como los son flourapatita, apatita, etc; el principal uso de la fosforita en la agricultura es en la producción de fertilizantes químicos (Secretaría de Economía, 2018), los cuales son empleados en remediar-complementar los requerimientos de fósforo por parte de los cultivos; sin embargo, los fertilizantes fosfatados presentan una gran ineficiencia, debido a que las plantas solo absorben entre el 15 al 25% del fertilizante aplicado (Khan et al., 2023) lo cual se debe principalmente al desconocimiento y/o ineficiencia en la aplicación del fertilizante.

La necesidad de utilizar fertilizantes fosfatos en la producción de alimentos surge por la lenta difusión del fósforo del suelo a las raíces de los cultivos, lo que induce la deficiencia de este elemento al no poder abastecer la demanda de fósforo de los cultivos tanto en tiempo como en cantidad; corregir estas deficiencias tempranamente es crucial, debido a que el fosforo desempeña diversas funciones en las plantas, entre las que se pueden destacar el almacenamiento y transferencia de energía (ATP y ADP), participación como componente estructural del ADN, ARN, fosfoproteínas y fosfolípidos, etc. (Mixquititla y Villegas 2016)

El enriquecimiento de sustratos se refiere al conjunto de actividades que ocasionan una modificación de las propiedades del sustrato a través de diferentes estrategias, las cuales generalmente incluyen la adición de algún material. En este trabajo se analizó el efecto del sustrato enriquecido con fosforita.

Materiales y métodos

El presente experimento se llevó a cabo entre los meses de mayo y julio de 2025 en un invernadero perteneciente al área de Edafología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se utilizaron semillas de lechuga orejona de la variedad ‘Parris’, las cuales fueron sembradas en charolas de unicel de 200 cavidades, empleando peat moss como sustrato. En cada cavidad se colocaron tres semillas, y posteriormente se realizaron raleos a los 7 y 14 días después de la siembra, dejando una plántula por cavidad para mantener una relación 1:1 entre plántula y cavidad.

A los 42 días después de la siembra, las plántulas fueron trasplantadas a bolsas de plástico negro con un volumen de sustrato de 6 L. El sustrato utilizado fue tezontle con tamaño de partícula mayor a 0.5 mm, en mezcla con fosforita natural obtenida de la empresa Minerales Lozano.

El análisis estadístico se realizó mediante un modelo de análisis de varianza (ANOVA). Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de

varianzas, y se aplicaron pruebas de comparación de medias (Tukey HSD) con un nivel de significancia de α = 0.05. El procesamiento de datos se efectuó utilizando el software estadístico SAS.

Resultados y discusión

La incorporación de roca fosfórica al sustrato incrementó significativamente el porcentaje de cobertura en plantas de lechuga a las dosis de 2 y 3%, con aumentos de 74 y 85 %, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo, mientras que la dosis de 1% no mostró efectos significativos (**Figura 1**).

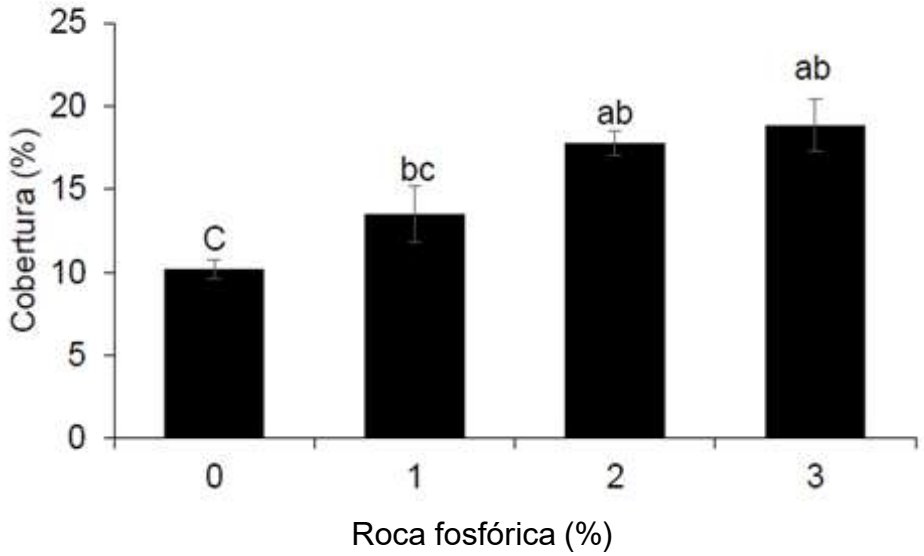


Figura 1. Porcentaje de cobertura de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Parris) cultivadas en sustrato adicionado con roca fosfórica. Medias ± DE con letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

De manera consistente, el diámetro de cabeza (Figura 2), y el número de hojas (Figura 3) incrementaron significativamente con la incorporación de 2 y 3% de roca fosfórica respecto al tratamiento testigo.

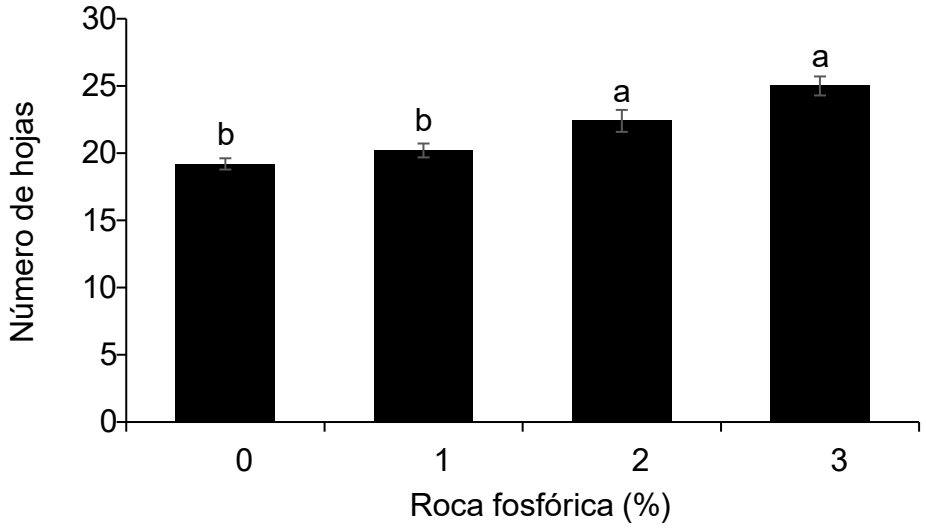


Figura 2. Número de hojas de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Parris) cultivadas en sustrato adicionado con roca fosfórica. Medias ± DE con letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

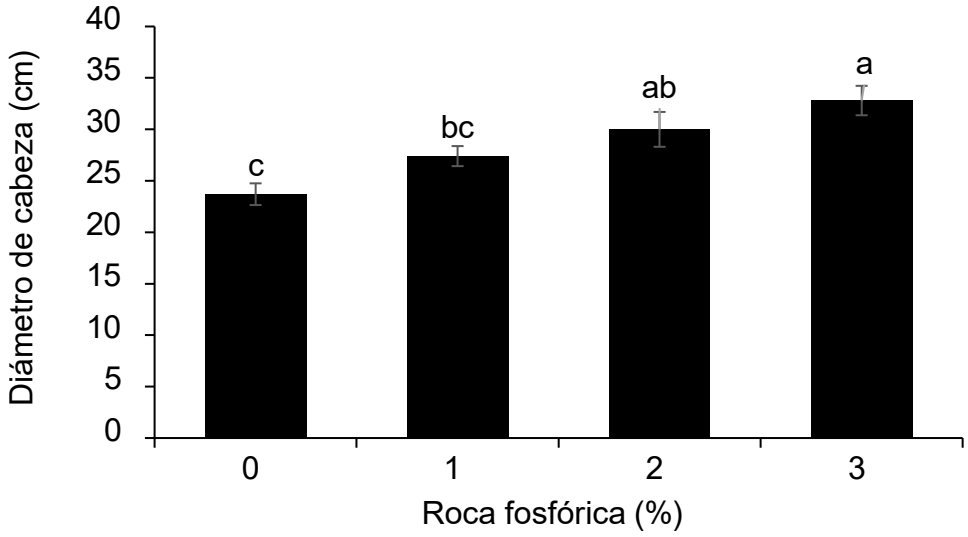


Figura 3. Diámetro de cabeza de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Parris) cultivadas en sustrato adicionado con roca fosfórica. Medias ± DE con letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusiones

El enriquecimiento del sustrato con fosforita trae consigo efectos benéficos estadísticamente significativos en la parte aérea de las plantas de lechuga, presentándose estos en un 2% y 3% de enriquecimiento del sustrato, lo cual podría estar asociado a una mayor disponibilidad de P en la rizosfera; la técnica empleada en este trabajo podría ser una estrategia viable de fertilización de liberación lenta que puede disminuir la dependencia a los fertilizantes fosfóricos.

A pesar de los resultados positivos a los cuales se han llegado con el presente estudio, se requiere de futuras evaluaciones, en diferentes condiciones, cultivares, especies, etc. Lo cual, permitirá establecer estándares de dosis de enriquecimiento optimas, así como la reproducibilidad en distintos ambientes, sustratos, etc.

Bibliografia citada

Franzoni, G.; Cocetta, G.; Prinsi, B.; Ferrante, A.; Espen, L. Biostimulants on Crops: Their Impact under Abiotic Stress Conditions. Horticulturae 2022, 8, 189. https:// doi.org/10.3390/horticulturae8030189

Goel, P. y Dhingra, M. (2021). Humic Substances: Prospects for Use in Agriculture and Medicine. Humic Substances, Chapter 1. https://doi.org/10.5772/intechopen.99651

Jindo, K., Canellas, L. P., Albacete, A., Figueiredo dos Santos, L., Frinhani Rocha, R. L., Carvalho Baia, D., Oliveira Aguiar Canellas, N., Goron, T. L., & Olivares, F. L. (2020). Interaction between Humic Substances and Plant Hormones for Phosphorous Acquisition. *Agronomy*, *10*(5), 640. https://doi.org/10.3390/agronomy10050640

Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., & Zhao, C. (2023). Phosphorus

Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. Plants (Basel, Switzerland), 12(15), 2861. https://doi.org/10.3390/plants12152861

Mixquititla Casbis Gabriela y Villegas Torres Óscar G. (2016). Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos 2 (3): 55-61 Acta agrícola y pecuaria Vol. 2 Núm. 3 (2016).

Moo Jung K., Youyoun M., Janet C. T., Beiquan M., Nicole L. W. (2016). Nutritional Value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Journal of Food Composition and Analysis (49). 19-34. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004

Secretaría de Economía (diciembre 2018). PERFIL DE MERCADO DE LA FOSFORITA. Gobierno de México, 48 P.

SIAP (2024) Lechuga. PANORAMA AGROALIMENTARIO 2018-2024. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. P. 88.

Estrategias de reproducción social y perspectivas en torno a la economía campesina en Manuel Ávila Camacho, Tlaxcala, México.

Efraín García Palacios; Cristóbal Santos Cervantes
Universidad Autónoma Chapingo
efrayin.palacios@gmail.com

Introducción

En México, con la inserción al Tratado de Libre Comercio (TLCAN) posteriormente con el renovado Tratado de libre comercio entre México, Estados Unidos, Canadá (TMEC), las actividades agrícolas y ganaderas continúan siendo dos de las actividades de mayor importancia y es que, no solamente representan actividades económicamente trascendentes, sino que proveen, muchas veces a las áreas urbanas, de alimentos tanto de origen vegetal como animal. Además, representan un modo de vida que incluye una cosmovisión alternativa al capitalismo.

La economía campesina continúa materializando estrategias de producción donde la familia es el centro medular de su acción intentando muchas veces tener cabida en el modelo capitalista. Desde el marco conceptual de la propuesta hecha por Chayanov[1], las unidades campesinas insertadas en la sociedad capitalista desarrollan estrategias históricas que continúan reproduciendo los campesinos (Aguado, 2013, p. 99).

En este escenario, y bajo las preocupaciones globales de asegurar la alimentación, producir alimentos cada vez más sanos e inocuos, y en la búsqueda de consolidar la seguridad alimentaria, sobre todo de las familias campesinas, se apremia la necesidad de consolidar estrategias de orientación y reorientación de las unidades campesinas, para mejorar y optimizar sus

[1] Chayanov (1974), ha expuesto que los sistemas de producción campesina constituyen parte de un sistema económico propio, diferente al sistema capitalista, en la cual los campesinos operan bajo una lógica que coloca en el centro de su entorno los factores de producción propios, como son tierra, capital y trabajo, y cuyo objetivo es el equilibrio entre la producción y el consumo para la subsistencia de su unidad familiar y resta importancia a la ganancia.

procesos de producción, desde una comprensión cultural sobre sus estrategias de reproducción, y que todo cambio propuesto, no vulnere sus entornos sociales en donde las unidades campesinas se desarrollan.

En esta investigación, se estudian las condiciones en que se da la economía campesina en el ámbito local, basándose en el conocimiento de los saberes entorno a la economía local, describiendo sus actividades y recabando sus problemáticas de reproducción. De manera particular, se caracterizan los principales procesos y formas de producción evidenciando la importancia aun de la economía familiar campesina.

Asimismo, desde el enfoque teórico se toman como válidas las aportaciones realizadas por Chayanov, con las puntualizaciones que realiza Van Der Ploeg sobre la condición campesina, toda vez que se entiende una evolución constante del campesino en la búsqueda continua de estrategias de reproducción para sobrevivir frente al embate del actual modelo neoliberal.

Materiales y métodos

Se ha tomado como referencia la investigación en una comunidad particular con un acercamiento metodológico que permita comprender las características particulares de la economía campesina y las estrategias de reproducción social entorno a las actividades que aún se siguen reproduciendo en las áreas rurales de México, particularmente en el estado de Tlaxcala.

El enfoque de estudio es cualitativo de alcance exploratorio y con un corte temporal de tipo transversal. Se llevó a cabo una fase de campo en comunidad y una constante interacción con los actores locales para comprender las formas y estrategias de reproducción social entorno a su economía familiar utilizando como instrumentos de recolección de información la entrevista, la observación directa y dos talleres con actores clave de la comunidad.

El trabajo se desarrolló en la comunidad de Manuel Ávila Camacho, municipio de Cuapiaxtla, Tlaxcala. Representa una de las localidades con más

historia en la conservación de sus prácticas campesinas y con 397 habitantes (INEGI, 2020).

En el proceso se han utilizado herramientas de investigación cualitativas y cuantitativas. La parte cualitativa es de tipo inductivo abordando la perspectiva de los actores sociales y considerando los elementos que interactúan a su alrededor, de tal forma que se permite recuperar de manera directa la participación de la población a través de entrevistas semiestructuradas.

Resultados

Las estrategias de producción y reproducción locales

El crecimiento urbano en la ciudad de Puebla y las zonas conurbadas, incluida Tlaxcala, ha llegado a tal punto de rebasar no solamente los límites geográficos, sino de afectar los espacios rurales de ambas entidades. En el caso de Tlaxcala, particularmente de la región oriente[2] se ha vislumbrado desde hace varios años el crecimiento urbano e industrial en al menos cinco de sus siete municipios. Esta situación, ha ocasionado significativamente el cambio del uso del suelo, disminución de la producción agropecuaria, asentamientos de corredores industriales e incremento poblacional desregulado.

Siendo la agricultura la actividad más sobresaliente, se identifican de acuerdo con la información de campo cultivos de maíz, calabaza, frijol, papa, haba y hortalizas como la lechuga, brócoli, cebolla y jitomate. Se trata de una agricultura tradicional donde cuando menos desde la última década se ha incorporado tecnología agrícola como el uso de tractor para las labores agrícolas, aunque sigue existiendo alrededor de un 30% de los campesinos que aun emplean la tracción animal y tecnología tradicional para la preparación de la tierra, labores agrícolas y cosecha de sus cultivos.

En el estudio se detectaron 178 unidades familiares, de las cuales predomina significativamente las de tipo agrícola, casi en su totalidad vinculadas

[2] De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Territorial del estado de Tlaxcala de 2017, la región oriente se encuentra conformada por 7 municipios, llámese Huamantla, Terrenate, Atltzayanca, Cuapiaxtla, Tequexquitla, Ixtenco y Citlaltépetl con una extensión territorial de 919.084 km^2, colindando al norte y sureste con el estado de Puebla.

a otras estrategias de reproducción como son la actividad pecuaria y los huertos de traspatio (152 unidades). Otras menos significativas en número, solamente se dedican a actividad de traspatio (4.5%), actividad ganadera (3.9%), actividad agrícola (2.8%) y actividad artesanal (2.2%) (Gráfico 1.).

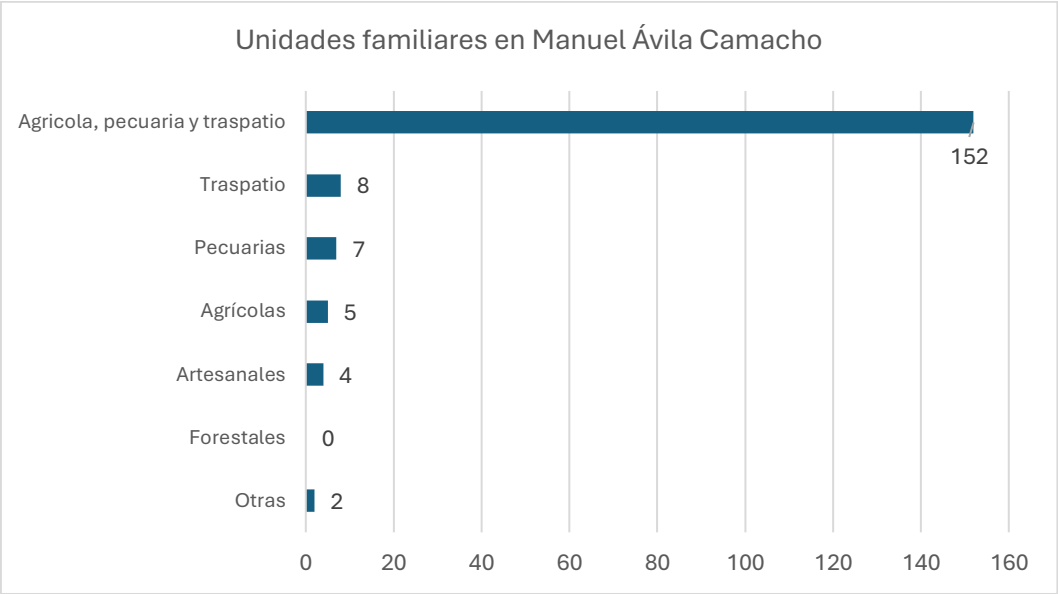


Gráfico 1. Principales actividades productivas de las unidades familiares.

Se aprecia que la combinación de las actividades agrícolas, pecuarias y de traspatio predominan significativamente, ya que el 85.4% (152) de las unidades familiares desarrollan estas actividades. La importancia cultural sobre la agricultura familiar continúa manifestándose con un papel preponderante pese a los efectos externos evidentes sobre los cambios de uso del suelo y demás transformaciones de las políticas agrarias. Inclusive, como resaltan los actores locales entrevistados, resulta culturalmente importante para su seguridad alimentaria y la conservación de sus recursos, así como las prácticas agrícolas heredadas.

Se hallaron respuestas contradictorias sobre la acelerada industrialización de la región, ya que, el 44.2% de los campesinos visualizan una oportunidad de mercantilizar sus tierras, sus recursos y su mano de obra a costa de beneficios económicos. Empero, existe un 55.8% que admite resistencia a estas incursiones derivado de los daños y perjuicios sobre los recursos naturales, la contaminación ambiental y el uso y privatización del agua, efectos ya visibles en

la región. Del total de la muestra de entrevistados (22), el 63.4% desarrollan una economía tradicional campesina, con las características antes mencionadas (es decir una combinación de agricultura, ganadería y actividades productivas de traspatio). Con una actividad meramente empresarial, dos productores (9.1%) desarrollan una práctica agrícola de más de 10 has en promedio y con uso de tecnología propia o rentada como la maquinaria agrícola, uso de semillas mejoradas y contratación de mano de obra, lo que Chayanov refiere como un productor empresarial. Asimismo, cuatro unidades productivas (18.2 %) enfocadas al ciento por ciento en la actividad ganadera bajo un sistema intensivo de engorda y producción de leche bovina.

El promedio de ingresos obtenidos de las unidades campesinas tradicionales oscila entre los $7,912.00 y $8,876.00 mensuales (promedio de $8,394.00). De los cuales, $2,200 (26.2%) se obtienen de la venta de su fuerza de trabajo, $3,230 (38.5%) de la comercialización de productos no agropecuarios, $2,269 (27%) de la venta de excedentes de su producción agrícola y $696 (8.3%) por la venta de productos pecuarios o derivados (los datos corresponden a promedios). Es así como, se observa a través de la pluriactividad las diferentes entradas de ingresos que ayudan a mantener la supervivencia de la unidad familiar (ver gráfico 2). Destaca que la producción llevada a cabo en su traspatio es ciento por ciento para autoconsumo.

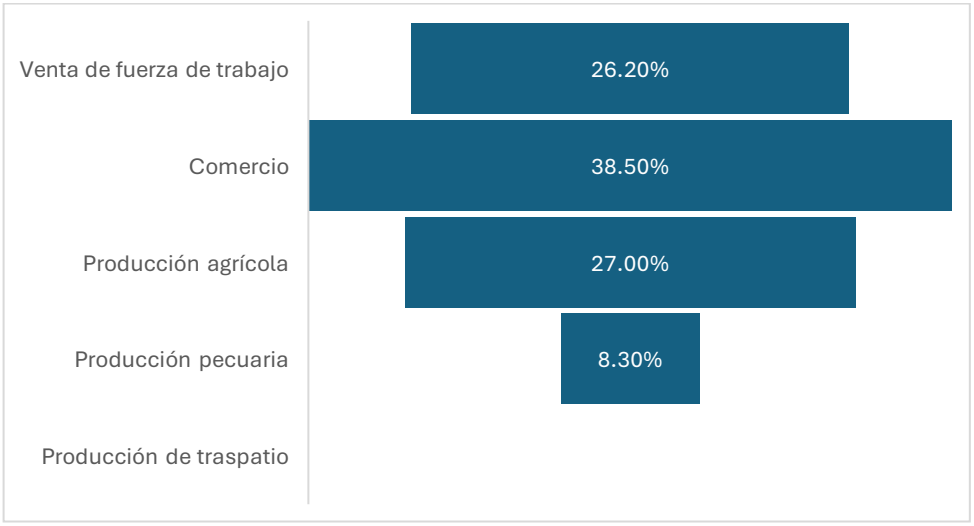


Gráfico 2. Principales ingresos de la pluriactividad de la unidad campesina familiar

Dos tipos más de unidades campesinas en un proceso de transición se han encontrado en la investigación. Por un lado, aquellas unidades familiares que han equilibrado la actividad agrícola con otras actividades que les reditúan económicamente y otras que, continúan desarrollando la agricultura, pero en menor escala enfocándose ahora a la actividad ganadera intensiva como principal actividad, y ocasionalmente en la venta de su mano de obra.

Las primeras, se caracterizan por encontrar un equilibrio particularmente en el tema del ingreso familiar, de alguna forma mantienen la búsqueda de permanencia en el campesinado tradicional (31%) y el sentido de pertenencia, pero reproducen otras estrategias complementarias como la fuerza de trabajo (28%), la actividad pecuaria (23%) y el comercio informal (18%) para contrarrestar su posición desventajosa del mercado y sobrevivir (Gráfico 3).

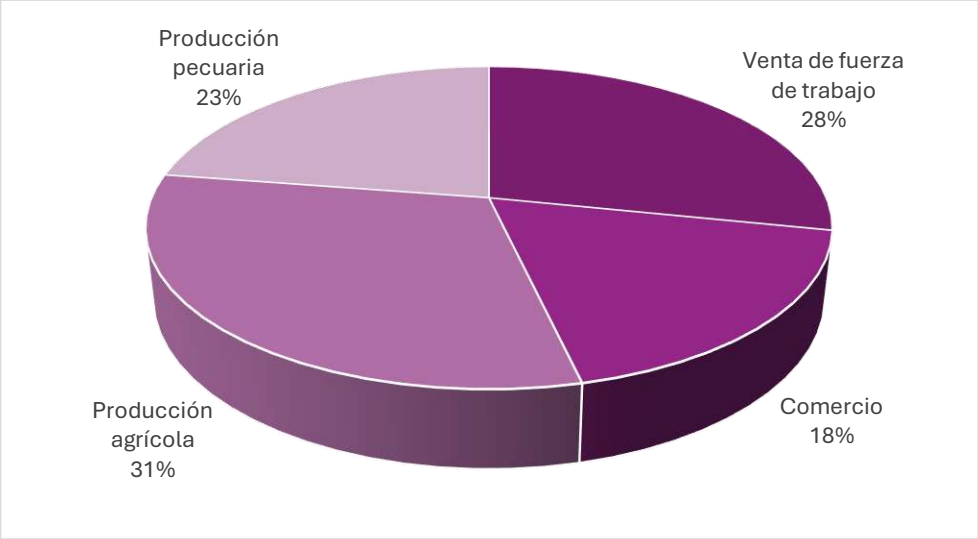


Gráfico 3. Pluriactividad reflejada en las diversas actividades que generan ingresos

El otro tipo de productor/campesino, es el que ha encontrado una vocación, muchas veces también heredada, enfocada a la producción pecuaria y maximiza sus esfuerzos familiares para producir alimentos de origen animal, llámese carne, leche y/o huevo (79%). Continúa reproduciendo la actividad agrícola (17%) pero en menor medida y también oferta su mano de obra (4%) para ingresar recursos económicos y capitalizar su unidad de producción pecuaria (Gráfico 4).

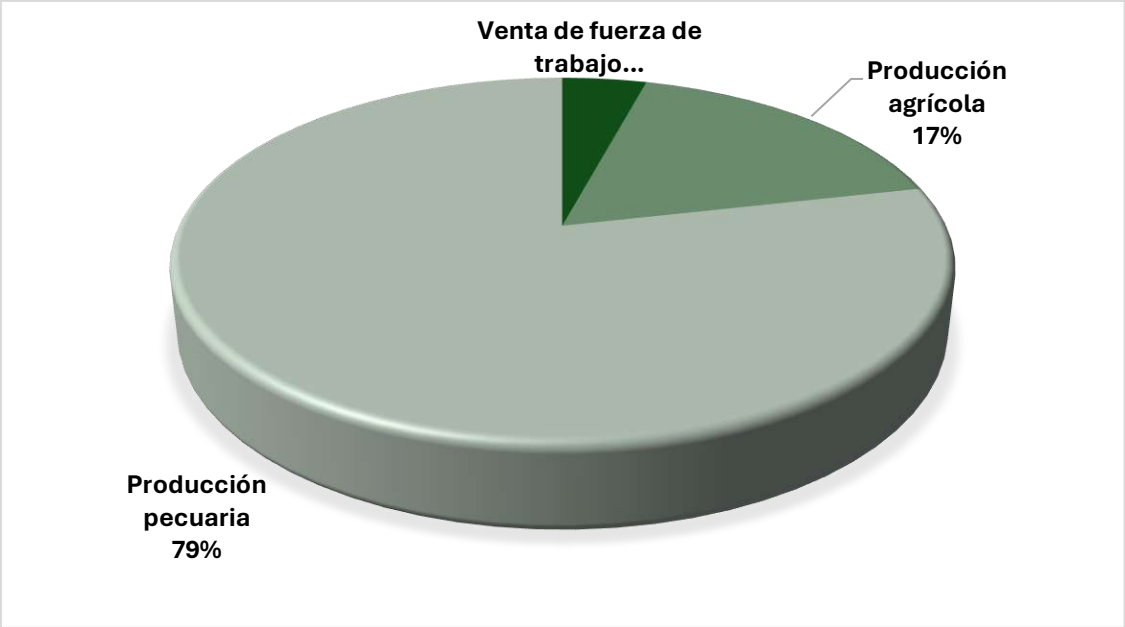


Gráfico 4. Tipo de campesino de transición hacia la producción pecuaria

Respecto a este último tipo de unidad campesina en proceso de transición, Van Der Ploeg afirma que la condición campesina representa un fujo en el tiempo y que, la presencia de relaciones de dependencia, inseguridad, marginalidad y falta de perspectivas inherentes hacen del modo campesino una institución necesaria para el "progreso" (Van Der Ploeg, 2010, p. 65). O bien, lo que este autor denomina una relación especifica de relaciones entre la unidad campesina y los mercados de forma estructurada, o bien… "la reproducción relativamente autónoma e históricamente asegurada" (Van Der Ploeg, 2010, p. 76).

Conclusiones

La comunidad de Manuel Ávila Camacho Cuapiaxtla, Tlaxcala continúa resistiendo con sus formas tradicionales de economía familiar y campesina, aún y cuando en sus entornos ya se encuentran los capitales privados incursionando con el mercado de productos, laboral y privatizando los recursos naturales, llámese suelo y agua principalmente, y mercantilizando la mano de obra disponible. En este sentido, es importante recuperar y revalorizar los aspectos más trascendentes de la economía familiar, para identificar de qué manera se insertan las unidades campesinas y los mecanismos de adopción de estrategias

de sobrevivencia. A partir de ahí, quizá sea posible encontrar formas de desarrollo acordes con las necesidades y potencialidades en los entornos locales.

La comunidad y las unidades económicas campesinas ahí presentes confluyen en una serie de características que las definen de manera particular y que deben ser tomadas en cuenta en los procesos de gestión del territorio, ya que: a) tienen una forma de gestión de los recursos humanos, económicos y materiales entorno a sus necesidades de consumo, y no sobre la ganancia de su producción, b) el eje principal de su fuerza de trabajo es la familia y sus miembros, por lo que al iniciarse los procesos de migración de alguno de sus miembros ocurre un desequilibrio entendido como parte de los procesos de transformación y estrategias de sobrevivencia, c) existe alrededor de su unidad económica campesina y familiar una serie de relaciones y valores que continúan dando vida a su particular forma de reproducción social, y d) el tema monetario se ha convertido en los últimos años en tema de transformación positiva, ya que es visto como una oportunidad de emplearse en empresas de la región principalmente de carácter privado. Por tanto, existen unidades económicas familiares que ya dependen de las remuneraciones económicas por la venta de su fuerza de trabajo y por la venta de su producción y/o de los excedentes.

A pesar de los procesos acelerados de urbanización e industrialización, la economía campesina continúa subsistiendo, pero con un dinamismo tal que comienza a adoptar comportamientos característicos del mercado capitalista. Esta movilización se da bajo un proceso dinámico que se transforma y adapta a las nuevas circunstancias del productor/campesino. La unidad campesina de Manuel Ávila Camacho sigue manteniendo las características que Schejtman enumeró como las más sobresalientes. Entre ellas, a) el carácter familiar de la unidad productiva, b) el compromiso con la fuerza de trabajo familiar, c) la intensidad del trabajo de acuerdo con el tamaño de la familia y sus necesidades, d) el carácter mercantil de sus excedentes, e) la indivisibilidad del ingreso familiar, f) el carácter intransferible de una parte del trabajo familiar y,

particularmente, g) el sentido de pertenencia a un grupo territorial (Schejtman, 1986).

Reconocer el conocimiento y la experiencia de saberes locales, particularmente sobre sus actividades tradicionales, agrícolas y pecuarias, es vital para la construcción de valores sobre el trabajo comunitario, particularmente en la población infantil y la conservación de conocimientos empíricos como parte de una riqueza cultural y de identidad en el entorno local. Esta es una tarea que sin duda la llevan a cabo consciente o inconscientemente en su entorno familiar, afirmando que, se seguirán generando dinámicas económicas, culturales, sociales, políticas y tecnológicas no solo en sus contextos rurales, si no de alguna forma incidiendo en los entornos urbanos periféricos.

Bibliografía Citada

Aguado, L. E. (1993). La reproducción campesina y las estrategias de sobrevivencia en el mundo rural. *Eduardo Aguado López*. Méx., D.F: UAE.

Basurto, S. y Escalante, R. (2012). Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México*, Economía UNAM, 9 (25),* 51-73. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2012000100004&lng=es&tlng=es.

Calva, J. L. (2004). Ajuste estructural y TLCAN: Efectos en la agricultura mexicana y reflexiones sobre el ALCA*. El Cotidiano, 19 (124),* 14-22. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/325/32512402.pdf

Chayanov, A. (1974). *La organización de la unidad doméstica campesina*. Ediciones Nueva Visión. Buenos aires, Argentina.

De Grammont, H. (2006). La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos. En De Grammont y Martínez (Coords), *La pluriactividad en el campo Latinoamericano*. (pp. 2-13). FLACSO, Quito, Ecuador.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. Laboratorio de microdatos

Kay, C. (2010). Estudios rurales en América Latina en el periodo de globalización neoliberal: ¿una nueva ruralidad? *Revista mexicana de sociología*. *71 (4).* https://doi.org/10.22201/iis.01882503p.2009.004.17769

Lehmann, D. (1985). Dos vías de desarrollo capitalista en la agricultura o crítica de la razón chayanoviano-marxizante. *Revista Andina. Año 3, 6 (2),* 343-401.

Samano, R. M. Á. (2013). El desarrollo rural y los pueblos indígenas: en la era de la globalización. En Martínez, R. *Estudios y propuestas para el medio rural.* Instituto *de* Investigaciones Jurídicas, UNAM. Recuperado de https://repositorio.unam.mx/contenidos/5009827

Schejtman, A. (1986). *Economía campesina y agricultura empresarial*. Siglo XXI México.

Van Der Ploeg, J. D. (2010). *Nuevos campesinos. Campesinos e imperios alimentarios.* Editorial Icaria/Perspectiva agroecológicas. Barcelona, España.

Vizuet, L.J.P., (2020). Pobreza alimentaria: un reto para el futuro, En: Pérez, S. F. et al (Eds), *La agricultura Familiar, base del desarrollo rural regional* (pp. 131-147).

Zibechi, R. (2007). *Autonomías y emancipaciones América Latina en movimiento*. Editorial Quimantú. Perú

Migración, género, repatriación y derechos humanos

Jorge Luis Morett Sánchez[1], Alma Rosa Mora Pizano[1], María Guadalupe Mora Pizano[2].

[1]Departamento de Sociología Rural, [2] Departamento de Preparatoria Agrícola, [3]Departamento de Sociología Rural. IISEHMER. Universidad Autónoma Chapingo.
jmorettsa@chapingo.mx

Introducción

La historia de la humanidad desde nuestros orígenes ha estado marcada por la migración, durante milenios esta movilidad en búsqueda de la sobrevivencia llegó a ocupar gran parte del planeta. Actualmente, numerosas oleadas humanas recorren el mundo huyendo de condiciones de pobreza, hambre, desigualdad, inseguridad, violencia, conflictos bélicos, desastres naturales, cambio climático y otros problemas económicos y sociales, en los que se mezclan historias de dolor, resiliencia, lucha y múltiples violaciones a los derechos humanos. Para 2020 había 281 millones de migrantes internacionales, el 3,6% de la población mundial, cifra que representa uno de los dramas humanos más graves y complejos de la historia contemporánea. Los desplazamientos forzados en el mundo han pasado de 41 millones en 2010 a 82 millones en 2022; de ellos, 48 millones son migrantes internos, 26 millones son refugiados, con casi la mitad menores de 18 años.

En este panorama de fuerte inequidad social, es importante considerar esta problemática desde un enfoque de género y por causas de edad; así al menos una de cada cinco mujeres migrantes ha sufrido violencia derivada solo por su condición de género. Mientras a escala global, niñas, niños y adolescentes, en 2020 sumaron 40.9 millones, un 12% de los migrantes internacionales, 48.4 por ciento fueron mujeres y 51.6, hombres y representan el 2.6% de la población mundial (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. 2020). Estos dos grupos son los más vulnerables entre los migrantes. Más del 80% de la población desplazada se encuentra en países afectados por la desnutrición y la

inseguridad alimentaria, mientras los espacios rurales por donde transitan se vuelven escenarios de violencia, ya sea como zonas de tránsito o como espacio de refugio de migrantes. Esta creciente e imparable movilidad humana difícilmente permite comprender que, “la migración no es una amenaza que haya que detener, sino un fenómeno complejo que debe gestionarse por los Estados. Sin embargo, los Gobiernos -no solo de los países ricos- se muestran incapaces de cumplir con sus obligaciones morales y legales de proporcionar asistencia y protección a las personas en situación de vulnerabilidad.” (OXFAM Internacional,2022). En 2022, la migración en América Latina implicó 1061 muertes (Vargas, Salomé, 2022). La Organización Internacional para las Migraciones de la ONU (OIM), estima que de 2014 a 2022, alrededor de 50.000 migrantes perdieron la vida o desaparecieron mientras intentaban llegar a sus destinos, especialmente a Estados Unidos de América, vía México, o a países de la Unión Europea, mediante el cruce por el Mar Mediterráneo desde distintos países de África; la cifra verdadera podría ser más alta. (BBC News Mundo, 2022). Esta creciente movilidad humana y la gravedad que encierra, por sus implicaciones ha sido calificada de “crisis migratoria internacional” y es considerada como un grave problema social con importantes violaciones a los Derechos Humanos como veremos enseguida.

Materiales y Métodos. Metodología de la investigación

Esta investigación, de análisis cualitativo, comprende elementos cuantitativos con cifras sobre la migración en términos de magnitud, importancia económica y datos por región y países, se recurrió a la información de organismos nacionales e internacionales cuya credibilidad es alta; sin ser exhaustivos expusimos lo que nos permitía situar el estudio en aspectos conmensurables; sin embargo, en cuanto a temas como violencia, xenofobia, racismo, violación de Derechos Humanos y otros más, que viven y sufren los grupos de interés para este estudio, en lo fundamental nos basamos en aspectos cualitativos, en experiencias directas de campo de entrevistas realizadas con anterioridad; en general estas ideas comprenden el rescate, valoración e integración de distintos materiales de

información y análisis. A partir de escritos de autores relevantes y trabajos de corte etnográfico realizamos la investigación.

La metodología puso énfasis en la perspectiva de los derechos humanos y los estudios de género, ya que se trata de una visión que comprende a un sector social (más de la mitad de la población del mundo y el 48.1% en la migración internacional, en 2020, OIM) que históricamente ha padecido condiciones de desigualdad, abuso, marginación, exclusión y violencia y, esta última derivada solo por el papel en el que se les ha colocado a las mujeres por su condición de género. Metodológicamente se considerarán el conjunto de violencias a las que se les somete a los distintos grupos sociales, para el caso de las mujeres migrantes, las situaciones de violencia laboral, económica, sexual, física, familiar y psicológica. Asimismo, se trató de ubicar a cada grupo frente al Estado en términos de respeto o violación a sus derechos humanos y del tipo de autoridades de las que son víctimas. Fueron pocas las entrevistas que tuvimos en albergues de migrantes, platicamos con mujeres y niños sobre sus experiencias en la migración y el trato recibido por distintos actores sociales, desde su familia, acompañantes en el tránsito y en especial los agentes estatales, para valorar el respeto a los Derechos Humanos. Se escucharon historias de violencia intrafamiliar y de condición de víctimas de innumerables delitos como robo, extorsión, violaciones, secuestros y desapariciones forzadas durante la migración. Cabe destacar que en aspectos cualitativos si bien las entrevistas con “las y los informantes” son abiertas, lo cierto es que en general se partió de guías semiestructuradas.

La investigación en gran medida fue de gabinete, con amplia revisión documental e información y recopilación de datos de prensa y de algunos estudios recientes que interpretan las causas y el estado que guarda la migración en México. No sólo se consultaron estudios académicos, también informes y denuncias de colectivos en solidaridad con los migrantes. Asimismo, se rescató información de coyuntura, sobre casos como deportaciones en Estados Unidos y la expulsión hacia México y otros países. Asimismo, toda investigación cuestiona y pone de relieve las

premisas teóricas y metodológicas de las que partimos. Hoy requerimos de nuevas conceptualizaciones en temas como violencia, género, migración, derechos humanos, en consonancia con los nuevos tiempos y las realidades actuales que hacen que estos fenómenos presenten características peculiares. Migrar en la época de Trump no es lo mismo que la migración a Estados Unidos en otras épocas y bajo otras políticas de estado.

Resultados

En este drama humanitario, por nuestra ubicación geográfica México ha ocupado un papel geopolítico especial, primero como lugar histórico de expulsión de fuerza de trabajo, enviando los brazos necesarios para levantar las cosechas en el norte o para realizar los trabajos más pesados en la construcción de los ferrocarriles o los servicios menos calificados; más tarde, hace apenas unos 25 años, el país se volvió un espacio obligado de tránsito de migrantes y, recientemente, como alternativa de destino para miles de desplazados de Haití, Cuba, Centroamérica, Venezuela y otras naciones que han buscado refugio en México y desde hace ya años como espacio de repatriación para mexicanos deportados por las políticas agresivas de Estados Unidos, las cuales se han acentuado y cobrado tintes fuertemente racistas y xenofóbicos con el gobierno del presiente Trump.

Aunque a nivel mundial solo el 3.6% de la población vive fuera del país en que nació, recientemente la necesidad de huir y encontrar refugio se ha multiplicado de forma expansiva, generando en regiones como la nuestra, situaciones tensas, de conflicto y hechos graves, cualitativamente muy complejos, que suponen nuevas realidades y temas y enfoques de estudio. En este contexto, a pesar de la existencia de abundantes trabajos sobre la movilidad humana, con estudios desde distintas vertientes: demográficas, económicas, sociales, de seguridad nacional, políticas y culturales, la migración se ha vuelto una cuestión muy relevante en el análisis de la situación social, dados los problemas socioeconómicos y multifactoriales que la caracterizan.

Existen cambios estructurales en la migración por efecto de la globalización e importantes transformaciones en los espacios rurales, muchas veces bajo el control territorial del crimen organizado; las y los migrantes se han vuelto un lucrativo negocio, víctimas de la extorsión, el robo, la trata de personas y el reclutamiento forzado para la realización de actividades delictivas o como necesidad de supervivencia. 2025 ha sido un año aún más complejo en términos del problema migratorio a nivel internacional y para México, esto dadas las amenazas y exigencias políticas de Trump, cuya llegada al gobierno ha tenido como una de las banderas principales “el combate a los migrantes ilegales” y la absurda justificación de “los problemas sociales” que causan en aquel país, sin reconocer su aporte a la economía.

Las deportaciones masivas de mexicanos generan un impacto económico negativo en Estados Unidos, al provocar una crisis de mano de obra en sectores clave como la agricultura, construcción y manufactura, aumento de costos de producción e inflación, la desaceleración económica y una recesión en estados dependientes de esta mano de obra. Las medidas radicales, agresivas del gobierno de Trump tiene fuerte consecuencias para México, como numerosas deportaciones con las que se violenta la vida de familias, hoy binacionales, al tener hijos nacidos en el Norte a quienes se pretende expulsar, a pesar de que por ley son ciudadanos del vecino país. No importa violar Derechos Humanos que son universales y de debido cumplimiento, a pesar de las soberanías nacionales.

Como antecedentes podemos señalar que, desde el inicio de la pandemia a fines de 2019, los movimientos migratorios en el mundo se modificaron profundamente y tanto el turismo como los viajes de negocios se paralizaron temporalmente. Aunque, la migración internacional por causas económicas y como forma de huir de la violencia disminuyó, dados los riesgos sanitarios y al cierre de fronteras, el tránsito de personas por el corredor geográfico Centroamérica-México se mantuvo, aunque a menor escala y con nuevas problemáticas sociológicas, conflictos y constantes violaciones a Derechos Humanos. Todo este panorama que

combina pobreza, incertidumbre y desesperación, ha aumentado el tráfico ilegal de personas en México, creciendo este lucrativo negocio y convirtiéndolo en un flagelo humanitario que hace de la migración un tema social y económico de los más graves de nuestro tiempo. Por la COVID-19, en 2021 se redujo el flujo de migrantes africanos y asiáticos, pero aumentó el de haitianos y cubanos que representaron el 10% de los detenidos en nuestro país. Dada la pandemia se tuvo que establecer un "Protocolo de actuación para la prevención de casos sospechosos y confirmados de COVID 19".

2021 fue un año muy complejo para México y el gobierno federal, ello como resultado del repunte y la crisis migratoria internacional. Hubo un crecimiento inusitado de solicitudes de refugio ante la Comisión Mexicana de Ayuda a Refugiados, con 119,300 en 2022 y 140,982 en 2023, esta última cifra es más del doble que las 70,300 presentadas en 2019 y la más alta desde que se tiene registro. (COMAR. 2023). A pesar de la pandemia, nuestro territorio volvió a ser escenario del tránsito de caravanas, -una forma de acción colectiva establecida por los migrantes para visibilizar su marcha y exigir respeto a sus derechos humanos, con independencia de su nacionalidad- así como de pequeños grupos que se aventuraron a atravesar zonas rurales remotas con la esperanza de no ser detenidos y devueltos a sus países, aunque con el riesgo de caer en manos del crimen organizado.

La gente reclamaba protección humanitaria, salir de la pobreza y la violencia y, sin conocerlo, exigían el cumplimiento del Pacto Global por la Migración. (Acuerdo de la ONU en 2018, tomado ante las grandes avalanchas humanas, que la obligaron a establecer un convenio internacional de respeto a los derechos humanos de los migrantes). En este contexto, los testimonios de los migrantes y las cifras son elocuentes. En 2021 el gobierno mexicano realizó la detención récord de 228.115 migrantes; un incremento de 37% respecto a 2019. Ese año la volcadura de un tráiler en Chiapas con más de 150 migrantes provocó la muerte de 57 personas. En tanto, Estados Unidos, arrestó a 1.8 millones de migrantes, la cifra más alta en su historia.

(Barragán, 2021).

Mientras en 2023 la crisis se agudizó, el gobierno de AMLO detuvo a 413 mil indocumentados, la cifra más alta de la que se tiene registro. (Animal Político,2023). Múltiples fueron las formas de violencia, extorsión, robo y discriminación en contra de las y los migrantes. “Las Estancias” del Instituto Nacional de Migración (INM) de la Secretaría de Gobernación (SEGOB), sirven para el alojamiento temporal de las personas en contexto de migración que no puedan acreditar su situación migratoria regular en el país, en esencia son centros de detención y deportación. De la creciente petición de refugio solo una persona de cada cinco fue aprobada. En México solo 1% de población son inmigrantes no nacidos en nuestro país, mientras en Estados Unidos son más del 15% y en Canadá más del 21%. También, y como parte de los desplazamientos humanos en el país, aumentaron las solicitudes de Tarjetas de Residentes Temporales por estadounidenses, colombianos, cubanos para permanecer un tiempo en el país. En ese año, 100 mil venezolanos ingresaron a Estados Unidos por nuestro territorio, esta situación llevó a las autoridades de México, presionadas por nuestros vecinos, a imponerles visas para ingresar al país. En 2021 nuestro gobierno endureció sus políticas migratorias en consonancia con las exigencias de Estados Unidos; ambos países, ese año impulsaron la iniciativa “Sembrando Oportunidades”, con la idea de frenar la salida de centroamericanos de sus países.

Además, México tuvo que aceptar nuevamente que Estados Unidos regresara a nuestro país a los solicitantes de asilo independientemente de su nacionalidad, mientras se resolvía su situación, ello agudizó los problemas sociales ya de por si graves en las fronteras. Por su ubicación al lado de Estados Unidos, México se encuentra en una de las rutas más transitadas de la migración en el mundo y es uno de los principales expulsores de mano de obra hacia esa nación. Si bien en los últimos 10 años hubo un equilibrio entre los que salieron y los que regresaron al país, para 2021 los migrantes mexicanos volvieron a crecer, como lo revela el hecho que 654,418 fueron deportados, el 35% de los expulsados ese año.

Asimismo, las remesas recibidas en México nuevamente muestran un récord, en 2021 fueron 52,743 millones de dólares, solo detrás de China e India y representan el 4.1% del PIB nacional. (El Financiero, 2021). Para 2023 las remesas sumaron 57,796 millones de dólares y son fundamentales en zonas rurales pobres de México. “Las remesas pueden dedicarse a promover el desarrollo regional”. (Mora, 2016).

Conclusiones

La problemática socioeconómica y política alrededor de la migración tiende a crecer; en el campo se viven situaciones graves de violencia en contra de la población y de los migrantes en particular, ya que éstos representan, un grupo social altamente vulnerable, susceptible de ser explotado y utilizado para múltiples negocios: secuestro, extorsión y trata de personas. México es ya el segundo país en captación de remesas, después de la India, aunque en términos relativos el ingreso es mucho mayor si consideramos la enorme diferencia poblacional entre las dos naciones que es 11 veces mayor en la asiática. Reducir la llegada de remesas a México significa un golpe muy fuerte para el país y especialmente para las economías rurales.

Es importante en estos estudios partir de una visión de género como un eje de análisis, ya que el impacto de la violencia es mayor y más grave para las mujeres migrantes que para los varones. Esta perspectiva nos permite identificar nuevos riesgos y vulnerabilidades, no hacerlo invisibiliza las desigualdades. De acuerdo con el Pacto Mundial para la Migración (2018) y con la Declaración de Nueva York para los Refugiados y los Migrantes (2016). “Se deben entender mejor los patrones de género presentes en los procesos migratorios; contar con un mayor número de estudios cualitativos, incluir preguntas relevantes sobre los desequilibrios de poder que existen en la migración, en los mercados laborales, en el envío y uso de las remesas…”. Es necesario estudiar los efectos de la migración entre los y las jornaleras agrícolas, los mercados laborales internos, la economía campesina, los impactos socioeconómicos y culturales por los desplazamientos y continuar los análisis de las condiciones de trabajo y de vida de los indocumentados en Estados Unidos.

En años recientes los estudios han tenido que poner atención a las y los trabajadores migrantes en tránsito por México, los vínculos de la migración y la violencia social, el desplazamiento interno, la violación de los Derechos Humanos por la fuerza pública, en especial contra centroamericanos y haitianos, así como el incremento de la labor de los albergues y centros de apoyo a los migrantes que sustituye en parte al Estado y sus funciones; asimismo, es de gran relevancia analizar la situación de las mujeres y los niños víctimas de graves delitos que atentan contra su seguridad e incluso su vida. Cabe destacar que durante 2020 y 2021 la situación de los migrantes se agravó, por la pandemia se afectaron sus condiciones de movilidad. muchos quedaron varados, hacinados en albergues o en espacios públicos en los que se vieron obligados a sobrevivir; se detuvo la respuesta a sus crecientes solicitudes de refugio humanitario tanto en México como en Estados Unidos. Aún en estas condiciones el envío de remesas a nuestro país creció. Los problemas de la migración, la violencia social, de género y las violaciones a los derechos humanos no han disminuido en el país, tampoco los estigmas, el racismo, la xenofobia y la discriminación que se promueve en contra de los migrantes.

Bibliografía citada

ACNUR (2016). Declaración de Nueva York para los Refugiados y los Migrantes. https://www.acnur.org/5b58c0784.

Animal Político. (2023) México bate récord con AMLO: más de 400 mil en 2023. 22 de diciembre de 2023. https://animalpolitico.com/sociedad/detencion-de-migrantes-en-mexico-2023-record-amlo

Barragán, Almudena. (2021). “Datos de la Unidad de Política Migratoria SEGOB”. El País 2021.

BBC News Mundo (2022). “Crisis migratoria: ¿cuáles son las rutas más peligrosas del mundo?”. https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-61988137

CNDH (2019). “Informe de Estancias Migratorias 2019. (https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-11/Informe-2019-RE.pdf.

El Financiero. (2021). “Benditas remesas: México es el tercer mayor receptor de

estos flujos en el mundo”. https://www.elfinanciero.com.mx/economia/2021/12/02/benditas-remesas-mexico-es-el-tercer- mayor-receptor-de-estos flujos-en-el-mundo/

Expansión política (2021). “2021: el año que reavivó la crisis migratoria en México”. https://politica.expansion.mx/mexico/2021/12/30/2021-la-crisis-migratoria-en-mexico

INM (2020). “Protocolo de actuación para la prevención y atención de casos sospechosos y confirmados de COVID 19 en las Estaciones Migratorias y Estancias Provisionales del Instituto Nacional de Migración” (https://www.gob.mx/inm/documentos/protocolo-de-actuacion-en-las- estaciones-migratorias-y-estancias-provisionales)

Migración. Desafíos Globales. ONU. https://www.un.org/es/global-issues/migration#:~:text=En%20la%20actualidad%2C. –

Mora Rivera, José y Arellano González. “Las remesas como determinantes del gasto en las zonas rurales de México” Estudios fronterizos. versión impresa. vol.17 no.33 Mexicali ene./jun. 2016.

Naciones Unidas. Asamblea General. Conferencia Intergubernamental encargada de Aprobar el Pacto Mundial para la Migración Segura, Ordenada y Regular. Marrakech (Marruecos), 10 y 11 de diciembre de 2018. http://undocs.org/es/A/CONF.231/3 OXFAM Internacional (2022).

Organización Internacional de las Migraciones-ONU. (2020) https://publications.iom.int/books/informe- sobre-las migraciones-en-el-mundo-2020.

OXFAM. 2022. Crisis migratoria y refugiados. https://www.oxfam.org/es/que-hacemos/temas/crisis-migratoria-y- de-personas-refugiadas Portal de datos mundiales sobre la migración.

La caridad y las mujeres en el hospital de Nuestra Señora de los Dolores en Texcoco (1819-1821)

David López Monroy [1], Beatriz Ramírez Meza [2]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Preparatoria Agrícola dlopezm@chapingo.mx

[2]Colaboradora - Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ramirez.beatriz@inifap.gob.mx.

Introducción

Para la sociedad de la Nueva España la caridad formaba parte del reconocimiento de poder asistir a los necesitados, los que sufren, personas con discapacidad, a los de sin hogar y en especial los enfermos. El amor al prójimo está presente, por parte de un grupo conocido como la Orden de San Juan de Dios. La hospitalidad proporcionada por los hermanos Juaninos al servicio de los enfermos, se encuentra en los libros de registros que tenían para el correcto uso de los recursos económicos, que les eran entregados, más las donaciones y limosnas que se les entregaban por parte de la sociedad.

El presente trabajo está basado en el análisis del libro de registros de mujeres de 1819–1821, en el que se encontraron veintitrés enfermedades y síntomas, siendo las cinco más frecuentes, que fueron las siguientes: diarrea, dolor, fiebre, fríos e hidropesía.

El objetivo de esta investigación es describir la ayuda que proporcionaban las clases altas de la Nueva España, en el percepto de la caridad para las enfermas en el hospital de Nuestra Señora de Dolores en Texcoco.

Materiales y métodos

En este trabajo de investigación se aplicó la paleografía al libro de registros de enfermas, que venían acurrarse al hospitalaria de San Juan de Dios. Esto nos

proporcionan una visión de las enfermedades que aquejaban a las pacientes de Texcoco y sus alrededores, durante los años de 1819,1820 y 1821.

- **El libro de registros**

El libro de registros que se analizó para el siguiente trabajo de investigación fue de mujeres ingresadas al hospital de Nuestra Señora de los Dolores de la ciudad de Texcoco abarca los años de 1819 a 1821. Éste se encuentra físicamente dentro de las instalaciones de la Catedral de San Antonio de Padua, junto con la colección de documentos del siglo XVIII. Los libros son encuadernados con pastas duras en algunos casos de cubiertas de piel de ternera, consta de fojas escritas por ambos lados. Este libro fue elaborado por una persona de acuerdo con el tipo de letra. A partir de los datos analizados se observan los ingresos de las pacientes, enfermedades y grupo étnico, en un contexto local y regional de asistencia social.

Por otro lado, la Paleografía se encarga de descifrar los manuscritos de épocas pasadas, donde el historiador se auxilia de la Paleografía para realizar sus tareas de investigación. El método de la Paleografía es comparativo, se parte de lo conocido a lo desconocido, de lo simple a lo complejo, se practica primero con aquellas escrituras que son más fáciles de interpretar, para luego inducirse a aquellas más dificultosas, obteniendo por deducción y efectuando comparaciones con escrituras desconocidas o dudosas, es un estudio inductivo-analítico (Arévalo-Jordán, 2003).

Para el análisis se realizó la captura de una base de datos en hoja de cálculo del programa EXCEL, en el que se desglosaron 22 variables del libro de las cuales son las siguientes: número de foja, nombre del enfermo, apellido del enfermo, grupo étnico, lugar de origen, edad, tratamiento don, nombre del padre, apellido del padre, nombre de la madre, apellido de la madre, no proporciona datos de los padres, estado civil, nombre de la esposa, apellido de la esposa, enfermedad, fecha de ingreso día y mes, año de ingreso, fecha de egreso día y año, año de egreso, fecha de defunción, número de cama.

Resultados

1. Fundación del Hospital

Por las condiciones que se tenían en la Nueva España en lo que respecta a su extensión territorial, la Orden de los Juaninos pudo llevar a cabo la fundación y construcción de hospitales y conventos, ampliando su espectro de acción en lo que fuera el territorio que ocupo el virreinato, "…al norte estuvieron presentes en Parral, Chihuahua y al sur llego hasta la población de Santa Catarina en Nicaragua, incluyendo al isla de Cuba y las Filipinas..." (Ortiz-Islas, 2009:59).

La llegada de los hermanos de San Juan de Dios permitió a las poblaciones hacer frente a las enfermedades que aquejaban el lugar donde se fundaban hospitales. El hospital de la ciudad de Texcoco en el documento elaborado por Velasco-Ceballos (1945) menciona que el Excelentísimo Señor Don Gaspar de Sandoval, Virrey de la Nueva España autorizó el hospital el 19 de septiembre de 1695, pero fue abalado por el Dean y cabildo del arzobispado el 14 de enero de 1699, recibiendo la Orden de San Juan de Dios la administración y la fundación del hospital, con seis camas para hombres y cuatro camas para mujeres. Don Bartolomé Camacho, presbítero y comisario del Santo Oficio, doto al hospital de rentas que producían unas casas que tenía en la ciudad de México y que fueron aceptadas por la Orden el 22 de agosto de 1695, ante José del Castillo, escribano público.

La construcción del edificio significó un logro para la población de Texcoco que tenía tiempo de no contar con un inmueble para el cuidado de los enfermos; entre otras cosas. Para este inmueble se requirió de la participación popular para levantarlo, a pesar de que los franciscanos fundaron un hospital en la ciudad de Texcoco, éstos lo dejaron para continuar su camino hacia Michoacán.

La razón para la fundación de hospitales en la Nueva España era porque se presentaban constantes epidemias, por eso eran necesarios y como la gente estaba dispuesta a ayudar en su construcción, se descuidaron los lugares donde se tenían

presencia. Así que otras órdenes ocuparon el lugar que dejaron. Las dimensiones de las enfermerías eran amplias con buena luz y ventilación.

Se podría pensar, que la construcción del hospital en la ciudad de Texcoco se trataba de una edificación pequeña y de materiales perecederos por tratarse de un lugar para atender a los indígenas. Sin embargo, fue todo lo contrario pues aquella era una construcción cuya buena calidad y solidez podía dejar impresionadas a quienes lo vieran por fuera, sin pensar que en ese sitio se recibían a los enfermos indígenas y demás grupos sin distinción. Como señala Josefina Muriel (1991) cuando describe el hospital de la ciudad de Texcoco, el edificio tenía el área para los claustros, enfermerías y oficinas, alrededor se encontraba un jardín rectangular y en el centro una fuente. El hospital era de dos plantas, con una escalera de piedra que ascendía al piso superior. Numerosas ventanas que daban a la calle y a los terrenos alrededor con abundante luz y aire. Los claustros alto y bajo los formaban arcos de medio punto sobre pilares (todo de piedra). La entrada al hospital se hacía por una gran puerta con dinteles y frontón de piedra tallada. La parte superior del portón está interrumpida por una hornacina en la cual se hallaba una escultura del niño Jesús con una granada en la mano; que simboliza la vocación de San Juan de Dios.

2. La atención hospitalaria

De acuerdo con Vázquez-Carmona (2006), sotiene que la atención hospitalaria realizada por los hermanos de la Orden de San Juan de Dios fue empírica, aprovechaban la experiencia, porque ellos pensaban que entre menos supieran de letras y números, estarían más abiertos a recibir el espíritu de Jesucristo y él los inspiraría para ayudarlos a curar a los pacientes.

El camino a la sanación del paciente era a través del cuerpo para llegar al alma. Se alimentaba a los pacientes con guisados que fueran variados y apetitosos como lo permitieran los recursos disponibles, así como los olores agradables de los sahumerios, caricias del agua caliente y la ropa limpia. Para darle al enfermo las

ganas y el deseo de vivir. Además, se les permitía la visita de sus familiares en horarios precisos y convenientes (Vázquez-Carmona, 2006).

Cada hospital tenía entre cuatro y diez hermanos de la Orden que se encargaban de atender a los pacientes en su convalecencia, estaban de día y noche, y se administraban los sacramentos cuando eran necesarios. También había una cocinera, una atolera, un enfermero y una enfermera para las mujeres y personas encargadas del aseo (Vázquez-Carmona, 2006).

3. Enfermedades de las mujeres 1819, 1820 y 1821

En el caso de las mujeres, veintitrés enfermedades y síntoma se registran en el libro, son cinco de mayor frecuencia que se analizaron para este trabajo de investigación, que fueron las siguientes: diarrea, dolor, fiebre, fríos e hidropesía.

a) Diarrea

Venegas (1787) describe a la diarea como flujos o movimientos en el abdomen (vientre), en este sentido, podemos interpretar que en relación a la forma de ver el cuerpo hablan de áreas, partes para poder realizar su descripción (los cursos, camara o evacuaciones del vientre), también sostiene que las evacuaciones que arroja pueden ser de distintos colores. Forma de aplicar los tratamientos a través de vomitos y purgas, según las causas, pueden ser también restrictivos roborantes (azafran) y estomacales, fundentes y aperitivos interpolando los opiados (infusiones de canela, yerbabuena y rosa), uso de vinos restrintentes, astinencia en los alimentos, remedios digestivos, apetitos (pulque).

En la muestra se observa que la diarrea es una de las enfermedades con mayor frecuencia (14.12%). De esta enfermedad el 66.67 por ciento la presentaban las indias y el 33.33 por ciento eran las castizas, de las cuales, las mayores frecuencias están entre las edades 20-24, 45-49 y 55-59.

b) Dolor

El dolor puede ser por cualquier causa que comprima, inflame, rompa o irrite cualquier parte del cuerpo humano. Los dolores presentan calentura y ulceras

pueden ser mortales, cuando existe fiebre y diarrea son malicioso. Los dolores pueden estar acompañados por hinchazón, escalofrío y calentura, para esto se requieren de sangrías (Venegas, 1787).

El dolor es uno de los síntomas dentro de las enfermedades que reportan, con el 7.06 por ciento del total de la muestra, dentro de este grupo tenemos que corresponden a españolas (66.67%) e indias (33.33%), entre las edades de 20-24, 25-29, 40-44 y 55-59.

c) Fiebre

Venegas (1787) sostiene que la fiebre o calentura es un movimiento natural de la sangre, la causa aumenta los latidos del corazón, con extraños movimientos en la sangre, se dividen en continuas y accesionales. Las fiebres continuas son aquellas que son constantes y durante mucho tiempo. Las fiebres accesionales son las que aparecen y desaparecen súbitamente por accesos.

Lo primeros tratamientos era hacer vomitar con laxantes, lavativas, sudores y sangrías; como segundo procedimiento son lavativas y alimentos tenues, sin irritantes, ni pesados, como caldos de carnero de vaca o pollas, atole y almendras; tercer tratamiento hacer irritaciones de vasos, hervores en la sangre, con sangrías, crurilubios (tipos de fricciones, ungüentos o baños aplicados a las piernas), sinapismos y remedios frescos antifebriles (Venegas, 1787).

La fiebre es el mayor porcentaje del total de la muestra con el 31.76 por ciento, del cual corresponde a las indias con el 51.85%, seguido con las españolas el 37.04%, dentro de los grupos de edad entre 20-24.

d) Fríos

De acuerdo con Venegas (1787) los fríos son causadas por la fiebre intermitente, producto de la agudeza de la enfermedad, que puede ser alcalina o ácida en la sangre infecciosa. Los antecedentes son transpiraciones, sangre pegajosa. Los primeros purgantes (protocatarticas) son por el abuso de alimentos;

bebidas y frutas, los segundos son humores biliosos y espesos, que salen del hígado; los terceros por humedades recibidas, vientos fríos y húmedos. Con la fiebre intermitente se presentan bostezos, quebramiento del cuerpo, amarillez y frialdad de los extremos, escalofríos, temblores, ansias, orina cruda y pulso frecuente y concentrado, estos síntomas se presentan después de la fiebre ardiente, sed excesiva, sequedad en la lengua, mucho calor, pulso lleno orina encendida con sudor copioso. Cuando los fríos duran, son resultado de tiricia, hidropesía y otros males graves.

El tratamiento que recomendaba Venegas (1787) para curarlos era a través de los alimentos, que fueran de fácil digestión, evitando el exceso de bebidas y que de preferencia fueran hierbas estomacales y aperitivas, seguida de jugos preparados con zumo de naranja y sal, provocando el vómito y agua tibia. Después recomienda tomar polvos de flor de manzanilla, sal de ajenjo, antimonio diaforético. Posteriormente, se le dará otro vomitorio, con un compuesto de ipecacuana y ajenjo. Otra síntoma o enfermedad con mayor porcentaje del total de la muestra es fríos con el 10.59%, dentro de este grupo se encuentran indias (55.56%), españolas (22.22%) y mestizas (22.22%), dentro del grupo de edad de 5-9 y 20-24.

e) Hidropesía

Para Venegas (1787) la hidropesía es una hinchazón del mismo color de la piel, blanda, blanca sin afectar otras partes, en todo el cuerpo o parte. La causa de que se produzca la hidropesía sería la colección de flemas, o la parte linfática de la sangre en el tejido celular o alguna cavidad. Describe varias causas como: la primera es la copia de la flema y mal conocimiento del estómago; la segunda es la obstrucción y causas que impiden el libre curso de la linfa; la tercera es la debilidad, males habituales y lo que disminuya las oscilaciones de los vasos, donde los líquidos se concreten y espesen; la cuarta presenta estreñimiento, escasez y supresión de orina y sudor. La quinta es producto de la ingestión de agua, frutas u cosas humectantes; la sexta son excreciones, que debilitaba los nervios.

A la hidropesía la clasifica en: edemas, leucoflemacia, anasarca, hidrocéfalo, hidropesía del pecho, la del útero, la ascites, la de los testes, y la embolsada. Dependiendo del tipo de hidropesía se recomienda el tratamiento, pero a partir de la tercera se establece el uso de digestivo, alterando las evacuaciones, para los siguientes tipos se les darán purgantes, diuréticos y diaforéticos (sudorífico), la abstinencia de agua, comida de fácil digestión, evacuantes y aperitivos. En la sed y toz se usarán los espíritus de azufre, nitro, vitriolo, o sal dulce en bebidas suaves diuréticas.

Esta enfermedad se presenta con un porcentaje del 10.59% el total de la muestra, en este grupo encontramos indias con el 55.56%, españolas (22.22%), mulatas (11.11%) y mestizas (11.11%), de edades entre 35-39, 45-49, 55-59 y 60-64.

Cortés (1996) sostiene que las mujeres en la primera parte del siglo XIX su educación estaba dirigida a las labores propias de su sexo como bordar y coser, en algunas ocasiones aprendían a leer y escribir. La mujer debía de educarse para ser madre y esposa, de acuerdo con las normas y reglas establecidas por la sociedad y la iglesia.

Aunque, es una época diferente y en plena Revolución Mexicana (1915) varios médicos se dedicaron a registrar enfermedades de pacientes que presentaban síntomas similares, esto los llevó deducir que se trata de una enfermedad determinada, pero cuando el número de individuos fue mayor, determinaron que se trataba de una epidemia, como lo relata Viesca-Treviño (2010). Se detectaron varias enfermedades y síntomas que posteriormente las relacionaron con la hambruna, como la hidrohemia, la desnutrición y la anemia.

Everardo Landa (1916 en Viesca-Treviño, 2010) menciona que cuando trabajó con pacientos que presentaban hidrohemia causada por alimentación insuficente, notó que empezaban con la acumulación de líquidos en los miembros inferiores (tobillos de piernas y muslos), la mayoría de los pacientes tenían grandes

cantidades de líquidos en el vientre, con debilidad extrema, astenia (cansancio) y palidez. Todos los pacientes manifestaban que habían comido poco y que la alimentación había sido limitada (quintoniles, quelites, nopales, acelgas, verdolagas, malva y espinácas). Los examenes que realizo de orina, presentaban ausencia total de albúmina, sin poder contabilizar eritrocitos, la sangre se veía descolorida y acuosa.

Ernesto Ulrich (Viesca-Treviño, 2010) realizó unas autosias a pacientes que habían muerto por la hambruna y encontró líquidos en todas las cavidades, la sangre acuosa, con víceras pálidas, el estómago con reciduos de raíces, hojas y cortezas de árbol.

Las enfermedades y síntomas analizadas en esta investigación nos refleja una relación con la hambruna presentada en 1820, si comparamos los resultados de la hambruna de 1915, donde realizaron las investigaciones y la determinaron como una epidemia.

Conclusiones

La caridad para la Orden de San Juan de Dios no es un acto aislado, sino el corazón de su misión, expresado a través la hospitalidad, la cual se traduce en un servicio integral, respetuoso y amoroso a los más necesitados y enfermos de la Nueva España.

Con respecto a las enfermedades podemos decir que el impacto que se dio en las mujeres tiene que ver con su condición social que la marginaba y las colocaba como un eslabón que sobre sus hombros descansaba y el cuidado de los hijos. Las labores de limpieza y preparación de alimentos en la casa, así como el cuidado de los enfermos, sin preocuparse por ellas mismas, lo que trae como consecuencia enfermedades como: diarrea, dolor, fiebre, fríos e hidropesía.

Bibliografía citada

Arévalo-Jordán, V.-H. (2003). *Introducción a la Paleografía Hispanoamericana.* Buenos Aires, Argentina: Ediciones del Sur.

Cortés, M. (1996). La mujer en el siglo XIX. Un estudio de la correspondencia femenina. *La ventana, revista de estudios de género*(4), 134-50.

Muriel, J. (1991). *Hospitales de Nueva España. Fundaciones de los siglos XVII y XVIII* (Vol. Tomo II). México, México: Universidad Nacional Autónoma de México y Instituto de Investigaciones Históricas.

Ortiz-Islas, A. (2009). Los Juaninos frente a las epidemias. *Boletín Mexicano de Historia y Filosofía de la Medicina, 12*(2), 59-62.

Vázquez-Carmona, A. (Julio-Diciembre de 2006). Apuntes para la histoira de la Orden Hospitalaria de San Juan de Dios en la Nueva España-México, 1604-2004 SOLANGE ALBERRO. *Tzintzu. Revista de Estudios Históricos*(44), 127-132. Recuperado el 15 de 06 de 2015

Velasco-Ceballos, R. (1945). *Visita y Reforma de los Hospitales de San Juan de Dios de Nueva España en 1772-1774* (Vol. Tomo I). México, México: Archivo Historico de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Venegas, J.-M. (1787). *Compendio de la Medicina o Medicina Práctica.* México: Felipe de Zúñiga y Ontiveros. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=mnqyd-7o4bsC&pg=PP21&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false

Viesca-Treviño, C. (2010). Epidemias y enfermedades en tiempos de la Independencia. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 48*(1), 47-54. Recuperado el Mayo de 2025

“Humana poética”
Perspectivas para la enseñanza de la literatura en el nuevo Plan de estudios de la Preparatoria Agrícola

Pablo Ortiz Del Toro
Universidad Autónoma Chapingo
portizd@chapingo.mx

Introducción

La importancia de la Literatura en la Educación Media Superior

Siempre se ha dicho que la enseñanza de la Literatura es importante en la formación de los estudiantes. Sin embargo, la afirmación resulta frágil cuando se cuestionan sus fundamentos: ¿en dónde radica esa importancia? ¿En sus propósitos? No todos los que imparten la materia los tienen claros o no siempre se comparten. ¿En sus contenidos? La mayoría de los contenidos, en la mayoría de los programas de estudio, se reducen a una nómina de autores y obras, así como a un listado de características generales de movimientos y corrientes que deben ser memorizados. ¿Porque enseña a leer? Lamentablemente, la comprensión lectora no es una habilidad que se fomente en la materia de Literatura; en cambio, se habla de identificar la intención del autor, identificar el tipo de rima, identificar el tipo de narrador, identificar los personajes, etcétera. ¿Desarrolla las habilidades comunicativas? Teorías cognitivas cuestionan que el hábito lector lleve a un estudiante a escribir y a expresarse mejor.

En el presente trabajo se analizarán y expondrán nuevas perspectivas que respondan a esas interrogantes, desde la reflexión y la libertad interpretativa del ensayo. En este sentido, la metodología a aplicar es sintética – analítica – comparativa y el enfoque, cualitativo: de la presentación de los puntos más importantes de los programas de estudio de Literatura I y II, del Plan de Estudios 1995, se pasa a la exposición de los programas de Literatura I y II, del Plan de Estudios 2025, para finalizar con una reflexión sobre lo que podría incorporarse en futuras modificaciones, a la luz de las nuevas corrientes de la didáctica de la Literatura.

Los Programas de las materias de Literatura en el Plan de Estudios 1995

Las materias de Literatura I y II, en el Plan de Estudios 1995, se impartían en el segundo año de la Preparatoria Agrícola, en tercer y cuarto semestre, respectivamente. Además, se encontraban en la Línea Curricular de Comunicación y Lenguaje, por lo que sus propósitos eran:

1. Leer poesía, novelas, cuentos, obras de teatro con fines recreativos.
2. Reconocer el valor estético en el lenguaje literario.
3. Conocer las clasificaciones más comúnes [*sic*] de los géneros literarios.
4. Conocer técnicas y métodos de análisis literario.
5. Reconocer el estilo literario de autor, corriente, época.
6. Expresar oralmente y por escrito juicios valorativos de un texto literario.

(Preparatoria Agrícola, 1995, p. 102)

El programa de la materia de Literatura I abordaba la producción literaria hispanoamericana del siglo XIX y se dividía en cuatro unidades: 1) “Elementos de teoría y análisis”, que introducía a los alumnos en conceptos, teorías y metodologías para el estudio del texto literario; 2) “Romanticismo”, en donde se estudiaban las obras literarias hispanoamericanas enmarcadas en este movimiento; 3) “Realismo y Naturalismo”, que acercaba a los estudiantes a textos con abundantes descripciones de paisajes y costumbres; 4) “Modernismo”, unidad que resaltaba el valor de ésta que es considerada la primera corriente literaria nacida en Hispanoamérica. Asimismo, los objetivos de la materia, establecidos en el programa, eran los siguientes:

1. Afirmar su gusto por la Literatura

2. Desarrollar su capacidad de análisis y comprender la significación del texto literario.

3. Comprender que la literatura es un producto social, histórico y cultural que sintetiza el espíritu de cada época.

4. Comprender que la literatura hispanoamericana del siglo XIX fue y es factor de identidad de los pueblos de América Latina

(Preparatoria Agrícola de la UACh, 2007a, p. 33)

Por lo que respecta a la forma de evaluación de la materia, el programa señalaba que se consideraría la investigación, las exposiciones individuales y grupales, las tareas, la participación del grupo en discusiones, así como exámenes escritos.

El programa de la materia de Literatura II continuaba la revisión de la producción literaria hispanoamericana (Preparatoria Agrícola, 2007b, pp. 34 – 36), pero antes reforzaba los conocimientos teórico-metodológicos de análisis de los textos literarios en la Unidad I. Elementos de teoría y crítica literaria. Posteriormente, se introducía una unidad que abordaba la producción literaria de finales del siglo XIX y principios del XX, pero bajo un enfoque social: Unidad II. Criollismo y Cosmopolitismo (donde se incluía la narrativa de la Revolución Mexicana), para, posteriormente retomar la revisión histórica, a partir de Las Vanguardias Literarias en Hispanoamérica (Unidad III) y de la Literatura del “Boom” a las nuevas tendencias literarias (Unidad IV).

Los objetivos de la materia de Literatura II, de acuerdo con este programa, eran:

1. Utilizar los elementos teórico - metodológicos para una mejor comprensión del texto literario.

2. Distinguir las diferentes manifestaciones narrativas en Hispanoamérica de fines del siglo XIX y principios del siglo XX.

3. Apreciar el carácter experimental en las vanguardias literarias en Hispanoamérica.

4. Comprender que la literatura del “Boom” fue un movimiento de difusión masiva de la literatura hispanoamericana de la segunda mitad del siglo XX.

Finalmente, por lo que respecta a los criterios de evaluación, se consideraban los mismos aspectos establecidos para Literatura I: lecturas, exposiciones individuales y por equipos, tareas participaciones y exámenes escritos. De manera general, estos son los

puntos más relevantes de los programas de las materias de Literatura I y II, y conviene ahora pasar a su análisis, con la finalidad de establecer los aspectos que buscaron mejorarse en los nuevos programas.

Lo primero que observamos es que los programas están orientados por un enfoque histórico que empieza con la literatura producida en el siglo XIX y concluye con las obras escritas en el siglo XX, aunque en ningún documento consultado se aclara por qué se inicia con la literatura hispanoamericana de este periodo. Lo más cercano a la comprensión de esta decisión se establece en el objetivo 4 del programa de Literatura I: “Comprender que la literatura hispanoamericana del siglo XIX fue y es factor de identidad de los pueblos de América Latina”. Sin embargo, el equívoco de esta visión es considerar que ni las literaturas prehispánica ni colonial son factores de construcción de identidad para los pueblos de América Latina.

Por otro lado, en el diseño de los objetivos se establece lo que se espera que el estudiante logre al finalizar el curso: desde “afirmar” su gusto por la literatura, hasta “comprender”, no el contenido del texto, sino su sentido dentro de un periodo histórico o cultural, o la propia significación del texto literario. Lo que resalta es que en la mayoría de los objetivos no queda clara la trascendencia de la materia de Literatura en la formación de los estudiantes de la Preparatoria Agrícola, sobre todo cuando lo que se busca es, por ejemplo, que “comprendan” que “la literatura del ‘Boom’ fue un movimiento de difusión masiva”. Vale la pena resaltar las fortalezas presentes en estos objetivos, como, por ejemplo, el desarrollo de la capacidad de análisis, la utilización de “los elementos teórico – metodológicos para una mejor comprensión del texto literario”, así como la comprensión de que el texto literario contribuye en la formación de la identidad individual y colectiva.

Los Programa de las materias de Literatura en el Plan de Estudios 2025

Para el Plan de Estudios 2025, las materias de Literatura I y II se mantuvieron en el segundo año, en tercer y cuarto semestre. Del mismo modo, continúan en la línea curricular de Comunicación y Lenguaje, junto con el Taller de Expresión Oral y Escrita I y

II, así como Inglés I, II, III y IV. En donde sí hay un cambio significativo es en los propósitos. De manera específica, los relacionados con la materia de Literatura son:

1. Practicar los diferentes tipos de lectura a través de estrategias de comprensión, análisis y comentario de textos en español e inglés con el fin de habituarse a leer en ambas lenguas y obtener información útil para la vida cotidiana y estudiantil.

[…]

5. Identificar a la Literatura como un arte por medio de análisis y comentarios de textos líricos, narrativos, dramáticos y ensayos, en inglés y español en forma oral y escrita, en un ambiente de tolerancia y respeto para desarrollar la capacidad de expresar juicios críticos.

(Preparatoria Agrícola, 2025, p. 81)

En la materia de Literatura I los contenidos quedaron divididos en cuatro unidades: I) “Arte, Literatura y comunidad”, en donde se busca que el estudiantado identifique la literatura como una manifestación artística y cultural que influye en la construcción de identidades y comunidades; II) “Panorama general de la literatura universal”, cuya finalidad consiste en que el alumnado comprenda la importancia de la Literatura en la historia de la humanidad; III) “El Romanticismo”, que tiene por objetivo proporcionar al estudiantado las herramientas históricas, culturales y de análisis literario, que le permitan comprender el impacto que este movimiento tuvo y tiene hasta nuestros días; IV) “Costumbrismo, Realismo y Naturalismo”, cuyo propósito es analizar las características de estos movimientos y el impacto que tuvieron en la evolución de la literatura y sociedad hispanoamericanas.

A diferencia del Programa de 1995, en el nuevo programa de Literatura I sólo hay un propósito general: “Apreciar la literatura que produjeron escritores y escritoras del siglo XIX, por medio de la lectura, la comprensión y el análisis de textos, con la finalidad de contribuir a la formación humanista”. Finalmente, otra diferencia importante se presenta en los criterios de evaluación, ahora llamados “Evidencias de desempeño en la

asignatura", en donde se incluyen instrumentos para evaluarlos: una rúbrica para la exposición, una lista de cotejo para los reportes de lectura, un banco de reactivos para los exámenes y una rúbrica para los trabajos escritos.

El programa de Literatura II mantiene en esencia muchos de los aspectos del programa de Literatura I. Evidentemente lo que cambia es el propósito general, que establece una continuidad histórico-cronológica con el programa de Literatura I: "Apreciar la literatura que produjeron escritores y escritoras de los siglos XX y XXI, por medio de la lectura, la comprensión y el análisis de textos, con la finalidad de contribuir a la formación humanista". En cuanto a los contenidos, se dividen de la siguiente manera: en la unidad I, "Tradición de la ruptura", se busca que el estudiantado valore el Modernismo y las Vanguardias Hispanoamericanos como manifestación contracultural; la unidad II, "Literatura latinoamericana del siglo XX", busca que el estudiantado distinga la diversidad cultural, a través de la lectura de diversas obras, y cómo contribuyen al concepto de identidad latinoamericana; finalmente, la unidad III, "Rumbos actuales de la literatura", abarca la producción literaria de finales del siglo XX y principios del siglo XXI, para reflexionar sobre el contexto social presente en las obras.

Lo que conviene resaltar, nuevamente, es que las materias de Literatura I y II se mantienen en la línea curricular de Comunicación y Lenguaje; además de ello, se conserva el enfoque historicista, que, a diferencia del programa de 1995, posee mayor continuidad entre Literatura I y Literatura II, aunque el cambio evidente en los nombres de las unidades (más específicos y basados en movimientos y corrientes literarias en Literatura I, mientras que resultan más generales y extensos en Literatura II), denota la complejidad para mantener dicho enfoque para estudiar la producción literaria de los siglos XX y XXI. Otra diferencia relevante es que en los programas de 2025 se hace énfasis en que la Literatura tiene como propósito el análisis, comprensión y valoración de los textos literarios, fomentando, así, el pensamiento crítico y contribuyendo en la construcción de la identidad, individual y colectiva, de las y los estudiantes. Por último, y para fines de análisis, también se debe reiterar que los programas expresan en sus propósitos y objetivos que las materias de Literatura contribuyen en la formación humanista del alumnado.

Perspectivas para la enseñanza de la Literatura en el nuevo Plan de Estudios de la Preparatoria Agrícola

Para iniciar este análisis, lo primero a cuestionar es el lugar que ocupan las materias de Literatura dentro de las Líneas Curriculares: ¿Por qué razón pertenecen a Comunicación y Lenguaje? La respuesta tiene un sustento sencillo, pero poderoso: así lo establecieron los primeros teóricos de la Literatura que quisieron alejarse de la metodología subjetiva e impresionista de los románticos y estudiaron la literatura con las herramientas de análisis del lenguaje. Sin embargo, este mismo razonamiento puede aplicar a cualquier área de conocimiento o ciencia: todas emplean la lengua para la transmisión de ideas, pero no por eso vamos a analizar, por ejemplo, *Así hablaba Zaratustra* a partir de la identificación de la estructura narrativa, los tipos de personajes o el tipo de narrador empleado por Nietzsche. Lo mismo ocurre con un poema de sor Juana: se da más importancia a los recursos estilísticos, los juegos retóricos y la estructura que a lo verdaderamente importante: los sentimientos, las ideas, las emociones presentes en el texto.

Por otro lado, los teóricos en didáctica de la literatura han expuesto las limitaciones del enfoque histórico: tiende más a la acumulación de información, que al desarrollo de la comprensión lectora y el pensamiento crítico. Aunque todavía no hay consenso para establecer una didáctica de la Literatura, la propuesta más sobresaliente es la de una organización de contenidos bajo un enfoque temático. Esto es, acercarse a la lectura, análisis e interpretación de obras literarias, agrupándolas en temas, sin importar el periodo en que fueron escritas. Hacerlo de este modo, permitiría enfocarse en el contenido de una obra literaria, sin dejar de lado aspectos como los recursos técnicos o el contexto histórico, cultural y social en que fueron escritas. Recordemos que los temas son manifestaciones de los miedos, los deseos, las inquietudes de una persona, de una cultura, de una sociedad, en un determinado contexto, por lo que acercarse a la obra literaria a partir de un tema y no de su pertenencia a un periodo, corriente o movimiento, implica una metodología más humanista y menos técnica, dando prioridad al contenido sobre los aspectos técnicos y estructurales.

A manera de conclusión, la primera propuesta para el futuro diseño curricular de las materias de Literatura I y II es su cambio a la línea curricular de Humanidades, dejando de lado la falacia de que, al emplear la lengua con fines estéticos y con una intención comunicativa, la Literatura debe pertenecer a la línea curricular de Comunicación y Lenguaje. El estudio de la Literatura se debe dar bajo principios humanistas que permitan la formación de individuos críticos, reflexivos y con valores, capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI. Asimismo, al pasar del enfoque histórico a una perspectiva temática, la Literatura puede actuar como un puente que conecta a los estudiantes con su entorno social y cultural, facilitando la discusión y la problematización al presentar dilemas morales, conflictos sociales y situaciones complejas que invitan a la reflexión y al debate.

No es todo lo que se puede hacer, pero son los primeros pasos para convertir las materias de Literatura en materias que impacten y trasciendan en la formación del estudiantado. Se trata de convertir la lectura en algo más que una mera actividad recreativa o de identificación de los aspectos técnicos, para transformarla en una experiencia que nos acerque a los demás, a nosotros mismos, a partir de la dimensión humana presente en las obras literarias. Ésa sería, precisamente, la importancia de la materia de Literatura en la educación media superior y de manera particular en la Preparatoria Agrícola: cultivar lo humano.

Bibliografía citada

Preparatoria Agrícola de la UACh (1995). *Plan de estudios de la Preparatoria Agrícola.* Universidad Autónoma Chapingo.

Preparatoria Agrícola de la UACh (2007a). *Manual de Programas Sintéticos de Materias*. *Tercer semestre*. Universidad Autónoma Chapingo.

Preparatoria Agrícola de la UACh (2007b). *Manual de Programas Sintéticos de Materias*. *Cuarto semestre*. Universidad Autónoma Chapingo.

Preparatoria Agrícola de la UACh (2025). *Proyecto educativo de la Preparatoria Agrícola*. Universidad Autónoma Chapingo.

Campus virtual Chapingo: las posibilidades de un reto

Yschel Soto Espinoza, Josue Sinhue Basurto Vargas
Universidad Autónoma Chapingo, ysotoe@chapingo.mx,
jbasurtov@chapingo.mx

Introducción

El ser humano ha adaptado su proceso de aprendizaje hacia modalidades virtuales y autogestivas con recursos tecnológicos, lo cual es esencial para el sector agropecuario. Este cambio se alinea con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS 4), que busca “asegurar la calidad y la inclusión educativa, promoviendo oportunidades de formación a lo largo de la vida para todas las personas” (Unesco, 2020, p.17). Brindar educación agropecuaria bajo esta visión implica romper la percepción de inaccesibilidad tecnológica en el campo.

El acceso al conocimiento es prioritario para el desarrollo y la superación de la desigualdad económica y marginación social (Alfaro, 2022; Salinas, 2004; Zamora y Mendoza, 2023), exigiendo un enfoque efectivo que respete usos y costumbres. Las Tecnologías de la Información y Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digitales (TICCAD) son clave para el desarrollo de la sociedad del conocimiento (Alonso, 2021; Bermúdez, 2022; Covarrubias, 2021; Luna, 2021) y la transformación económica (Dede & Richards, 2020; Infante-Moro et al., 2021a, 2021b).

La materialización de las TICCAD se concreta en la creación del Campus Virtual Chapingo, un sitio que proveerá recursos didáctico-pedagógicos (Ortiz, 2007; Córica, 2020), herramientas de interacción (Cabero, 2006) y servicios institucionales (Dondi, Sandrá y Guardia, 2005). Pese a la versatilidad del campus virtual (Lara y Duart, 2005; FAO, 2014; Gil, 2004; Hernández, 2017), la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) enfrenta un rezago en inclusión digital, pues carece de un programa híbrido o virtual oficial debido a las condiciones internas y la formación

docente (Gabriel, 2022; Flores, 2022; Cruz, 2019; Coronel y Agramante, 2023).

Para cumplir con la demanda de soluciones tecnológicas y los objetivos de la Subdirección de Planes y Programas de Estudio (SPP) de “Promover el mejoramiento e incremento de la calidad académica…” y “Promover el mejoramiento de la calidad de los programas…” (Subdirección de Planes y Programas de Estudio, s.f. sitio web; op cit), y alineado con el PDI 2009-2025 (UACh), en agosto de 2023 se conformó el Grupo Técnico Asesor en Innovación Digital y Tecnología Educativa (GTA-IDyTE). Este grupo propuso la conformación inicial del CVC como herramienta indispensable (Cabanillas, Luengo y Carvalho: 2019; Pinto et al.:2017) para el modelo virtual de la UACh.

Materiales y Métodos

El objetivo general es proponer un plan de acción para implementar el modelo de educación virtual de la UACh, dada la ausencia de modalidades no escolarizadas, mixtas o duales en su normatividad actual.

La investigación es cualitativa y descriptiva, basada en la **Investigación Acción Pedagógica** (Gollete y Lessard, 1988; Kemmis y McTaggart, 1988). La recopilación de datos es multifuente (entrevistas, diario de campo, encuestas, observadores externos) y se desarrolla en fases cíclicas (Suarez, 2002):

- **Fase 1 (Diagnóstico y Capacitación):** El GTA-IDyTE realiza el diagnóstico institucional y diseña el programa de capacitación docente e-learning (cursos nuevos y virtualización). Se establecen redes y se identifican obstáculos.
- **Fase 2 (Estrategia y Producción):** Definición de criterios para el módulo de producción didáctica digital. Identificación de programas a virtualizar y estrategia a seguir, en coordinación con el sistema escolar.
- **Fase 3 (Validación e Implementación):** El sistema escolar valida el modelo y la normatividad. Implementación concurrente de la virtualización de programas, servicios, notas técnicas y divulgación.

- **Fase 4 (Despliegue):** Puesta en marcha y coordinación del sistema de tecnología educativa-Chapingo virtual.
- **Fase Permanente (Evaluación):** Evaluación continua y reflexión (análisis de aciertos/errores) que genera retroalimentación para un nuevo ciclo de planificación-acción.

  Los resultados se presentarán como una hipótesis de acción futura (Elliott, 1986 y 2000), y se elaborará un informe descriptivo, riguroso y claro.

Resultados y Conclusión

Se realizó un diagnóstico mediante encuestas sobre el uso y apropiación de las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD), obteniendo 47 respuestas del profesorado y 10 de funcionarios.

- El 90% considera que las TICCAD son necesarias para favorecer el trabajo y el aprendizaje.
- El 50% reportó un bajo empleo de estas tecnologías, a pesar de su uso en docencia, investigación y tareas estudiantiles.
- El 70% de los encuestados desconoce los recursos digitales e informáticos para *e-learning* (licencias, bancos de recursos, bibliotecas digitales) de la UACh.
- El 87% requiere capacitación especializada.
- El 60% ve las TICCAD solo como una opción más en su práctica docente.

Esta información, sumada a entrevistas y diarios de campo, fundamentó la propuesta de desarrollo del Campus Virtual Chapingo (CVC) bajo cuatro dimensiones esenciales:

- Filosófica: Otorga el sentido y la razón de ser al proyecto educativo.

- Pedagógica: Orienta el quehacer académico.
- Sociopolítica: Interconecta las dimensiones para el desarrollo y acción del proyecto.
- Jurídica: Norma los procesos, alineándolos a las políticas internas y externas.

Modelo Educativo Virtual de la UACh

La concepción pedagógica busca formar profesionales agropecuarios con un perfil práctico, técnico y tecnológico, pero con una base pedagógica sólida, capaces de cumplir las exigencias sociales sin perder el respeto por sus raíces y valores.
Las características clave del modelo virtual son: ser socialmente responsable, centrado en el estudiantado, adaptable, vanguardista, humanista e interactivo. Las TICCAD se conciben como un aliado para reducir la brecha de desarrollo en el sector agropecuario.

El modelo pedagógico virtual adoptará un enfoque mixto que incluye bases:

1. **Estructural Cognitivo:** Contribuye a la mejora del potencial de aprendizaje (autonomía y autoequilibrio).
2. **Cognitivo Progresista:** El conocimiento es resultado de las experiencias.
3. **Conectivista:** El aprendizaje es un proceso continuo de conexión entre nodos.
4. **Constructivista:** El conocimiento del mundo se logra mediante la experiencia y el entendimiento.
   Este modelo reconoce la lenta incorporación de equipamiento digital en el medio rural (acceso, conectividad y destreza), lo que hace al CVC una herramienta esencial en la dirección vanguardista de la institución.

Figura 1. Propuesta del modelo de diseño curricular.



Fuente: Elaboración propia

Estos criterios se han puesto en marcha a través del Programa de formación docente de la UACh basado en tecnologías a partir de septiembre de 2023 al ofertarse dos cursos, en enero y junio de 2024 con cuatro cursos ofertados a través del campus EDU Virtual Chapingo, con una eficiencia terminal que ha incrementado significativamente (actualmente es del 70%). El acuerdo sobre la creación del Campus Virtual Chapingo está aprobado por lo general por la COSAC y el DGA (agosto 2024), no obstante, seguimos trabajando en ello bajo la convicción de que si la soberanía en el campo camina de la mano con la soberanía tecnológica en estas reconversiones conjuntas, la recuperación del conocimiento así como la sistematización de las experiencias para formalizar los problemas y proponer como evaluar alternativas de generación conjunta a las herramientas metodológicas y de diseño o desarrollo tecnológico obligan a que la innovación de las estrategias de formación/capacitación impliquen que la relación enseñanza-aprendizaje sea diferente al desarrollo de los diversos espacios gestados en la enseñanza tradicional.

En ese tenor, la educación hibrida y virtual es la opción más adecuada pues permite la formación desde una perspectiva en la que esta educación debe ser accesible, capaz de garantizar la mayor cobertura posible sin importar los puntos geográficos, direccionada a la formación integral y a la respuesta de los vertiginosos cambios en el entorno a la par que se contextualiza para establecer escenarios posibles, probables y deseables en cualquier sentido. El proceso es largo y con múltiples soluciones y ejemplos regionales, pero el punto es estar en un contexto que resuelva desde la problemática, que fomente un cambio de identidad comenzando de la solución y no del problema para generar redes y membranas que permitan atender a las comunidades y brindar soluciones ya sea de manera virtual o presencial.

Bibliografía citada

Alfaro-Hernández, R. I. (2022). El docente usuario digital: narrativas en torno al uso de los recursos digitales durante el confinamiento. *Revista RedCA*, *5*(14), 24-43. http://doi.org/10.36677/redca.v5i14.17981

Alonso, M. M. A. (2021). Competencias profesionales para el nuevo escenario post COVID 19. El caso de la educación. *Diversidad Académica*, 1(1). https://diversidadacademica.uaemex.mx/article/view/16968

Bermúdez-Obando, M. C. (2022) Educación y tecnología: un análisis relacional sobre el aporte didáctico de las TIC. *Revista Academia & Virtualidad*, 15(1): 183-198 DOI: https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/5860/5095

Cabanillas Garcia, J. L., Luengo González, R., & Torres Carvalho, J. L. (2019). Diferencias de actitud hacia las TIC en la formación profesional en entornos presenciales y virtuales (Plan @vanza). *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (55), 37–55. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.03

Cabero, julio (2006). «Bases pedagógicas del e-learning» [artículo en línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol 3, n.º 1. UOC.

[Consultado el 15/10/06]. Disponible en: ISSN 1698-580X.

Córica, J. L. (2020). Resistencia docente al cambio: Caracterización y estrategias para un problema no resuelto. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia,* 23(2), 255-272, 2020. https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26578

Coronel, C., y Agramonte, R. (2023). Desafíos de la capacitación docente orientada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 2427-2456. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6356

Covarrubias, L. Y. (2021). Educación a distancia: Transformación de los aprendizajes. Telos: *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 23(1), 150-160. https://doi.org/10.36390/telos231.12

Cruz, E. C. (2019). Importancia del manejo de competencias tecnológicas en las prácticas docentes de la Universidad Nacional Experimental de la Seguridad (UNES). Revista Educación, 43(1). https://www.redalyc.org/journal/440/44057415013/html/

Dede, Ch.; Richards, J. (2020). The 60-year riple ita. new models for lifelong learning in digital Economy. Routtledge

Dondi, Claudio; Sangrà, Albert; Guàrdia, Lourdes (2005). «Proyecto BENVIC, una metodología y criterios de calidad para evaluar entornos y plataformas virtuales de aprendizaje» [artículo en línea]. [Consultado el 25/10/06]. Disponible en: http://www.cvc.cervantes.es/obref/formacion_virtual/campus_virtual/sangra.htm

Elliot, J. (2000, 4° ed.). La investigación – acción en Educación. Madrid. Morata.

Elliott, J. (1986). “Action-research": normas para la auto evaluación en los colegios, en L. Haynes, Investigación-acción en el aula (pp. 21-48). Valencia. Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura, Educació i Ciència.

FAO. (2014). Metodologías de E learning. Roma: FAO.

Flores-González, N. (2022). El perfil del docente y su adaptabilidad a entornos educativos virtuales. RECIE. *Revista Caribeña de Investigación Educativa*,

6(2), 99-115. https://doi.org/10.32541/recie.2022.v6i2.pp99-115

Gabriel, L. A. C. (2022). Formación de formadores en procesos participativos de las herramientas digitales en el desarrollo del aprendizaje. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V9I2.3132

Gil Rivera, M. del C. (2004). Modelo de diseño instruccional para programas educativos a distancia. *Perfiles educativos,* 26(104), 93–114. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982004000300006

Gollete, G. y Lessard-Hébert, M. (1988). La investigación-acción. Sus funciones, su fundamento y su instrumentalización. Barcelona. Laertes.

Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje conceptos, ideas y posibles limitaciones. Revista Educación y Tecnología, (1), 111-122. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4169414.pdf

Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. Propósitos Y Representaciones, 5(1), 325–347. https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149

Infante-Moro, A.; Infante-Moro, J. C.; gallardo-Pérez, J. (2021a). factores que influyen en la adopción del Internet de las Cosas en el sector hotelero. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, (E41), 370-383.

Infante-Moro, A.; Infante-Moro, J. C.; gallardo-Pérez, J. (2021b). Análisis de las competencias digitales en el Máster de Turismo de la Universidad de huelva. Campus Virtuales, 10(2), 141-151.

Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). Cómo planificar la investigación-acción. Barcelona. Alertes.

Lara, Pablo; Duart, Josep M. (2005). «Gestión de con- el *e-learning*: acceso y uso de objetos de información como recurso estratégico». En: «Uso de contenidos digitales: tecnologías de la información, sociedad del conocimiento y universidad» [monográfico en línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC) (vol. 2, n.º 2). UOC. [Consultado el

11/10/06]. Disponible en: http://www.uoc.edu/rusc/2/2/dt/esp pdf> ISSN 1698-580X//ISBN 84-9788-335-7

Luna-Nemecio, J. (2021). Tecnologías de Información, Comunicación y Conocimiento para el Aprendizaje Digital (TICCAD) en tiempos de pandemia: un balance crítico desde los imaginarios de la sosteniblidad. En Luna-Nemecio. J. & Tobón, S. (coords). COVID-19: retos y oportunidades para la socioformación y el desarrollo social sostenible (pp. 35-63). Universidad Pablo de Olavide-CICSAHL-Kresearch. https://doi.org/10.35766/b.rosds.21.02

Ortiz, Luis Farley (2007). «Campus Virtual: la educación más allá del LMS» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 4, n.° 1. UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. http://www.uoc.edu/rusc/4/1/dt/esp/ortiz.pdf ISSN 1698-580X

Pinto Santos, Alba Ruth; Cortés Peña, Omar; Alfaro Camargo, Carlos Hacia la transformación de la práctica docente: modelo espiral de competencias TICTACTEP Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, núm. 51, julio, 2017, pp. 37-51 Universidad de Sevilla Sevilla, España

Proyecto de Educación Abierta y Distancia Nivel Medio Superior y Superior. (2001). Subdirección de Planes y Programas de Estudio. México-Texcoco Chapingo.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista universidad y sociedad del conocimiento.*1(1) 1-16. http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf

Suarez, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación en Investigación didáctica. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 1 Nº 1. pp. 443-450

Subdirección de Planes y Programas de Estudio. (s.f.) Subdirección de Planes y Programas de Estudio. Universidad Autónoma Chapingo. https://sppe.chapingo.mx/#:~:text=La%20Subdirección%20de%20Planes%20y,formación%20y%20actualización%20docente%2C%20para

UACh (Universidad Autónoma Chapingo). 2009. Plan de Desarrollo Institucional

2009-2025. UACh. Chapingo, México. 200 p.

Zamora Varela, Y., y Mendoza Encinas, M. del C. (2023). La Inteligencia artificial y el futuro de la educación superior: desafíos y oportunidades. *Horizontes pedagógicos*, *25*(1), 1–13. https://horizontespedagogicos.ibero.edu.co/article/view/hop.25101

Implementación de una metodología para el campus virtual de la UACh: una experiencia

Yschel Soto Espinoza[1], Raúl Garrido Angulo[2]
[1]Universidad Autónoma Chapingo, ysotoe@chapingo.mx
[2]Instituto Politécnico Nacional, rga371@gmail.com

Introducción

El presente artículo explora el potencial de desarrollar un Campus Virtual en la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) como una herramienta innovadora para la profesionalización del sector agropecuario en México. Se subraya la necesidad de diseñar programas que equilibren el desafío cognitivo con las habilidades del estudiantado, promoviendo aprendizajes significativos tanto cognitiva como emocionalmente (Cabero, 1999; Carr y Kemis, 1988), al tiempo que se articulan con los procesos académico-administrativos.

Se destaca el papel central de las Instituciones de Educación Superior (IES) en la actual sociedad del conocimiento y la economía basada en él, enfatizando su rol en la generación y difusión de saberes. Para el diseño y desarrollo del contenido del campus virtual Chapingo, se propone la utilización de la metodología Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE), dada su adaptabilidad a las necesidades específicas del sector agropecuario, fomentando la colaboración, la innovación y el desarrollo sostenible. Así, el sector agropecuario enfrenta desafíos complejos como la crisis alimentaria, el cambio climático y la necesidad de una reconversión productiva sostenible. En este panorama, la educación es fundamental para formar profesionales capaces de impulsar la innovación. El campus virtual Chapingo ofrece una oportunidad para transitar a una modalidad educativa flexible y accesible, democratizando el conocimiento (Gabriel, 2022) y profesionalizando el sector.

La actual internacionalización de la economía confirma que el conocimiento es un componente endógeno crucial para el desarrollo y crecimiento nacional, permitiendo la diversificación sectorial y la ruptura de patrones lineales en los

proyectos de nación. Aunque la tecnología se incorpora como un elemento vanguardista e innovador en múltiples sectores (Amador, Torres, Lagunes, Angulo, Argüello y Medina, 2021), su avance ha sido lento en algunas fracciones del sector educativo. Existe un nexo indisoluble entre las fuentes de conocimiento y la tecnología (Bermúdez, 2022), ya que la difusión de saberes a través de redes formales e informales requiere la comprensión de los procesos de su generación (Gil, 2004; Gutiérrez, 2012; Islas, 2021). Por ello, la educación agropecuaria debe iniciarse en las redes de innovación, utilizando la tecnología como una herramienta capaz de transformarse en un modelo que genere impactos positivos en los aprendizajes al movilizar los saberes dentro del contexto social para responder a las necesidades (Covarrubias, 2021; Flores, 2022; Santiago y Garvich, 2024).

El conocimiento del campo es intencional, espacial y polimórfico, generándose y coevolucionando en un sistema ecológico y cultural plural. Por lo tanto, la educación virtual se presenta como una vía pertinente, factible y viable. El primer paso es la sensibilización y un cambio de mentalidad en las comunidades agropecuarias que dictaminan las políticas educativas. La educación virtual puede ser un motor de cambio que permita rebasar la identidad disciplinaria, sortear las barreras geográficas y vencer las resistencias.

Esta educación virtual, con sus propios principios, genera redes de innovación al plantear objetivos y manejos de grupo diferentes (Calanchez y Chávez, 2022). Aunque la UACh no tiene antecedentes formales de un campus virtual, sí ha implementado cursos a distancia diseñados por sus docentes y ha participado en redes de colaboración de e-learning, como la Red Espacio Común de Educación Superior a Distancia (ECOESAD), además de ofertar Cursos Masivos Abiertos en Línea (MOOC) en colaboración con otras instituciones.

La educación virtual es una opción adecuada que facilita la participación de todos en las redes de intercambio, autogestión e innovación del conocimiento (Hernández, 2017). Se propone que el profesorado se apropie de tecnologías

(Centeno y Acuña, 2023) para convertirse en formadores en modalidades híbridas o virtuales. Los profesionales del agro, a su vez, se beneficiarían de la transmisión horizontal de saberes y de espacios para compartir experiencias y casos exitosos.

El proceso es largo, pero la UACh debe partir de un contexto que fomente un cambio de identidad y se enfoque en la solución de la problemática, demostrando que funciona por solidaridad, compromiso y apoyos comunes para generar redes que atiendan a las comunidades.

Las acciones para formar sociedades del conocimiento han sido insuficientes frente a la brecha cognitiva y digital. El sector agrícola se encuentra en una etapa de redefinición de su función social y su reconceptualización ante las demandas económicas modernas y un nuevo ordenamiento educativo. Este contexto obliga a las instituciones educativas a reinventarse (Coronel y Agramonte, 2023). El incremento exponencial de la información y la facilidad de acceso a través de Internet han hecho necesario formar al estudiantado en habilidades de procesamiento y búsqueda de información, lo que modificó la visión del espacio educativo por la resignificación del tiempo y el espacio físico. Las instituciones educativas del siglo XXI, incluida la UACh, deben responder a este entorno cambiante, reinventando su dinámica para no quedar al margen de los tiempos vertiginosos.

Materiales y Métodos

Actualmente el conocimiento es la principal representación del empoderamiento económico, político y cultural a un punto tal en el que se han formado sociedades del conocimiento y con ello es claro que el acceso, gestión y producción del conocimiento no son equitativos, por lo que se planteó como objetivo el Proponer una metodología para el desarrollo del contenido del campus virtual Chapingo a través de la investigación y el trabajo colegiado.

Como objetivos particulares se plantearon los siguientes:

- Seleccionar los contenidos referentes a la temática agropecuaria a desarrollar.
- Implementar una metodología de *e-learning.*
- Pilotear y realizar los ajustes necesarios para publicarlo.
- Institucionalizar la propuesta en el modelo pedagógico y educativo del campus virtual de la UACh

Para obtener datos cualitativos y de corte descriptivo, se trabajará bajo la perspectiva de la Investigación Acción Pedagógica (Gollete y Lessard, 1988; Kemmis y McTaggart, 1988) porque su punto de partida reside en la elaboración del currículo como línea conexa entre lo que se debe saber y la realidad inmediata del educando, se emplearon como instrumentos de recolección de la información entrevistas a informadores confiables, encuestas e investigación documental.

La investigación acción cuenta con cuatro momentos clave compuestos por la fase de reflexión inicial, la fase de planificación, fase de acción y fase de reflexión, generando esta última un nuevo ciclo de investigación (Suarez, 2002; Park, 1992) que, al introducir cambios, da pauta al reinicio del proceso que hasta hoy día le mantienen vigente. Esas fases son:

- **La primera fase** es ubicar la problemática cotidiana que vive el investigador-docente y sobre lo que se trabajará y que pueda ser resuelto a través de soluciones prácticas.
- **La segunda fase** es la de reflexión diagnóstica: En esta se ubica el origen y evolución de la situación problemática, la postura de las personas involucradas, los puntos más conflictivos con relación a los contextos y grupos de manifestación, la forma en que se manifiestan, como son conducidos, los modos de afrontamiento y la correspondencia entre teoría y la práctica. En este punto se pueden identificar los obstáculos subjetivos y objetivos ante las propuestas de cambio, por lo que resulta básica la capacidad de describir y comprender lo que realmente se está haciendo y los valores educativos que sustentan la práctica docente.

- **La tercera fase** es de planificación: La flexibilidad deberá ser la principal característica del plan para que permita la incorporación de aspectos ignotos o no contemplados en el transcurso de la investigación; ubicará fortalezas y debilidades, así como zonas de oportunidad y/o riesgo guiando al trabajo por fines y objetivos de alto valor educativo. El proceder es con base en los siguientes puntos guía:
    1. Describir la preocupación temática,
    2. Presentar la estructura y las normas de funcionamiento del grupo de investigación,
    3. Delimitar los objetivos, atendiendo a los cambios que se pretenden conseguir en las ideas, las acciones y las relaciones sociales,
    4. Presentar, lo más desarrollado posible, un plan de acción,
    5. Describir cómo se va a relacionar el grupo de investigación con otras personas implicadas o interesadas en los cambios esperados,
    6. Describir cómo se van a controlar las mejoras generadas por la investigación.
- **La cuarta fase** corresponde a la acción-observación. La puesta en marcha del plan no es una acción lineal y mecánica (exige tomar decisiones instantáneas por omisión o adaptación), involucra un proceder controlado, fundamentado e informado críticamente que permite observar y registrar datos que se emplearan para elaborar las reflexiones posteriores con relación al proceso de la acción, las circunstancias en las que ésta se realiza y sus efectos, tanto planificados como imprevistos.
- **En la fase de reflexión** se aborda el trabajo de grupo dando pie al análisis, interpretación y conclusión; se ubican los errores y aciertos que darán origen a los nuevos problemas que nutrirán un nuevo ciclo de planificación-acción-reflexión. Los resultados de la reflexión deben organizarse en torno a los cuestionamientos clave del proceso de planificación, de en qué medida se mejoró la comprensión educativa, las prácticas y los contextos en las que éstas

se sitúan; poniendo énfasis en la calidad de los procesos generados.

Los resultados deberán presentarse a modo de hipótesis de acción futura, misma que Elliott (1986 y 2000) define como una invitación a los otros maestros para que exploren los límites dentro de los cuales el significado atribuido a un acto o proceso determinado podría generalizarse a sus propias situaciones.

Por último, se debe realizar un informe descriptivo, sencillo y claro con todo el rigor y seriedad pertinente. Se sugiere utilizar un formato histórico en el que se narre el proceso de investigación cronológicamente utilizado una secuencia real o en uso yendo más allá de las descripciones superficiales de hechos o procesos; es necesario incluir también sentimientos, actitudes y percepciones de los implicados.

Resultados y conclusiones

Se espera que con la generación del campus virtual en la UACh se pueda coadyuvar en la resolución de las problemáticas del sector agropecuario, se contribuya a la profesionalización de los actores del sector, la generación y difusión de conocimiento innovador, el fortalecimiento de la vinculación entre la academia y el sector productivo, el desarrollo de capacidades para la adaptación al cambio climático y la promoción de la sostenibilidad pero sobre todo, representa la oportunidad de acceso al conocimiento.

En ese tenor y después de haber ajustado a las condiciones de la UACh la utilización de la metodología de ADDIE para el diseño y desarrollo de e-learning ajustado a las necesidades del sector agropecuario (FAO, 2014), se buscó cumplir con la garantía de un enfoque sistemático y riguroso en la creación de cursos en línea de alta calidad que ofrece esta metodología. Esto se logró gracias a que en 2019 se ofreció un curso, en 2020 dos cursos, en 2021 dos cursos, todos ellos masivos, ofertados de manera mundial a todo el público relacionado con el sector agropecuario, lo que permitió atender a 11,665 estudiantes matriculados en los mismos.

Posteriormente, con esas mismas características y criterios se desarrollaron para el profesorado de la UACh en 2023 dos cursos de capacitación y en 2024 siete respectivamente.

Por ende, el impulsar la propuesta de un campus virtual para la UACh sistematizado y normado, que desarrolle sus contenidos bajo esta metodología y estructura tiene el potencial de transformar la educación en el sector agropecuario, promoviendo la innovación, el desarrollo sostenible y la equidad, así como las políticas públicas que apoyen las necesidades específicas del sector.

El uso de las TICCAD en vías de mejorar las oportunidades de vida en torno al sector agropecuario hace evidente las elevadas expectativas sobre estas y su potencial aplicativo para contribuir en la reducción de la pobreza en el entorno global, su contribución al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y con ello, en los problemas relacionados con el acceso a la información que enfrentan los actores agrícolas en los países en desarrollo.

Referencias

Amador-Alarcón, M. P., Torres-Gastelú, C. A., Lagunes-Domínguez, A., Angulo-Armenta, J., Argüello-Rosales, C. A. y Medina-Cruz, H. (2021). Marcos de competencias digitales relacionadas con seguridad para docentes. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 9(Especial), 48-52. https://doi.org/10.29057/ICBI.V9IESPECIAL.7490

Bermúdez-Obando, M. C. (2022). Educación y tecnología: un análisis relacional sobre el aporte didáctico de las TIC. *Revista Academia & Virtualidad*, 15(1): 183-198 DOI: https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/5860/5095

Cabero, J. (1999). Tecnología educativa. *Revista Docencia Universitaria* (2). Recuperado de http://190.39.165.96/gsdl/collect/artculos/index/assoc/HASH079b.dir/doc.pdf

Calanchez Urribarri, Á. y Chávez Vera, K. J. (2022). Apropiación social de la tecnología: una necesidad como consecuencia de la COVID-19. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 183-198.

https://doi.org/10.51302/tce.2022.720

Carr, W. y Kemmis, S. (1988). Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado. Barcelona. Martínez Roca.

Centeno-Caamal, R. y Acuña-Gamboa, L. A. (2023). Competencias digitales docentes y formación continua: una propuesta desde el paradigma cualitativo. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 22(2), 119-134. https://doi.org/10.17398/1695-288X.22.2.119

Coronel, C., y Agramonte, R. (2023). Desafíos de la capacitación docente orientada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 2427-2456. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6356

Covarrubias, L. Y. (2021). Educación a distancia: Transformación de los aprendizajes. Telos: *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 23(1), 150-160. https://doi.org/10.36390/telos231.12

Elliot, J. (2000, 4° ed.). La investigación – acción en Educación. Madrid. Morata.

Elliott, J. (1986). “Action-research": normas para la auto evaluación en los colegios, en L. Haynes, Investigación-acción en el aula (pp. 21-48). Valencia. Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura, Educació i Ciència.

FAO. (2014). Metodologías de E learning. Roma: FAO.

Flores-González, N. (2022). El perfil del docente y su adaptabilidad a entornos educativos virtuales. RECIE. *Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 6(2), 99-115. https://doi.org/10.32541/recie.2022.v6i2.pp99-115

Gabriel, L. A. C. (2022). Formación de formadores en procesos participativos de las herramientas digitales en el desarrollo del aprendizaje. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V9I2.3132

Gil Rivera, M. del C. (2004). Modelo de diseño instruccional para programas educativos a distancia. *Perfiles educativos,* 26(104), 93–114. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982004000300006

Gollete, G. y Lessard-Hébert, M. (1988). La investigación-acción. Sus funciones, su fundamento y su instrumentalización. Barcelona. Laertes.

Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje conceptos, ideas y posibles limitaciones. Revista Educación y Tecnología, (1), 111-122. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4169414.pdf

Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. Propósitos Y Representaciones, 5(1), 325–347. https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149

Islas Torres, C. (2021). Conectivismo y neuroeducación: transdisciplinas para la formación en la era digital. CIENCIA ergo-sum, 28(1). http://doi.org/10.30878/ces.v28n1a11

Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). Cómo planificar la investigación-acción. Barcelona. Alertes.

Park, P. (1992). Qué es la investigación-acción participativa. Perspectivas teóricas y metodológicas. En M. C. Salazar (Ed.): La investigación-acción participativa. Inicios y desarrollos (pp. 135-174). Madrid. Popular.

Santiago-Trujillo, Y. y Garvich-Ormeño, R. (2024). Competencias Digitales e Integración de las TIC en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Revista Docentes* 2.0 vol.17 no.1. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S2665-02662024000100050&script=sci_arttext

Suárez, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación en Investigación didáctica. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 1 Nº 1. pp. 443-450

Evaluación diagnóstica en aritmética para la identificación temprana de riesgo académico en matemáticas en la Preparatoria Agrícola de la UACh

Noé Ramírez Negrete, Oscar Palmeros Rojas, Itzayana Amairani Brindis Fernández

Universidad Autónoma Chapingo. Preparatoria Agrícola.
nramirezn@chapingo.mx; opalmerosr@chapingo.mx; ibrindisf@chapingo.mx

Introducción

La misión de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) es contribuir “al desarrollo nacional soberano y sustentable, preferentemente del sector rural, a través del aprovechamiento racional, económico y social de los recursos naturales, agropecuarios, forestales y agroindustriales. Para ello, ofrece educación media superior, superior y de posgrado,” (Plan de desarrollo institucional, 2009-2025, 2009). En la UACh la educación media superior corresponde a la Preparatoria Agrícola (PA), que recibe alumnos de varios estados del país y considera diversos criterios de selección (Chapingo, s.f.), no únicamente la cantidad de aciertos en el examen de admisión, como se hace en otras Universidades. Es importante mencionar que en el Plan de desarrollo institucional 2009-2025 (2009) se menciona que en la PA existe una elevada taza de deserción, correspondiente al 41.4%. Coronado González, (2024), menciona que la deserción escolar en PA se produce por múltiples razones y también que los dos primeros semestres son los de mayor riesgo de deserción escolar. Además, es importante mencionar que, en la UACh, para aprobar un curso, según el reglamento académico de Alumnos (2024) la calificación mínima debe ser 66, en escala de 0 a 100 (Art. 102), y si un estudiante no alcanza la calificación mínima de 80, deberá presentar una evaluación global, misma que se promediará con la calificación final del curso (Art. 77).

Durante los dos primeros semestres, del plan de estudios del 95, de preparatoria agrícola, se cursan las materias de Álgebra I y Álgebra II. En este plan,

aproximadamente el 90% del tiempo está dedicado al estudio del álgebra, mientras que sólo el 10% al estudio de la aritmética. En el nuevo plan de estudios 2025, el tiempo dedicado al estudio de la aritmética es de aproximadamente 15%. Tanto en el plan del 95 como el del 2025, se da por hecho que durante la educación básica (primaria y secundaria) los estudiantes abordaron y profundizaron en conceptos de aritmética, logrando un dominio amplio de los temas, y que en la PA sólo se realiza un repaso. Sin embargo, la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Álgebra I y II (ahora Matemáticas I y II en el plan de estudios 2025) en la preparatoria agrícola, presenta diversos problemas, ya que se ha observado que, a los estudiantes se les dificulta entender el álgebra, así mismo presentan complicaciones al aplicar operaciones aritméticas. Espinoza, et. all. (2021) mencionan que el conocimiento previo influye significativamente en el rendimiento académico en el nivel medio, además, que los conocimientos previos permiten a los estudiantes conectar nueva información con las estructuras cognitivas existentes, potenciando la comprensión y retención. Además, diversas investigaciones han encontrado una conexión entre los conocimientos previos de los estudiantes en aritmética y el rendimiento en otras áreas de las matemáticas (Nainggolan, 2022; Karlsson & Kilborn, 2023; Tan Geok Shim et al., 2017).

Para obtener información de los conocimientos previos de los estudiantes, en aritmética, se puede utilizar una evaluación diagnóstica. Según Tan Geok Shim et al., (2017) la evaluación diagnóstica es una evaluación preliminar utilizada para detectar las fortalezas y debilidades de los estudiantes en el aprendizaje. Así mismo menciona que la detección temprana de debilidades matemáticas facilita la implementación de intervenciones para ayudar a los estudiantes con dificultades a afrontar mejor el curso.

El objetivo de esta investigación es presentar un panorama de los resultados de una evaluación diagnóstica en aritmética, aplicada a 745 estudiantes de nuevo ingreso de la PA de la UACh. Lo anterior en relación con el proyecto 25321-C-86, el cual tiene como objetivo general "Identificar las características de la población de

nuevo ingreso y buscar posibles asociaciones entre dichas características y la reprobación.", entre estas características se destacan los conocimientos previos ya que, como concluye Dochy, (1988) el estado del conocimiento previo del estudiante tiene una fuerte influencia en el aprendizaje, es decir el conocimiento previo permite una atención selectiva al material pertinente, mejorando los resultados de aprendizaje. Además, es un hecho que los conceptos y habilidades aritméticas y algebraicas están fuertemente relacionadas.

Materiales y Método

Se aplicó una Evaluación Diagnóstica (ED) a 745 estudiantes, 349 mujeres y 396 hombres, de nuevo ingreso a la PA de la UACh, durante la primera semana del inicio de clases. La muestra se tomó por conveniencia y la duración del examen fue de 80 minutos. El examen diagnóstico consistió en 15 preguntas de aritmética, es decir para resolver cada pregunta el estudiante contaba con 5 minutos y 20 segundos. Los temas abordados en la evaluación son: Factorización de números compuestos, mínimo común múltiplo y máximo común divisor, división de números enteros y operaciones con fracciones. Cada uno de estos tiene una relación con aritmética y/o álgebra, por ejemplo, el cálculo del mínimo común múltiplo está relacionado con la sumas y restas de fracciones con diferente denominador, la jerarquía de operaciones aritméticas está relacionado con la jerarquía de operaciones con expresiones algebraicas y sumas y restas de polinomios, etc.

Los estudiantes evaluados provienen de diferentes modalidades de secundarias, como se muestra en la tabla 1.

Tipo de Escuela	No. de Estudiantes
Comunitaria	6
General	182
Técnica	208
Técnica indígena	7
Telesecundaria	342

Tabla 1. Número de estudiantes que presentaron la ED, por tipo de escuela.

Para presentar la información, referente las calificaciones del ED, se dividió en tres categorías:

- **Insuficiente**: Calificación entre 0 y 65.
- **En riesgo**: Calificación entre 66 y 79.
- **Bien**: Calificación entre 80 y 100.

Lo anterior se debe a que, en la UACh, un estudiante requiere para aprobar un curso una calificación mayor a 66, sin embargo, si su calificación es menor a 80 el estudiante debe presentar un examen global, como se mencionó anteriormente.

Resultados

De acuerdo con las calificaciones obtenidas en la evaluación diagnóstica (ED), un 75.3% (561) de los estudiantes no aprobaron y se ubicaron en la categoría **Insuficiente**, mientras que 12.5% (93) tuvieron una calificación entre 66 y 79, es decir en la categoría **En riesgo** y tan solo el 12.2% (91) se ubicaron en la categoría de **Bien** es decir tuvieron una calificación entre 80 y 100, como se muestra en la Figura 1.

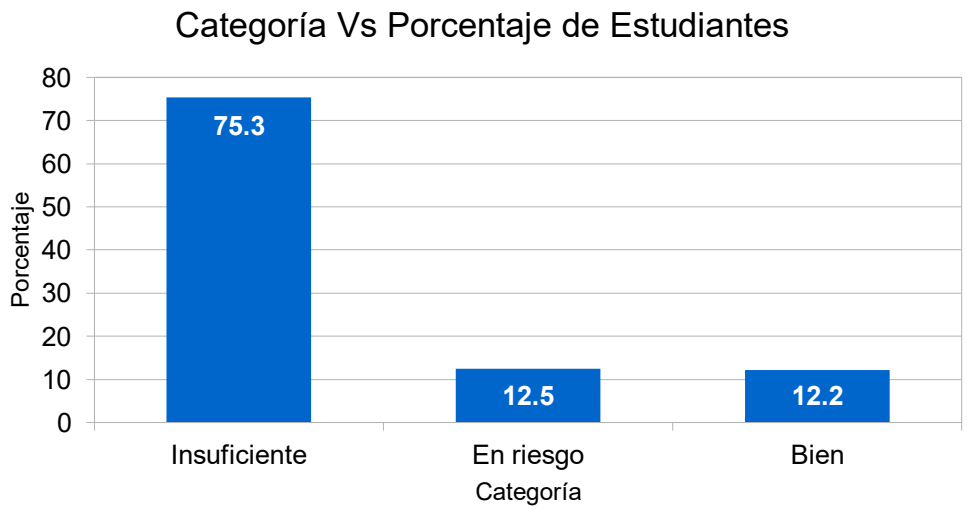


Figura 1. Porcentaje de estudiantes, en cada una de las categorías.

Por otro lado, se analizó el resultado de las calificaciones por género, en este caso se observa una cantidad porcentual ligeramente mayor en la categoría de

Insuficiente y En riesgo para las mujeres, en comparación con la de los hombres, mientras que en la categoría Bien las mujeres están ligeramente por debajo de los hombres, como se muestra en la tabla 2.

Categoría	Insuficiente	En riesgo	Bien
No. de Mujeres	266 (76.2%)	47 (13.5%)	36 (10.3%)
No. de Hombres.	295 (74.5%)	46 (11.6%)	55 (13.9%)

Tabla 2. Número de estudiantes por género, ubicados en las diferentes categorías.

También se hizo un estudio de las calificaciones obtenidas por los estudiantes basándose en el tipo de secundaria que cursaron. En este caso se observa que los estudiantes pertenecientes a dos modalidades de secundaria no alcanzaron la categoría de Bien. Así mismo, podemos observar, en la Figura 2, que el 100% de los estudiantes de secundaria Comunitaria estuvieron en la categoría de Insuficiente. Es relevante mencionar que los estudiantes pertenecientes a la modalidad de Telesecundaria tuvieron un mejor desempeño.

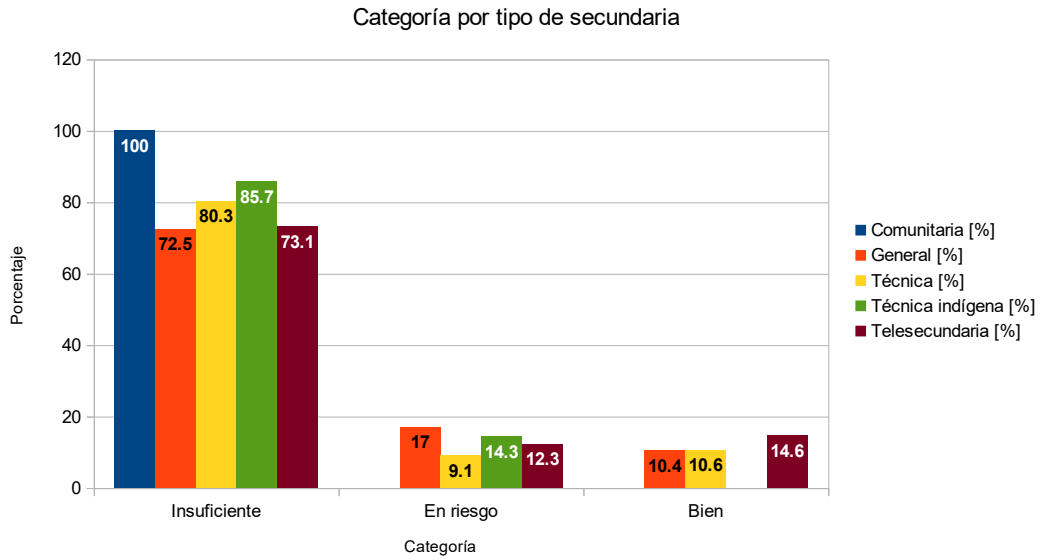


Figura 2. Porcentaje de estudiantes, en cada una de las categorías, separados por modalidad de secundaria.

Finalmente se hizo un análisis por género y tipo de escuela, como se muestra en la Tabla 3. En este análisis y sin considerar a las y los estudiantes provenientes de escuelas comunitarias, se encuentra que las mujeres provenientes de secundarias Técnicas, tuvieron un desempeño bajo, mientras que las mujeres provenientes de Telesecundaria tuvieron un mejor desempeño, por otro lado los hombres provenientes de secundarias Técnicas, tuvieron un desempeño bajo mientras que los hombres provenientes de secundaria General y Telesecundaria, tuvieron un mejor desempeño, como se muestra en la tabla 3.

Categoría	Comunitaria		General		Técnica		Técnica indígena		Telesecundaria	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Insuficiente	100%	100%	76.4%	70%	79.5%	80.8%	75%	100%	73.9%	72.2%
En riesgo	0	0	19.4%	15.5%	9.1%	9.2%	25%	0	13.3%	11.1%
Bien	0	0	4.2%	14.5%	11.4%	10%	0	0	12.8%	16.7%

Tabla 3. Número de estudiantes por género y tipo de escuela, ubicados en las diferentes categorías

Conclusiones

De acuerdo con las calificaciones obtenidas en la ED, los conocimientos previos de los estudiantes de nuevo ingreso, en aritmética, son deficientes. Los temas de aritmética no sólo son utilizados en Matemáticas, sino en materias como Física, Química, Introducción a las Ciencias Experimentales, Agronomía, entre otras. Al haber deficiencia de conocimientos, no sólo están en riesgo en Matemáticas sino también en las materias antes señaladas.

El 12.5% demostró contar con los conocimientos mínimos para aprobar la ED, sin embargo aún se encuentran en riesgo, según al artículo 77 del Reglamento académico de alumnos (2024). Por lo cual valdría la pena replantear si la materia de Matemáticas I y II, en su programa analítico debe contemplar la aplicación de una evaluación global o no.

Se observa que, para este ciclo escolar, las mujeres de nuevo ingreso presentaron un desempeño ligeramente más bajo, en la evaluación, que los hombres, mientras que los estudiantes provenientes de secundarias Comunitarias, Técnicas y Técnicas indígenas obtuvieron un desempeño menor que los de provenientes de secundarias General y Telesecundaria. En este sentido consideramos que las y los estudiantes que egresan de una modalidad de este tipo de escuela, no cuentan con los conocimientos previos suficientes para conectar la nueva información con estructuras cognitivas existentes y en consecuencia tienen un alto riesgo de reprobar la materia de Matemáticas I.

Basado en los hallazgos, recomendamos, en el corto plazo, apoyar a los estudiantes con cursos de nivelación, no sólo con talleres, así como asesorías académicas. En el mediano plazo, gestionar el incremento de horas para Matemáticas I y II, esto permitirá incrementar el número de horas asignadas al reforzamiento de los conocimientos de aritmética.

Bibliografía citada

Chapingo (s.f.), Preguntas Frecuentes, https://prepa.chapingo.mx/preguntas-frecuentes/

Coronado González, J. (2024). Causas probables de la deserción escolar en los alumnos de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo [UACh]. https://repositorio.chapingo.edu.mx/bitstreams/3da0b083-c94b-4b01-94fe-dfea0d0cf4b9/download.

Dochy, F. J. R. C. (1988). The “Prior Knowledge State” of Students and Its Facilitating Effect on Learning: Theories and Research. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED387486.pdf

Espinoza Freire, E. E., Rad Camayd, Y., Chio Correia, G. R., & Joaquim Tchimala, A. C. (2021). Transcendência dos conhecimento prévio no processo de ensino-aprendizagem. Revista Sociedad & Tecnología, 4(2), 235-247.

Karlsson, N., & Kilborn, W. (2023). Arithmetic and algebraic knowledge in student learning of concepts. https://doi.org/10.36315/2023v1end001

Nainggolan, S. P. (2022). Relational Thinking And Problem Solution Strategies Beginning Algebra High School Students. Journal of World Science, 1(8), 652–671. https://doi.org/10.36418/jws.v1i8.86

Plan de desarrollo institucional, 2009-2025 (1a ed). (2009). Universidad Autónoma Chapingo. https://drive.google.com/file/d/1u3RtZSl1xdXdG-z4x0y-1p2kWJ6eqk9v/view

Proyecto Educativo de Preparatoria Agrícola [Plan de Estudio], 2025. Universidad Autónoma Chapingo

REGLAMENTO ACADÉMICO DE ALUMNOS, 2024, Gaceta Universitaria, No. 92, 2-40. https://chapingo.mx/wp-content/uploads/2024/09/GACETA-92.pdf

Tan Geok Shim, G., Shakawi, A. M. H. A., & Azizan, F. L. (2017). Relationship between Students' Diagnostic Assessment and Achievement in a Pre-University Mathematics Course. Journal of Education and Learning, 6(4), 364. https://doi.org/10.5539/jel.v6n4p364

Un sistema que Resuelve Problemas de Hidrostática e Hidrodinámica

Guillermo Becerra Córdova

Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola
gbecerrac@chapingo.mx

Introducción

Llamamos fluido a toda sustancia que no ofrezca resistencia a cambiar de forma. Las partículas que forman los fluidos pueden cambiar de posición fácilmente y esto es lo que les da la propiedad que tienen los fluidos. Por esta misma razón, un fluido adopta la forma de cualquier superficie sólida con la que se ponga en contacto. Los fluidos pueden ser clasificados en líquidos y gases. Los líquidos poseen un volumen definido; los gases ocupan todo el volumen del recipiente que los contiene. Los líquidos son incompresibles, es decir, permanece constante su volumen. Los gases, por el contrario, pueden ser reducidos a volúmenes menores o mayores, es decir, son compresibles. Sin embargo, en la naturaleza no existen líquidos perfectos ya que no son del todo incompresibles. Para fines prácticos esa compresibilidad se desprecia ya que no introduce un error grande en problemas relacionados con los líquidos (Beltrán y Braun, 1975: 105).

Un cuerpo al estar sumergido en un líquido experimenta una aparente pérdida de peso. Es decir, un objeto sumergido en un líquido puede ser levantado mucho más fácilmente que cuando está fuera de él. Esto se debe a que cuando el objeto está sumergido, el líquido ejerce una fuerza hacia arriba. Esta fuerza debida al fluido se llama Empuje.

Si el peso del objeto es mayor que el empuje, el objeto se hundirá. Si el peso es igual al empuje, el objeto permanecerá en el mismo nivel. Si el peso es menor que el empuje, el objeto flotará. La relación entre el Empuje y el peso del líquido desplazado fue descubierta por el filósofo griego **Arquímedes** y establece que (Hewitt, 1995: 299):

"El empuje es igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo que se encuentra inmerso en él"

Este principio es válido para líquidos y para gases, que son los que constituyen los fluidos. El peso de un fluido depende, entre otros factores, de su densidad. La densidad es el cociente de la masa de un cuerpo entre el volumen que ocupa. La densidad es un parámetro que indica si un cuerpo puede flotar en un determinado fluido. Si un cuerpo es más denso que el fluido en el que está inmerso, el objeto se hundirá. Si un objeto es menos denso que el fluido en el que está inmerso, el objeto flotará. Si ambas densidades son iguales, el objeto se hundirá a cualquier profundidad (Buche, 1990: 129).

La presión es la fuerza dividida entre el área sobre la que se ejerce. La presión que ejerce un bloque sobre una superficie horizontal es el peso del bloque dividido entre el área del bloque que se encuentra en contacto con la superficie. Lo mismo sucede con la presión que ejerce un líquido sobre el fondo del recipiente que lo contiene. El peso de un líquido y por lo tanto la presión que puede ejercer, dependen de su densidad. Así, para líquidos que tengan la misma densidad, la presión será mayor en el fondo del líquido que tenga mayor profundidad. La presión que ejerce un líquido es proporcional a la profundidad. A mayor profundidad, mayor presión. La presión que ejerce un líquido no sólo depende de su profundidad, también depende de su densidad. Para dos puntos situados a la misma profundidad en diferentes líquidos, la presión que se ejerza será mayor para el líquido con mayor densidad. Así, la presión que ejerza un líquido es proporcional a su densidad. A mayor densidad, mayor presión. La ecuación que relaciona la presión con la densidad de un líquido y la profundidad a la que se encuentra un punto situado en él, es igual a (Beiser, 1991:168):

$$p = \rho\, h\, g \qquad 1$$

Donde: p es la presión ejercida por el fluido, ρ la densidad del fluido y h la profundidad.

Cuando aumenta la presión que ejerce un fluido sobre las paredes del recipiente que lo contiene, ese aumento se transmite íntegramente a todas las regiones del fluido y actúa en todas direcciones. Este principio se le conoce como **Principio de Pascal**.

Si tomamos dos recipientes que se encuentren unidos por un conducto y le vaciamos un líquido, observaremos que los niveles del líquido en ambos recipientes serán iguales. Esto nos indica que ambas presiones en el fondo de los recipientes también serán iguales. Sin embargo, si aplicamos una fuerza en uno los recipientes, es necesario que se le aplique una fuerza en el otro recipiente para que se mantengan los niveles del líquido a la misma altura. La experiencia nos ha mostrado que, si las áreas de ambos recipientes son diferentes, las fuerzas aplicadas también serán diferentes. Sin embargo, al dividir la fuerza ejercida en ambos recipientes entre sus respectivas áreas de aplicación, observaremos que el cociente en ambos casos es igual. Esto nos indica que para que ambos niveles permanezcan a la misma altura, la presión ejercida en la superficie de los líquidos debe ser igual. Esto es consecuencia del **Principio de Pascal**.

Como la presión en ambas superficies del líquido debe ser igual y la presión es igual al cociente de la fuerza entre el área de la superficie donde se aplica la fuerza (Beiser, 1991: 167), entonces la ecuación siguiente establece la relación entre las fuerzas y las áreas.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \qquad 2$$

Esta ecuación es conocida como el Principio de Multiplicación de Fuerzas y nos indica que, si las áreas son diferentes, entonces las fuerzas que se aplican a las superficies del líquido también serán diferentes. En consecuencia, si el área de una superficie es mucho mayor que la otra, la fuerza que se ejerza sobre la superficie de área mayor debe ser mucho más grande que la fuerza que se ejerza sobre la superficie de área menor para que las presiones en ambas superficies

permanezcan iguales. Por ejemplo, una persona que se coloque en la superficie de menor área puede equilibrar el peso de un automóvil, siempre y cuando la relación entre las áreas de las superficies sea igual a la relación entre los pesos.

Cuando un fluido que llena un tubo se mueve a lo largo de él con velocidad promedio v, el flujo o descarga Q se define como:

$$Q = vA \qquad 3$$

Donde A es el área de la sección transversal del tubo y v es la velocidad promedio del fluido en el tubo.

Supongamos que un fluido llena un tubo y fluye a través de él. Además, suponga que el área de la sección transversal del tubo en un punto es A_1 y A_2 en otro punto. Si el fluido no puede cruzar las paredes del tubo y no hay ni "fuentes" ni "sumideros" donde el flujo fuese creado o destruido en el interior del tubo, la masa que cruza cada sección del tubo por unidad de tiempo debe ser siempre la misma. En particular el flujo en un punto debe ser igual al flujo en otro punto del mismo tubo. En otras palabras:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \qquad 4$$

Donde v_1 y v_2 son las velocidades promedio del fluido en A_1 y A_2, respectivamente. Esta ecuación es conocida como Ecuación de Continuidad (Resnick y Halliday, 1980: 401).

En un fluido hay tres tipos de energía: la energía cinética debida al movimiento, la energía debida a la presión y la energía potencial gravitacional debida a la altura a la que se encuentra con respecto a un sistema de referencia (Hewitt, 1995: 319).

La energía cinética debida al movimiento del fluido está expresada en la forma siguiente:

$$E_c = \rho\ v^2/2 \qquad 5$$

Donde: ρ es la densidad del fluido y v es su velocidad.

La energía potencial debida a la presión se expresa matemáticamente como:

$$E_p = p \quad (6)$$

Donde p es la presión sobre el fluido.

La energía potencial gravitacional, se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$E_g = \rho\ g\ h \quad (7)$$

Donde ρ es la densidad del fluido, g es la aceleración de la gravedad y h es la altura a la que se encuentra el fluido.

La energía total de un fluido está dada por la suma de estas tres energías:

$$E_{total} = \rho\ v^2/2 + \rho\ g\ h + p \quad (8)$$

Daniel Bernoulli estableció que, en un fluido ideal, al que ni se añade ni se resta energía, la suma de estas formas de energía permanece constante (Serway, 1985: 325):

$$\rho\ v^2/2 + \rho\ g\ h + p = Constante \quad (9)$$

Es decir, en dos puntos distintos de un fluido la energía total del fluido permanece constante. Esto implica que en cada punto de la figura se pueden tener diferentes energías cinéticas, gravitacionales y de presión, pero la suma de todas ellas debe permanecer constante. En otras palabras, la energía cinética, la energía potencial debida a la presión y la energía potencial gravitacional debida a la elevación pueden cambiar de un punto a otro, pero su suma debe permanecer constante. Por consiguiente:

$$1/2\ \rho\ v_1^2/2 + \rho\ g\ h_1 + p_1 = 1/2\ \rho v_2^2 + \rho\ g\ h_2 + p_2 \quad (10)$$

Esta ecuación es conocida como **Ecuación de Bernoulli**. La ecuación de **Bernoulli** es consecuencia del principio de conservación de la energía. Esta ecuación se puede usar en la forma dada si las pérdidas de energía causadas por la viscosidad son pequeñas comparadas con las demás energías y esto ocurre en

una considerable cantidad de problemas cotidianos donde la velocidad del fluido no es muy pequeña (Tipler, 1995: 351).

Materiales y Métodos

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar un sistema o programa que resuelve problemas relacionados con la Hidrostática y la Hidrodinámica. Dentro se la Hidrostática se resuelven problemas relacionados con el **Principio de Pascal** y el **Principio de Arquímedes**. Los problemas relacionados con el **Principio de Pascal** corresponden a los temas de Prensa Hidráulica y de Presión Hidrostática. En el rema de **Principio de Arquímedes** se utilizan 9 variables de las cuales se toman 3 o 4 de ellas como datos y el resto las calculará el sistema. En el caso del Principio de Multiplicación de Fuerzas, se utilizan 4 variables de las cuales se toman 3 como datos y la variable restante la calculará el sistema. Dentro del tema de Hidrodinámica, se resuelven problemas relacionados con la **Ecuación de Bernoulli**. Este tema utiliza 8 variables de las cuales se deben escoger 6 que servirán como datos y el sistema calculará los valores de las variables restantes. Dependiendo del problema, el usuario deberá escoger las variables cuyos datos proporcione el problema. Para indicarle al sistema las variables que servirán como datos, el usuario deberá marcarlas por medio de las cajas de opción implementadas en cada variable. Las variables que no sean marcadas se considerarán como incógnitas, las cuales calculará el sistema. En cada tema, el sistema indicará el número de variables que se deben utilizar como datos. Si se marcan más o menos variables que se deben utilizar como datos, el sistema no resolverá ningún problema. El sistema no tomará en cuenta los datos que tenga una variable que se utilice como incógnita. De esta forma, no es necesario borrarle sus valores por que no serán considerados dentro de los cálculos que realice el sistema. Sólo tomará en cuenta los datos de las variables que estén marcadas.

El programa con la que se desarrolló el sistema fue Visual Studio 12, el cual es diseñado para programar bajo Windows.

Resultados

En la figura 1 se muestra la ventana principal del sistema que se elaboró como resultado del proyecto.

Figura 1. Ventana principal del sistema.



Fuente propia.

En ella se muestran tres botones. Uno de ellos corresponde al tema de **Hidrostática**, el otro al tema de **Hidrodinámica** y la opción **Salir**. Al escoger la opción **Hidrostática** aparecerá otra ventana como la mostrada en la figura 2.

Figura 4. Hidrostática.



Fuente propia.

Al escoger la opción **Principio de Pascal** aparecerá otra ventana como la mostrada en la figura 3. En ella se presentan las opciones **Prensa Hidráulica** y **Presión Hidrostática**.

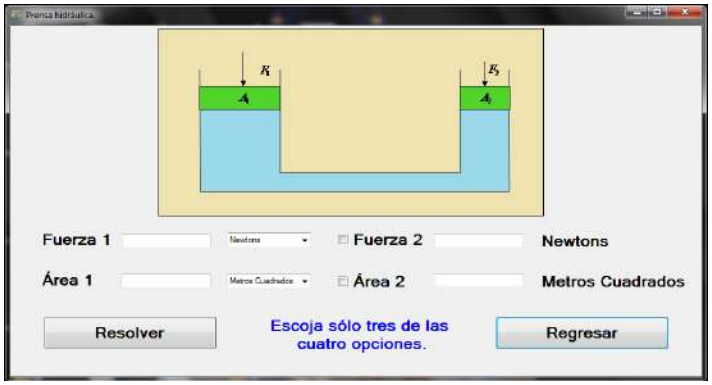
Figura 3. Prensa Hidráulica y Presión Hidrostática.



Fuente propia.

Al escoger la opción **Prensa Hidráulica** aparecerá otra ventana como la mostrada en la figura 4.

Figura 4. Prensa Hidráulica.



Fuente propia.

Esta parte del sistema calcula el área o la fuerza a la que debe someterse una prensa hidráulica para que las presiones en las superficies del líquido en ambos recipientes sean iguales. La figura 4 muestra 4 variables, dos para introducir los valores de las fuerzas y dos para introducir los valores de las áreas. La fuerza y el área 1 no tienen cuadros de opción, son los datos que tiene que introducir el usuario. La fuerza y el área 2 tienen dos cuadros de opción que sirven para escoger cuál de las dos va a ser utilizada como dato. En consecuencia, la variable restante no debe

marcarse, ya que corresponde a la incógnita de problema. Después de que el usuario introduzca los datos y de escoger la incógnita, al hacer clic en el botón **Resolver**, el sistema calculará el valor de la incógnita escogida. El sistema tiene la particularidad de poder introducir los datos en Newton o en Dinas para la fuerza y para el área, en metros o centímetros cuadrados. La respuesta estará dada en Newton o en metros cuadrados dependiendo la incógnita.

Conclusiones

El sistema resuelve problemas relacionados con Hidrostática e Hidrodinámica, los cuales se abordan en el tema de Fluidos de la asignatura de Física I.

Para resolver un problema, el usuario deberá saber qué variables se utilizan como datos y qué variables se deben utilizar como incógnitas. En esto radica la importancia del uso del sistema, ya que deberá diferenciar los datos de las incógnitas.

Es conveniente que el usuario resuelva un problema por él mismo y por medio del sistema. Así podrá comparar ambos resultados para saber si lo resolvió correctamente. Esto hace posible reforzar el aprendizaje.

Por los datos que proporcione un determinado problema, es posible que no tenga solución. En este caso el sistema se lo dará a conocer.

En caso de que un problema no tenga solución, es importante que el usuario analice las causas por las cuales no fue posible resolverlo.

Con el sistema se pueden combinar diferentes tipos de problemas, los cuales dependen de las variables que se utilicen como datos.

Sería interesante comparar los resultados de un determinado problema obtenidos con el sistema con los calculados por medio de IA para ver si coinciden.

En caso de que difieran, será necesario analizar la causa de esa diferencia, lo cual lleva al usuario a revisar los conceptos que se manejan en un determinado tema.

Por su portabilidad, el sistema puede ser utilizado en Educación a Distancia.

Bibliografía citada

Beiser, Arthur. (1991). *Física Aplicada.* México, D.F.:McGraw-Hill.

Beltrán V. y Braun E. (1975) *Principios de Física*. México, D. F.: Trillas.

Buche, F. J. (1990) *Física General*. México, D. F.: McGRAW-HILL.

Ceballos F. J. (1997) *Enciclopedia de Visual Basic 4.* México, D. F.: Alfaomega Grupo Editor.

Hewitt, P. (1995) *Física Conceptual*. México, D.F.: Addison-Wesley Iberoamericana.

Resnick, R. y Halliday, D. (1980) *Física. Vol. I.* México, D.F.: CECSA.

Serway, R.A. (1985) *Física*. México, D.F.: Interamericana.

Tipler, P. A. (1995) *Física*. México, D.F.: Reverté.

Danza, identidad y formación integral: aportaciones de un taller de folclor mexicano en bachillerato.

Fernando Acosta Rodríguez[1], Martin Daniel Guadarrama Atrizco[2]

[1]Taller de Danza Folclórica. Colegio de Bachilleres
[2] Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo
fernando.acosta7@bachilleres.edu.mx; mguadarramaa@chapingo.mx

Introducción

La educación integral se concibe como un proceso formativo orientado al desarrollo armónico de todas las dimensiones del ser humano: cognitiva, social, ética, emocional, comunicativa, corporal y espiritual (Tobón, 2013). Desde esta perspectiva, educar no implica únicamente transmitir conocimientos, sino también propiciar experiencias que fortalezcan la identidad, la sensibilidad, la capacidad crítica y el compromiso con el entorno. En consonancia, la Nueva Escuela Mexicana (NEM) sitúa en el centro de su propuesta pedagógica la formación integral del estudiantado y reconoce que el desarrollo pleno requiere espacios diversos, incluyentes y culturalmente significativos (SEP, 2020; Gámez & Martínez, s. f.).

En los últimos años, distintas investigaciones han analizado la relación entre las prácticas artísticas y el desarrollo integral de estudiantes de nivel medio superior. Montoya et al. (2019) y Rodas (2022) documentan los beneficios de la danza en el rendimiento académico, el autoconcepto y la expresión emocional; mientras que Hernández, Ramón y Pérez (2020) destacan el papel de la danza folclórica en el fortalecimiento de la identidad cultural, el trabajo colaborativo y la motivación escolar. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se ha centrado en abordajes cuantitativos y descriptivos, dejando de lado las experiencias vividas por los propios estudiantes y el análisis profundo de los aportes formativos que emergen en espacios como los talleres artísticos.

A pesar del reconocimiento creciente del arte en los discursos pedagógicos, la educación artística, y en particular la danza folclórica, continúa siendo

considerada una actividad marginal u ornamental dentro del sistema educativo (Nicolás et al., 2010). Esta subvaloración contrasta con el potencial transformador de la práctica artística cuando se implementa como estrategia pedagógica integral, capaz de articular saberes, emociones, valores y vínculos sociales (Nicolás et al., 2010). Visibilizar el aporte de la danza folclórica al desarrollo de las y los estudiantes resulta, por tanto, esencial para repensar su lugar en el currículo y en las políticas educativas del nivel medio superior.

El presente trabajo analiza el impacto del taller de danza folclórica del Colegio de Bachilleres de la Ciudad de México en la formación integral de sus estudiantes, en el marco de los principios de la Nueva Escuela Mexicana. A partir de una metodología cualitativa con enfoque fenomenológico (Cerrón Rojas, 2019), se recopilaron experiencias y percepciones de estudiantes y docentes de planteles de la zona norte, con el fin de identificar las dimensiones del desarrollo humano favorecidas por esta práctica. Los hallazgos permiten reflexionar sobre el valor formativo de la danza folclórica y sugieren fortalecer su reconocimiento institucional como componente esencial de la educación integral en el siglo XXI.

Materiales y métodos

Se optó por un diseño cualitativo fenomenológico para comprender los significados que estudiantes y docentes atribuyen a su participación en el taller de danza folclórica. Se empleó un muestreo intencional que incluyó a 24 participantes: 12 docentes (activos y jubilados) y 12 estudiantes (en curso y egresados). Las entrevistas semiestructuradas fueron grabadas, transcritas de forma íntegra y complementadas con observación directa, notas de campo y análisis documental.

El análisis se realizó mediante una codificación manual, con un enfoque deductivo basado en las dimensiones del desarrollo humano propuestas por Tobón (2013) y Martínez (2009). Inicialmente se efectuó una codificación abierta para identificar unidades de significado en los testimonios, seguida de

una codificación axial que permitió agruparlas en categorías y subcategorías relacionadas con la formación integral.

La validez se aseguró a través de la triangulación de fuentes (estudiantes y docentes), técnicas (entrevistas, observación, documentos) y teorías (Tobón y Martínez). Además, se alcanzó un punto de saturación cuando las entrevistas dejaron de aportar categorías nuevas. La investigación se condujo bajo criterios éticos de confidencialidad, consentimiento informado y uso exclusivo de la información con fines académicos.

Resultados

En coherencia con el enfoque adoptado, se aplicó un análisis inductivo de los discursos y experiencias de los participantes, lo que permitió identificar categorías emergentes en torno a las aportaciones del taller de danza folclórica a la formación integral del estudiantado del Colegio de Bachilleres de la Ciudad de México. Desde la perspectiva de la Nueva Escuela Mexicana (2021), esta formación se entiende como un modelo que integra habilidades sociales, intelectuales, profesionales y humanas en el aprendizaje, marco desde el cual se analizaron las dimensiones del desarrollo humano integral.

Para fortalecer la validez del estudio, se empleó la triangulación metodológica, contrastando diversas fuentes y perspectivas que aportaron mayor rigor y profundidad al análisis. La interpretación de las percepciones docentes permitió comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje, al tiempo que puso de relieve los aspectos socioemocionales presentes en sus relatos. La información se organizó mediante procesos de clasificación y categorización, y los resultados fueron interpretados a la luz de referentes teóricos y de estudios previos, lo que enriqueció y fundamentó la comprensión de las contribuciones del taller de danza a la formación integral de los estudiantes de nivel medio superior.

En este marco, resulta pertinente presentar algunos testimonios de los docentes entrevistados:

D3: *"Numerosas generaciones complementaron su bachillerato con una actividad artística y para otros significó el inicio de una vida profesional, pues muchos optaron por la práctica de la danza ingresando a escuelas profesionales."*
(Este testimonio resalta el aprendizaje formal, la orientación vocacional y la preparación académica).

D7: *"Desde que se creó el Colegio, los talleres de danza no solo han sido espacios de transmisión de la danza mexicana, sino también semillero de futuros profesionales de esta disciplina."*
(Se enfatiza el proceso de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de proyectos profesionales).

D6: *"Considero que son buenos trabajos, cumplen su función dentro de la institución y desarrollan las competencias que el estudiantado necesita para su integración y participación en la sociedad…"*
(Señala la formación de competencias cognitivas aplicables a la vida social y académica).

D1: *"Los talleres de danza, por sí mismos, forman parte de la vida cultural de la institución y fuera de ella, al participar en diferentes eventos dancísticos que fueron posicionando al Colegio en un lugar importante dentro de la danza tradicional mexicana."*
(Este fragmento refleja la proyección cultural y comunicativa hacia la sociedad).

D4: *"El trabajo que se realiza en el taller es muy valioso por el impacto que causa en los participantes, dado que desarrollan diferentes capacidades motrices, funcionales para su desarrollo integral como estudiantes del Colegio de Bachilleres."*
(Si bien se alude a lo cognitivo, este testimonio también vincula la experiencia con la comunicación corporal como medio de interacción).

Dimensión	***Resultados reportados por los docentes***	***Contribución en relación con la NEM***
Social	La danza favorece la convivencia, la identidad cultural y la pertenencia comunitaria. Se fomenta el trabajo en equipo, el respeto y la interacción con distintos contextos sociales. Los docentes destacan el taller como espacio de encuentro y socialización para los jóvenes.	Impulsa la educación inclusiva e intercultural, fomenta la participación comunitaria y fortalece la identidad cultural.
Ética	El aprendizaje dancístico genera hábitos y valores: respeto, responsabilidad, disciplina, compromiso y autoestima. Los docentes resaltan la importancia de la	Refuerza la formación ética y ciudadana, el ejercicio de la autonomía

	constancia y la autorregulación en la práctica artística.	responsable y la construcción de una vida con valores.
Lúdica	El taller se percibe como un espacio de disfrute, expresión emocional y creatividad. La danza permite a los estudiantes canalizar emociones, disminuir el estrés y vivir experiencias escolares significativas.	Favorece el bienestar socioemocional, integra el arte como parte de la formación integral y enriquece la experiencia educativa.
Corporal	La práctica fortalece las habilidades psicomotrices, la conciencia corporal y la preparación física. El cuerpo se reconoce como una posibilidad compleja y sensible para intervenir en el mundo.	Contribuye a la educación física y motriz, al cuidado de la salud y al desarrollo integral del cuerpo como medio de conocimiento y expresión.
Comunicativa	La danza es entendida como un lenguaje artístico y simbólico que posibilita a los estudiantes expresar emociones, valores y significados culturales más allá de la palabra.	Desarrolla la competencia comunicativa amplia, incorporando la expresión artística y corporal como formas legítimas de comunicación.
Cognitiva	Los docentes subrayan que la danza impulsa la memoria, concentración, creatividad, pensamiento crítico y abstracción simbólica. Reconocen que los aprendizajes trascienden al ámbito escolar, fortaleciendo la inteligencia y el pensamiento reflexivo.	Favorece el aprendizaje significativo, la creatividad y la formación crítica, alineándose con la visión humanista de la NEM.
Condiciones y desafíos	Señalan la falta de recursos, presupuesto, representación institucional y claridad en las políticas educativas hacia los talleres artísticos. Perciben un riesgo en la continuidad del programa.	Pone de relieve la necesidad de garantizar una educación equitativa, inclusiva e integral (PSE, 2020), en consonancia con la LGE y la NEM.
Propuestas	Proponen: recuperar la visión original del Colegio, actualizar el programa de danza, reestablecer la Dirección de Actividades Artísticas, sensibilizar a la comunidad sobre el valor de las artes, y generar convenios con instituciones nacionales e internacionales.	Estas propuestas buscan consolidar una educación integral y pluricultural, con equidad e innovación educativa, en línea con la NEM y el MCCEMS (2022).

Tabla 1. Contribución del taller de danza folclórica al desarrollo integral del estudiantado desde la visión docente (con base en la NEM)

Conocer la percepción de los estudiantes que actualmente participan en el taller de danza, así como de aquellos egresados que formaron parte de este espacio, permitió identificar las contribuciones de los procesos de enseñanza y aprendizaje en su formación integral. A partir de estas voces, se vislumbra el

impacto que la danza ha tenido tanto en el desarrollo académico como en el personal y social de los participantes.

En este sentido, resulta pertinente presentar algunos testimonios de los estudiantes entrevistados:

E5: *"Por medio de la cultura, aprender más, conocer el origen de las danzas y todo el conocimiento que se adquiere detrás; que todo se lleva a la práctica en la vida diaria: la disciplina, el amor al arte, la apreciación de la cultura, el respeto, el compañerismo, la organización, la puntualidad y el compromiso."*
(Este testimonio evidencia la adquisición de conocimientos, la reflexión cultural y la aplicación práctica).

E2: *"Gran parte fue para conocerme más, descubrir algunas habilidades que, sin la expresión corporal, no hubiera sido tan fácil desarrollar…"*
(Señala el autoconocimiento y el desarrollo de capacidades cognitivas ligadas al cuerpo).

E9: *"El no tener pena al hablar en público, a bailar, a conocer y socializar con las personas, invitarlas a ver la importancia de la danza."*
(Refleja la expresión oral y corporal, así como la socialización).

E10: *"Generó confianza y habilidades que hoy en día me han ayudado a expresarme con mayor seguridad ante cualquier público, porque trabajo en el departamento de recursos humanos."*
(Resalta la comunicación profesional y social).

E11: *"En mucho, porque me ayudó a desenvolverme y socializarme con la gente. Te enfrenta a un público y a diversos escenarios, formando carácter, seguridad y desenvolvimiento."*
(Este testimonio enfatiza la comunicación interpersonal, escénica y social).

Dimensión	*Resultados reportados por los estudiantes*	*Contribución en relación con la NEM*
Social	Construcción de identidad y comprensión de su cultura. Desarrollo de empatía, tolerancia y trabajo en equipo. Valoración del apoyo familiar y escolar; convivencia con personas de distintas ideologías.	Promueve la inclusión, la convivencia armónica y el aprecio por la diversidad cultural. Refuerza la participación comunitaria y el sentido de pertenencia.

Ética	Fortalecimiento de valores (respeto, solidaridad). Desarrollo de disciplina, constancia, responsabilidad y autorregulación. Compromiso con la actividad y deseo de mantener la danza como parte de su vida.	Impulsa la formación ética y ciudadana, fomenta la responsabilidad social y la autonomía en el aprendizaje.
Lúdica	Disfrute del arte, combate al estrés, fomento de la imaginación y expresión emocional. Mayor confianza y vivencia escolar más significativa.	Favorece el bienestar socioemocional, la educación integral y el goce estético, en línea con la importancia del arte en la formación.
Corporal	Mejora de coordinación, flexibilidad, postura, ritmo, agilidad y lenguaje corporal. Disminución de molestias físicas y mayor naturalidad en la expresión corporal.	Contribuye a la educación física y motriz, promueve hábitos de bienestar y salud, y fortalece la conciencia corporal.
Comunicativa	La danza como medio para expresar ideas, emociones y sentimientos; descubrimiento de un nuevo lenguaje expresivo.	Potencia la competencia comunicativa más allá de lo verbal, integrando la expresión artística como lenguaje.
Cognitiva	Desarrollo de sensibilidad, enfoque, reflexión, memoria, improvisación, creatividad y pensamiento crítico. Transferencia de aprendizajes a otras materias y a la vida cotidiana.	Refuerza el aprendizaje significativo, el pensamiento crítico, la creatividad y la valoración de la cultura como parte del desarrollo integral.

Tabla 2. Contribución del taller de danza folclórica al desarrollo integral de los estudiantes (visión de los docentes, con base en la NEM)

Este estudio presenta algunas limitaciones. Al centrarse en el taller de danza folclórica del Colegio de Bachilleres de la Ciudad de México, sus hallazgos se circunscriben a un contexto institucional y cultural particular, lo que restringe la generalización de los resultados a otros subsistemas educativos. Asimismo, si bien la investigación muestra el valor pedagógico de la danza, es importante subrayar que la educación artística, por sí sola, no garantiza una formación integral. De hecho, cuando se concibe desde enfoques restringidos o elitistas, la práctica dancística puede reproducir dinámicas de exclusión, como la selección de estudiantes en función de características físicas, estéticas o de rendimiento. Por

ello, el aporte de la danza a la formación integral depende de su implementación dentro de un proyecto educativo incluyente y humanista, tal como lo plantea la Nueva Escuela Mexicana.

Conclusión

El estudio muestra que el taller de danza folclórica no es una actividad exclusivamente hedonista o de entretenimiento, sino un espacio pedagógico con impacto profundo en el desarrollo integral del estudiantado del Colegio de Bachilleres. Más allá de lo técnico, la danza promueve identidad cultural, cohesión social y competencias clave del siglo XXI, en concordancia con los principios de la Nueva Escuela Mexicana.

Estos hallazgos respaldan la necesidad de fortalecer las artes en el currículo del nivel medio superior y de reconocer formalmente el valor de la danza folclórica como estrategia pedagógica integral. En este sentido, una línea de acción a explorar es la inclusión del taller en la malla curricular institucional, así como el fortalecimiento de las condiciones para su permanencia, en aras de consolidar una educación más inclusiva, humanista y significativa.

Bibliografía citada

Cerrón Rojas, Waldemar,La investigación cualitativa en educación, Horizonte de la Ciencia, vol. 9, núm. 17, 2019, Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú DOI: https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2019.17.510

Estatuto Orgánico del Colegio de Bachilleres. SEP. (20 de julio de 2016). México, México.

Gómez, J., & Ramírez, C. (2019). Investigación cualitativa en América Latina: Teoría y práctica. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 17(2), 75-88. https://doi.org/10.1234/rlcsnj.v17i2.678

Hernández, S. R. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F: McGraw Hill.

La Nueva Escuela Mexicana (NEM): orientaciones para padres y comunidad en general. Recuperado de: https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/030623_La%20Nueva%20Escuela%20Mexicana_orientaciones%20para%20padres%20y%20comunidad%20en%20general_COSFAC.pdf

Martínez, M. M. (2009). Dimensiones básicas de un Desarrollo Humano Integral. Polis, Revista de la Universidad Bolivariana, Volumen 8, No 23, 2009, p. 119-138 Miguel Martínez Miguélez 2009. Revista de la Universidad Bolivariana, Volumen 8, No 23, p. 119-138.

Martínez, R. (2020). Desafíos metodológicos en la investigación social en América Latina. Revista de Investigación Social, 25(3), 123-134. https://doi.org/10.1234/rins.v25i3.789

Nicolás, G. V., Ureña Ortín, N., Gómez López, M., & Carrillo Vigueras, J. (2010). La danza en el ámbito de educativo. RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, (17), 42-45.

Nuevo Modelo Educativo-SEP. (2019). *Planes de Estudio de Referencia con el Marco Curricular Común de Nivel Medio Superior.* México, México.

Programa Sectorial de Educación 2020-2024-SEP. (2019). Programa Sectorial de Educación 2020-2024 Secretaría de Educación Pública. México, México.

Rodas Garay, J. A. (2022). Estudio comparativo del autoconcepto en adolescentes que practican y no practican danza de la ciudad de Riobamba (Proyecto de investigación de maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Secretaria de Educación Pública. (2020). Programa Sectorial de Educación 2020-2024.Recuperado: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/562380/Programa_Sectorial_de_Educaci_n_2020-2024.pdf

Secretaria de Educación Publica (2022). Programa de Estudio de la Formacion Socioemocional.
Recuperado:
https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/programa_formacion_socioemocional-250724.pdf

Tobón, D. S. (2013). *Formación integral y competencias*.

Vargas Beal, X. [ITESO]. (2020, mayo 28). INV CUALITATIVA Paso 20: Métodos. Dr. Xavier Vargas Beal (xvargas@iteso.mx) [Video]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=umoxoQVFMZE

La tecnología agrovoltaica en la casa solar de la UACH: agua, cultivos y energías alternativas.

Jonás Torres Montealbán, Jorge Aguilar García
Universidad Autónoma Chapingo
jtorresm@chapingo.mx

Introducción

Desde 2015, la Casa Solar Campesina ha mostrado ser un proyecto comprometido con la difusión de propuestas energéticas a escala local como: calentamiento de agua, cocción de alimentos, generación de electricidad, recuperación de agua de lluvia para bombeo solar y la promoción de sistemas agrovoltaicos. La **figura 1**, muestra la Casa Solar: paredes de bambú, techo de láminas de tetra-pack recuperado y materiales de construcción de la región como el ladrillo rojo y adobe. Asimismo, mediante cálculos de consumo energético, podemos cubrir la necesidad de energía eléctrica para una familia promedio y la recuperación de agua de lluvia mediante un SCALL (Sistema de Captación de Agua de Lluvia) de la Casa Solar. El agua recuperada llena una cisterna que, mediante bombeo solar, se usa para riego de pequeños cultivos aledaños por medio de un sistema agrovoltaico. La Casa Solar Campesina se consolida como una propuesta replicable en otros Centros Académicos de la UACh. De esta manera, se contribuye al desarrollo de tecnologías de energías renovables en el sector agropecuario, considerando que México posee un potencial importante de generación de energía a partir de fuentes renovables, tanto por su extensión territorial como por su ubicación geográfica, (Torres, 2015). El presente trabajo impulsa propuestas agrovoltaicas que son reproducibles en las Unidades Académicas en los diferentes campos agrícolas de la UACh, con base en la premisa del uso dual del terreno tanto para generar electricidad con un Sistema Fotovoltaico (SFV), como para el crecimiento de cultivos debajo del arreglo o cubierta Fotovoltaica en un Sistema Agrícola (SAG). Este concepto tecnológico, agrovoltaico (AFV), ha demostrado ser una solución real en las zonas de producción agrícola o pecuaria en donde se requiere electricidad para los fines propios del proyecto productivo, pero sin impactar las áreas de cultivo, (Sánchez, 2017). Al Analizar las percepciones y propuestas de

estudiantes egresados de la UACh sobre los sistemas agrovoltaicos, evaluando su potencial como herramienta educativa al comparar la ganancia conceptual sobre el tema y las habilidades prácticas para implementar proyectos, combinando la tecnología fotovoltaica y las actividades agrícolas en tres diferentes regiones del país, (Toledo, 2019).

Figura 1. Casa Solar de la UACh. (**Fuente:** elaboración propia).



Materiales y Método

Los participantes diseñaron un anteproyecto agrovoltaico con base en 4 etapas propuestas**:**

ETAPA I. *Infraestructura del sistema fotovoltaico.*

Se parte de los datos energéticos asociados al consumo eléctrico del sistema propuesto, con base en los requerimientos de los agricultores, climatología del lugar y el recurso solar del lugar propuesto. Se determinó la potencia pico del arreglo, la capacidad del sistema, se seleccionaron módulos de silicio monocristalino de potencia pico de 500 W y se realizaron los cálculos de cuántos módulos son necesarios en el arreglo y se hizo una primera aproximación de la producción anual de energía con el software PVWatts y tener la energía generada por el sistema fotovoltaico. Se seleccionaron inversores CD/CA de 5.0 kW de potencia nominal y un sistema de seguridad para evitar corriente, de retorno, descargas atmosféricas y fallas a tierra, (Trommsdorff, 2022).

ETAPA II. *Ubicación del emplazamiento*.

Se determinó con base en el estándar UL 2703 de certificación y evaluación sobre montaje y sujeción de sistemas fotovoltaicos: a) infraestructura de soporte, b) superficie disponible, c) sistema de almacenamiento de agua, d) zona de cultivo y

e) zona para el manejo de los productos agrícolas. Con base en lo anterior, se identifican los posibles beneficios tanto directos como indirectos a productores agrícolas, (Sánchez, 2017).

ETAPA III. *Selección del tipo de cultivo.*

Ya con la distribución de la estructura donde se instala el arreglo fotovoltaico, se tiene una superficie limitada para garantizar el crecimiento del cultivo; relación la cobertura de suelo y relación equivalente de Tierra (Leroy *et al*, 2022). Aquí se hace uso de los conocimientos agrícolas básicos sobre evapotranspiración de un cultivo a seleccionar, con base en la climatología del lugar seleccionado y el tipo de cultivo que pueda desarrollarse bajo un techo parcialmente cubierto de módulos fotovoltaicos, optimizando el consumo de agua para el riego disminuyendo la evapotranspiración y reduciendo el calentamiento de los módulos. Estos indicadores son fundamentales para optimizar la producción agrícola y la generación de energía en los tres **proyectos.**

ETAPA IV. *Uso de la energía generada en el sitio.*

La energía generada por el sistema fotovoltaico se utiliza principalmente para el mantenimiento del sistema agrícola en cuanto a la necesidad de: **a)** *Bombeo:* bomba sumergible para pozo profundo, motor eléctrico acoplado al sistema de bombeo, controlador de bomba, sistema de riego por goteo automatizado; **b)** *Refrigeración y deshidratación:* cámara frigorífica, túnel de deshidratado solar asistido por ventiladores eléctricos, termostato y sensores de humedad; **c)** *Electrodomésticos:* refrigerador de bajo consumo, molino eléctrico, licuadora, luminarias LED, cargador de celular y radio. La energía restante, se suministrará a las comunidades aledañas a las zonas del proyecto o se inyectará a la CFE.

Resultados y Discusión

Para facilitar el desarrollo del proyecto se estandarizaron los siguientes parámetros del sistema agrovoltaico para cada equipo:

1. Paneles instalados de 500 W a 3 m de altura para permitir el crecimiento del cultivo.
2. Espacio disponible: 300 m².
3. Área destinada para el arreglo fotovoltaico: 20-30% del área total = 70 m²
4. Potencia pico de los módulos: 500 W cada uno.

5. Capacidad instalada: 10 kW
6. Ubicación en el país: Zona 1. Norte; Zona 2. Centro y Zona 3. Sur
7. Se identificó un solo cultivo para cada zona: No fue necesario realizar un análisis técnico detallado, solo se aseguró que el cultivo sea tolerante a la sombra y que sea de la región elegida.
8. Uso de la energía generada: Tecnificación del riego, bombeo, refrigeración o almacenamiento de productos, electrificación de maquinaria, iluminación u otra actividad económica según las características de cada proyecto.

Los participantes están radicando en tres diferentes regiones del país (norte, centro y sur) y se utilizó la plataforma PADLET (repositorio de información), la **figura 2**, muestra un esquema de los conocimientos necesarios para la integración los tres proyectos desarrollados; considerando que es una plataforma digital gratuita que permite crear murales colaborativos, ofreciendo la posibilidad de presentar recursos multimedia, como videos, audio, fotos o documentos, que se utilizaran para guiar el desarrollo del proyecto agrovoltaico. Con este mural o póster interactivo se intercambiaron documentos, presentaciones, videos, avances y páginas web que apoyen al trabajo de los tres equipos. Con base en la información proporcionada en el Padlet, los participantes realizaron una primera aproximación a un proyecto agrovoltaico, (Willock, 2020).

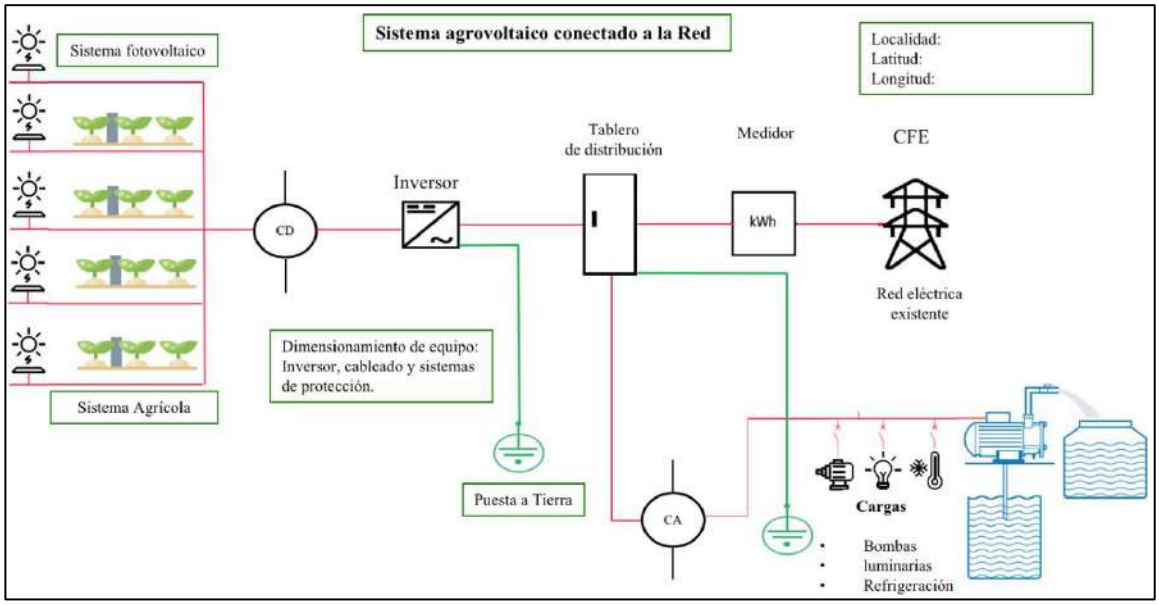


Figura 2. Representación de la información necesaria para desarrollar los proyectos agrovoltaicos conectado a la CFE: Tipo de cultivo (sistema agrícola), potencia pico del arreglo (sistema fotovoltaico), dimensionamiento del sistema de bombeo y selección de equipos: inversor, cableado y sistemas de protección (potencia a conectar). (Fuente: elaboración propia).

Proyectos propuestos para su estudio

Proyecto I. Zona norte: El Mezquital, Baja California.

La zona seleccionada de 70 m2 al sur del Valle de Mexicali, se considera bombear agua de un pozo de 80 m de profundidad con una bomba de 3 pulgadas para riego, con una potencia de 7.5 HP (5.5 kW) y un caudal de 40 m3/h (datos para el cálculo energético). El cultivo seleccionado es el jitomate rojo. La técnica de riego por goteo es la que se consideró adecuada. Los módulos se instalarán a una altura de 3 m y el uso de la energía restante servirá para abastecer a las comunidades aledaña conectada a la red de la CFE.

Tabla 1. Proyecto I (Zona norte) El Mezquital, Baja California (superficie de 70 m^2 de módulos).

	**Radiación solar**	**Energía eléctrica producida**	**Temperatura a 2 m de altura**
	(kWh / m^2 / día)	**(kWh/anual)**	**ºC**
Anual	**6.75**	**17840**	**23.9**
Ubicación nivel del mar	42.36 m s. n. m.		
Ubicación solicitada	El Mezquital Baja California	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**	
Fuente de datos meteorológicos	Lat, Lng: 32.21, -115.02	Con el valor de la superficie total de los módulos fotovoltaicos y la superficie agrícola utilizada (parcela de 70 m^2), se calcula el porcentaje del sistema agrovoltaico (módulos fotovoltaicos).	
Latitud	32.21° N		
Longitud	115.02° W		
Especificaciones del sistema FV	10 kW de SFV	$\frac{Parcela\ (300m^2)}{módulos\ (70m^2)} = \frac{70m^2 \times 100}{300^2} = \mathbf{23.33\%}$	
Tamaño del sistema en CC	**10.1 kW**		
Tipo de módulo	Estándar	Se empleó el programa ***PVWatts Calculator*** como herramienta de simulación para calcular la generación anual de energía en el lugar y la página de la **NASA** para la temperatura promedio del lugar.	
Tipo de campo	Fijo (bastidor abierto)		
Pérdidas del sistema	14.08%		
Inclinación del campo	20°		
Acimut del campo	180°	$T_{promedio} = \mathbf{23.9}$℃	

Relación de tamaño de CC a CA	1.2	Estas herramientas son ampliamente reconocidas y utilizadas a nivel internacional en el ámbito fotovoltaico, siendo consideradas herramientas confiables para este tipo de análisis, como una primera aproximación al proyecto. La producción anual de electricidad:
Eficiencia del inversor	96%	
Tasa de cobertura del terreno	0.4	
$E = (17,840\ \frac{kWh}{año})$		

Proyecto II. **Zona centro**: Nopaltepec (Estado de México).

La zona seleccionada de 68 m^2 en Nopaltepec Estado de México, se considera bombear agua de un pozo de 80 m de profundidad con una bomba de 3 pulgadas para riego, con una potencia de 7.5 HP (5.5 kW) y un caudal de 40 m^3/h (datos para el cálculo energético). El cultivo seleccionado es el nopal por su amplio uso como: forraje, cosméticos y biocombustible. La técnica de riego por aspersión considerara para el lugar. Los módulos se instalarán a una altura de 3 m y el uso restante de energía será utilizada en una micro red para proveer electricidad a la comunidad

Tabla 2. Proyecto II (Zona centro) Nopaltepec, Estado de México (superficie de 68 m^2 de módulos).

	**Radiación solar**	**Energía eléctrica producida**	**Temperatura a 2m de altura**
	(kWh / m^2 / día)	**(kWh/anual)**	**(ºC)**
Anual	**6.59**	**18305**	**18.1**
Ubicación nivel del mar	42.36 m s. n. m.	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** Con el valor de la superficie total de los módulos fotovoltaicos y la superficie agrícola utilizada (parcela), se calcula el porcentaje por el sistema agrovoltaico (módulos fotovoltaicos). $\frac{Parcela\ (300m^2)}{módulos\ (70m^2)} = \frac{68\ m^2 \times 100}{300^2} = \mathbf{22.66\%}$ Se empleó el programa ***PVWatts Calculator***	
Ubicación solicitada	**Nopaltepec, Estado de México**		
Fuente de datos meteorológicos	Lat, Lng: 32.21, -115.02		
Latitud	32.21° N		
Longitud	115.02° W		
Especificaciones del sistema FV	10 kW de SFV		

Tamaño del sistema en CC	**10.1 kW**	como herramienta de simulación para calcular la generación anual de energía en el lugar. La temperatura promedio anual para la zona es de: $T_{promedio} = 23.98℃$ Este software es ampliamente reconocido y utilizado a nivel internacional en el ámbito fotovoltaico, siendo considerado una herramienta confiable para este tipo de análisis, como una primera aproximación al proyecto. La producción anual de electricidad:
Tipo de módulo	Estándar	
Tipo de campo	Fijo (bastidor abierto)	
Pérdidas del sistema	14.08%	
Inclinación del campo	20°	
Acimut del campo	180°	
Relación de tamaño de CC a CA	1.2	
Eficiencia del inversor	96%	
La producción anual de electricidad:	$E = (18,256 \frac{kWh}{año})$	

Proyecto III. **Zona sur**: Sananché (Estado de Yucatán).

La zona seleccionada de 72 m^2. Tipo de cultivo, tipo de riego por goteo 2 m de altura, tipo de módulo 500 W, Bifacial, solar-eder, Uso de la energía, Mover una bomba de 5 Hp (tanque de almacenamiento, goteo y utilizar energía para congelación en trozos de piña o jugo de piña.

Tabla 3. Proyecto III (Zona Sur) Sananché, Yucatán (superficie de 72 m^2 de módulos).

	**Radiación solar**	**Energía eléctrica producida**	**Temperatura 2 m de altura**
	(kWh / m^2 / día)	**(kWh)**	**(ºC)**
Anual	**5.94**	**15453**	**27.9**
Ubicación nivel del mar	11.37 m s. n. m.	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** Con el valor de la superficie total de los módulos fotovoltaicos y la superficie agrícola utilizada (parcela), se calcula el porcentaje por el sistema agrovoltaico (módulos fotovoltaicos).	
Ubicación solicitada	Sananché Yucatán		
Fuente de datos meteorológicos	Lat., long.: 21.21, -89.18		
Latitud	21.21° N		
Longitud	89.18° W		

Especificaciones del sistema FV	10 kW de SFV
Tamaño del sistema en CC	**10.5 kW**
Tipo de módulo	Estándar
Tipo de campo	Fijo (bastidor abierto)
Pérdidas del sistema	14.08%
Inclinación del campo	20°
Acimut del campo	180°
Relación de tamaño de CC a CA	1.2
Eficiencia del inversor	96%
Tasa de cobertura del terreno	0.4

$$\frac{Parcela\ (300m^2)}{módulos\ (70m^2)} = \frac{72m^2 \times 100}{300^2} = \mathbf{24.00\%}$$

Se empleó el programa ***PVWatts Calculator*** como herramienta de simulación para calcular la generación anual de energía en el lugar. Este software es ampliamente reconocido y utilizado a nivel internacional en el ámbito fotovoltaico, siendo considerado una herramienta confiable para este tipo de análisis, como una primera aproximación al proyecto. La producción anual de electricidad:

$$\boldsymbol{E = (15{,}453\ \frac{kWh}{año})}$$

$$\boldsymbol{T_{promedio} = 27.9℃}$$

Tabla 4. Resultados de la ganancia conceptual después de la intervención educativa.

Especialidad	Pre-Test	Post-Test	Ganancia conceptual (G)
Suelos	60	88	0.70
Suelos	48	85	0.71
Zootecnia	43	96	0.93
Zootecnia	56	92	0.82
Suelos	45	96	0.93
Zootecnia	37	96	0.94
Parasitología	68	88	0.63
Zootecnia	50	99	0.98
Mecánica	36	85	0.77
Mecánica	56	70	0.32
Mecánica	42	96	0.93
Mecánica	64	88	0.67
Suelos	44	88	0.79
Agroforestería	48	96	0.92
Mecánica	80	99	0.95
Zootecnia	48	80	0.62
Mecánica	56	92	0.82
Mecánica	43	88	0.79
Zootecnia	56	85	0.66
Zootecnia	36	96	0.94
Promedio			0.79

Los resultados de las evaluaciones (PreTest y PosTest) se reportan como un número llamado ganancia conceptual, que es la razón del aumento entre el PreTest aplicado al inicio del curso y el PosTest aplicado al final de este (Hake, 1998)

$$G = \frac{(\text{PostTest }\%) - (\text{PreTest }\%)}{100\% - (\text{PreTest }\%)}$$

Escala según los rangos de Hake para el valor de la ganancia conceptual **(G):** Una ganancia alta corresponde a $\mathbf{G \geq 0.7}$
Una ganancia intermedia $\mathbf{0.3 \leq G < 0.7}$
Una g**ana**ncia baja $\mathbf{G < 0.3}$



Figura 3. Encuesta sobre sistemas agrovoltaicos (Pre-Test y Post-Test). Ganancia conceptual y escala según los rangos de Hake. (Fuente: elaboración

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la intervención pedagógica muestran una ganancia G**=0.79**, que representa una ganancia conceptual alta, considerando que los estudiantes de la UACh no tenían conocimientos sobre la tecnología agrovoltaica antes del estudio del tema (PreTest) y después (PosTest) pudieron explicar sus beneficios agrícolas y energéticos. Por otro lado, los sistemas agrovoltaicos cumplieron con dos criterios importantes para ser viables en las zonas seleccionadas: El Mezquital (Baja California), Nopaltepec (Estado de México) y Sananché (Yucatán), esto criterios son:

1) Las herramientas de prospección PVWatts y NASA identificaron las condiciones meteorológicas del lugar, delimitaron los fines agrícolas, se seleccionó el cultivo y se revisaron las posibles aplicaciones de la energía producida por el sistema agrovoltaico.
2) La metodología propia del dimensionamiento se realizó con las técnicas convencionales de los sistemas fotovoltaicos conectados a la CFE. Con base en un cálculo de 10 kW de capacidad instalada y esto permitió integrar las actividades agrícolas con la producción de eléctrica.

La ganancia conceptual es una herramienta fundamental para demostrar que

los estudiantes no solo han ampliado sus conocimientos sobre energías alternativas, sino que también han reconfigurado su comprensión hacia un enfoque más integral, donde convergen la energía, la agricultura y el agua en el contexto de la tecnología agrovoltaica. Por otro lado, evaluar el rendimiento de los sistemas agrovoltaicos en las regiones estudiadas requiere diseños personalizados y estudios experimentales *in situ* que validen su viabilidad. Por ello, es imprescindible implementar estos sistemas en campo para recabar datos concretos y optimizar sus resultados. El uso dual del suelo no solo permite a los agricultores generar ingresos adicionales mediante la producción fotovoltaica, sino que también impulsa la innovación en el sector agrícola. La disponibilidad de electricidad abre nuevas posibilidades, como el riego tecnificado, la instalación de plantas de procesamiento de cultivos e incluso el desarrollo de iniciativas de turismo sostenible.

Referencias

CONAGUA, (2025). Reporte re**c**uperado: https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de- sequia/monitor-de-sequia-en-mexico.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American Journal of Physics, 66 (1), 64-74. https://doi.org/10.1119/1.18809.

Leroy JWalston Tristan Barley, Indraneel Bhandari, Ben Campbell, James McCall, HeidiMHartmann and Adam G Dolezal (2022). Opportunities for agrivoltaic systems to achieve synergistic food energy environmental needs and address sustainability goals Frontiers in Sustainable Food Systems, 6 9 2022.

Sánchez, A. (2017). Aplicaciones fotovoltaicas de la energía solar, primera edición, Instituto de Energías Renovables, UNAM, México, páginas 305.

Toledo, V. (2019). Los civilizionarios, Repensar la modernidad desde la ecología política. UNAM. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y

Sustentabilidad, Juan Pablo Editor.

Torres, J. (2015). Integración didáctica con exploración aplicada en la enseñanza de la energía solar. Tesis de doctorado, CICATA-IPN, México.

Trommsdorff, M. (2022). Synergetic Integration of Photovoltaics in Agriculture as a Contribution to a successful Energy Transition, Reuperado: https://www.ise.fraunhofer.de/en/research-projects/synagri-pv.html

Willock, B. Herteleer, and J. Cappelle (2020). Combining photovoltaic modules and food crops: First agrovoltaic prototype in belgium. Renewable Energy and Power Quality Journal, vol. 18, pp. 266–271, 2020, doi: 10.24084/repqj18.291.

Análisis de los hábitos y motivaciones del Speed Watching en jóvenes universitarios: Un estudio sobre eficiencia percibida y gestión del tiempo

Julian Mares Valverde

Universidad Autónoma Chapingo. jmaresv@chapingo.mx

La era digital ha transformado radicalmente la forma en que accedemos, consumimos y procesamos información. El contenido en formato de video, en particular, ha experimentado un crecimiento exponencial, convirtiéndose en un pilar fundamental tanto del entretenimiento como de la educación (Kalogiannakis et al., 2021). Plataformas como YouTube, Netflix, TikTok, así como los repositorios de clases virtuales de las universidades, ofrecen un volumen de información audiovisual prácticamente ilimitado. Para la generación de jóvenes universitarios (aproximadamente entre 18 y 23 años), nativos digitales por excelencia, navegar por este océano de contenido es parte de su cotidianidad. Sin embargo, esta abundancia viene acompañada de un desafío constante: la gestión del tiempo. Las demandas académicas, las responsabilidades sociales y personales, y el deseo de mantenerse al día con las tendencias culturales y el entretenimiento generan una presión temporal significativa (Pascarella & Terenzini, 2005).

En ese sentido, la alta demanda informativa y tiempo limitado, ha emergido y ganado popularidad una práctica conocida como "Speed Watching" (SW). Este término se refiere al acto deliberado de consumir contenido de video a una velocidad de reproducción superior a la normal (1x), utilizando las funcionalidades disponibles en la mayoría de los reproductores digitales (por ejemplo, 1.25x, 1.5x, 2x o incluso más rápido). Inicialmente quizás una herramienta para revisar rápidamente grabaciones o encontrar secciones específicas, el SW parece haberse convertido para muchos jóvenes en la modalidad por defecto para consumir una amplia gama de contenidos, desde conferencias académicas y tutoriales hasta series de televisión y películas (Ramírez García & González-Fernández, 2021).

La lógica aparente detrás del SW es la eficiencia: si se puede absorber la misma cantidad de información en menos tiempo, se libera espacio en la agenda para otras tareas o para consumir aún más contenido. Esta promesa de optimización del tiempo resuena fuertemente en un colectivo como el universitario, a menudo agobiado por plazos y múltiples compromisos (González-Ramírez & Landero-Hernández, 2014). Sin embargo, la adopción de esta práctica plantea preguntas importantes que merecen una investigación detallada. ¿Es esta eficiencia una realidad objetiva o principalmente una percepción subjetiva? ¿Qué motiva realmente a los jóvenes universitarios a acelerar sus videos? ¿Se trata únicamente de una estrategia pragmática de gestión del tiempo, o intervienen otros factores como la impaciencia cultivada por la inmediatez digital, el miedo a perderse algo relevante (FOMO, Fear Of Missing Out), o simplemente la adaptación a un ritmo de vida más acelerado?

A pesar de la creciente visibilidad del SW, la investigación académica específica sobre sus hábitos de uso y, sobre todo, las motivaciones subyacentes en la población universitaria joven son todavía limitada. Existen estudios sobre el impacto de la velocidad de reproducción en la comprensión y retención (como los basados en la teoría de la carga cognitiva, Sweller et al., 2019), pero pocos se han centrado en explorar sistemáticamente por qué y cómo los estudiantes adoptan esta práctica en su vida diaria, conectando sus hábitos con sus propias percepciones sobre la eficiencia y sus estrategias de manejo del tiempo. Comprender esta dinámica es fundamental, ya que el SW podría tener implicaciones no solo en el aprendizaje y la asimilación de información, sino también en la experiencia de disfrute del contenido de entretenimiento y, potencialmente, en aspectos cognitivos como la capacidad de atención sostenida. Por lo tanto, este proyecto de investigación se propone llenar este vacío. Nos centraremos específicamente en jóvenes universitarios de 18 a 23 años para analizar en profundidad sus hábitos relacionados con el Speed Watching (tipos de contenido, frecuencias, velocidades, plataformas) y, de manera crucial, explorar las motivaciones que los impulsan, con un énfasis particular en la eficiencia

percibida y la gestión del tiempo como posibles motores clave. Se busca ir más allá de la anécdota y ofrecer una comprensión empírica y matizada de este fenómeno contemporáneo.

La decisión de investigar los hábitos y motivaciones del Speed Watching (SW) entre jóvenes universitarios (18-23 años), enfatizándose en la eficiencia percibida y la gestión del tiempo, responde a una confluencia de factores que subrayan su relevancia académica, social y práctica en el contexto actual. Vivimos tiempos definidos por la aceleración y la sobrecarga informativa, y entender cómo las generaciones más jóvenes se adaptan y responden a estas presiones es fundamental.

Relevancia Académica: Desde el punto de vista académico, este estudio se sitúa en la intersección de varias disciplinas: estudios de medios y comunicación, psicología cognitiva, psicología educativa y sociología de la juventud. Si bien el consumo de medios por parte de los jóvenes es un tema recurrente (Livingstone & Helsper, 2008), el fenómeno específico del SW representa una adaptación conductual relativamente nueva y poco explorada empíricamente, especialmente en cuanto a sus motivaciones detalladas. La literatura existente a menudo se centra en los efectos del SW sobre la comprensión (Murphy et al., 2022), pero tiende a obviar el por qué detrás de la elección de esta práctica. La presente investigación busca llenar este vacío, aportando datos específicos sobre los hábitos (qué, cómo, cuándo) y, crucialmente, sobre las razones subjetivas (por qué), particularmente la búsqueda de eficiencia y la gestión del tiempo. Esto contribuirá a teorías sobre el procesamiento de información multimedia (Mayer, 2014), las estrategias de aprendizaje autodirigido en entornos digitales y las dinámicas de consumo cultural en la era de la abundancia de contenidos. Además, centrarse en un grupo demográfico específico (jóvenes universitarios), permite aportar matices importantes que podrían perderse en estudios más generales.

Relevancia Social: Socialmente, el SW no es una simple anécdota tecnológica; es un síntoma y, a la vez, una respuesta a tendencias culturales más amplias. Refleja una cultura de la inmediatez, la productividad y la optimización que permea

muchos aspectos de la vida contemporánea, especialmente entre los jóvenes que enfrentan altas expectativas académicas y sociales (Rosa, 2013). La presión por "estar al día" con ingentes cantidades de información, tanto académica como de ocio (el llamado FOMO), puede llevar a buscar atajos como el SW. Comprender cómo esta práctica se integra en la vida de los jóvenes brinda pistas sobre cómo experimentan y gestionan la temporalidad en la sociedad digital. ¿Es el SW una herramienta de empoderamiento que les permite controlar el flujo de información, o es una manifestación de estrés y ansiedad ante la imposibilidad de abarcarlo todo? Este estudio puede iluminar estas dinámicas sociales y culturales, ofreciendo una ventana a los desafíos y estrategias de adaptación de la Generación Z en un mundo saturado de información.

Relevancia Práctica: Las implicaciones prácticas de esta investigación son múltiples y significativas.

- ***Para el ámbito educativo:*** Los resultados pueden ser de gran utilidad para docentes, diseñadores instruccionales y administradores universitarios. Si los estudiantes consumen habitualmente material académico (clases grabadas, videos complementarios) a velocidades aceleradas motivados por la eficiencia, esto tiene consecuencias directas. ¿Se está diseñando el contenido teniendo en cuenta esta posibilidad? ¿Deberían las instituciones ofrecer guías sobre cómo usar (o no usar) el SW de manera efectiva para el aprendizaje? Comprender las motivaciones (¿es por falta de tiempo real, por percepción de lentitud del contenido, por hábito?) puede ayudar a adaptar las metodologías pedagógicas y el diseño de los recursos digitales (Chen & Woolcott, 2021).
- ***Para los propios estudiantes:*** Tomar conciencia de sus propios hábitos de SW y de las motivaciones subyacentes puede fomentar una reflexión crítica sobre sus estrategias de estudio y consumo de ocio. ¿La ganancia de tiempo percibida compensa una posible pérdida de profundidad en la comprensión o de disfrute en el entretenimiento? La investigación puede proporcionarles información basada en evidencia para tomar decisiones más informadas sobre su consumo mediático.

- ***Para desarrolladores de plataformas:*** Conocer los patrones de uso y las motivaciones de los usuarios de SW puede informar el diseño de interfaces y funcionalidades en plataformas de video (educativas y de entretenimiento), quizás ofreciendo controles más sofisticados o feedback sobre el impacto potencial de la velocidad elegida.
- ***Para profesionales de la salud y el bienestar estudiantil:*** Si el SW se correlaciona con altos niveles de estrés académico o ansiedad por la gestión del tiempo, esta información puede ser útil para los servicios de apoyo psicológico y orientación universitaria.

Metodología

Para abordar los objetivos de este estudio, se adoptó un enfoque cuantitativo.

A. Participantes y Muestreo:

- **Población objetivo:** Estudiantes universitarios, con edades comprendidas entre los 18 y 23 años.
- **Muestra Cuantitativa (Encuesta):** Se obtuvo una muestra de 190 participantes de diversas universidades y áreas de conocimiento, reclutados a través de canales online.

B. Instrumentos de Recolección de Datos:

- **Cuestionario Online:** Se utilizó una encuesta digital compuesta por preguntas de opción múltiple, escalas tipo Likert y preguntas abiertas cortas. Este cuestionario recogió datos sobre:
  - **Sociodemografía:** Edad, género, universidad.
  - **Hábitos de Speed Watching:** Frecuencia de uso, tipos de contenido (académico vs. entretenimiento), plataformas, velocidades preferidas.
  - **Motivaciones para el Speed Watching:** Razones como ahorro de tiempo, cubrir más material, evitar aburrimiento, presión académica, FOMO.
  - **Percepción de Eficiencia:** Creencia subjetiva sobre el ahorro de tiempo y el procesamiento efectivo de información.
  - **Gestión del Tiempo:** Estrategias generales y percepción de presión temporal.

- **Impacto en la comprensión y disfrute.**

C. Procedimiento:

La encuesta se distribuyó online durante un período determinado. Se solicitó el consentimiento informado al inicio de la participación, asegurando el anonimato y la confidencialidad de los datos.

D. Análisis de Datos Cuantitativos:

Los datos recolectados de las 190 respuestas válidas fueron exportados para su análisis. Se realizaron análisis descriptivos (frecuencias, porcentajes, medias, desviaciones estándar) para caracterizar los hábitos y motivaciones del SW. Se identificaron patrones generales y la distribución de las respuestas en cada una de las variables estudiadas.

Resultados y discusión

Los resultados preliminares de la encuesta, con 190 respuestas, ofrecen una primera aproximación al fenómeno del Speed Watching en nuestra población universitaria.

Perfil Demográfico y Conocimiento del SW: La muestra estuvo compuesta por 190 participantes, con una distribución de género relativamente equitativa (47% femenino, 53% masculino). Las edades se concentran en el rango de 18 a 23 años, siendo 18 años (40%) y 19 años (30%) los grupos más representados. El Tecnológico de Monterrey (71 respuestas) y la Universidad Autónoma Chapingo (119 respuestas) fueron las instituciones con mayor participación, lo cual es relevante dado el perfil académico de nuestra audiencia. Curiosamente, un 82% de los encuestados afirmó no haber escuchado previamente el término "Speed Watching", lo que subraya la necesidad de visibilizar y estudiar esta práctica, a pesar de que la mayoría comprende el concepto de "visualización acelerada" (100% de comprensión del neologismo propuesto). Esto nos indica que la práctica es más común que el conocimiento del término formal.

Importancia y Uso de la Velocidad en Contenido Multimedia: Al preguntar sobre la importancia de la velocidad al ver contenido multimedia o educativo, un

42% consideró que es "alta" y un 14% "muy alta", sumando un 56% de participantes que le otorgan una relevancia significativa. Solo un 1% la consideró "ninguna".

En cuanto al uso efectivo de la opción de acelerar videos para clases grabadas, conferencias o documentales, un 67% de los estudiantes respondió afirmativamente ("Sí"), mientras que un 33% indicó "No". Esto confirma que la práctica está extendida en el ámbito académico. De quienes sí la utilizan, el 59% lo hace "a veces" y un 31% "casi siempre", lo que sugiere una integración regular pero no siempre constante en sus hábitos de estudio.

Velocidades Preferidas y Motivaciones Principales: Las velocidades de reproducción más utilizadas son 1.5x (39%) y 1.75x (20%). Es notable que ninguna persona utilice velocidades superiores a 2x, lo que podría indicar un límite en la capacidad percibida de comprensión o disfrute.

Los principales motivos para aumentar la velocidad son el "ahorro de tiempo" (50%) y que "el contenido es lento" (41%). La "mayor concentración" fue un motivo para un 8% de los encuestados, lo que desafía la percepción intuitiva de que la aceleración podría distraer.

Percepción de Comprensión y Valoración del SW: Un 39% de los estudiantes percibe que el Speed Watching "no cambia" su comprensión del contenido, mientras que un 25% cree que la afecta "negativamente" y un 17% "positivamente". Un 19% no está seguro. Estos datos preliminares son cruciales, ya que la percepción de la comprensión es fundamental para evaluar la eficacia real del SW. En el contexto educativo, el 60% de los encuestados considera que el uso de "Speed Watching" es una tendencia "positiva", frente a un 40% que la ve "negativa".

Cuando se les preguntó sobre las ventajas percibidas, las respuestas más frecuentes giraron en torno a la "eficiencia", el "ahorro de tiempo" y la capacidad de ver "más contenido".

Speed Watching en el Entretenimiento y el Disfrute: La práctica del Speed Watching también se extiende a plataformas de entretenimiento. Un 44% de los participantes indicó que sí la aplica en plataformas como Netflix, YouTube o

Disney+, mientras que un 56% no lo hace. Esto sugiere que, aunque prevalente en lo académico, su adopción en el ocio es ligeramente menor.

Respecto a cómo afecta al disfrute, un 53% de los usuarios afirma que "lo disfruta menos" al acelerar el contenido, mientras que un 23% dice que "no afecta" y un 7% que "lo disfruta más". Un 18% no está seguro. Esto indica una tensión entre la búsqueda de eficiencia y la experiencia placentera, especialmente en el ámbito del entretenimiento.

Desventajas y Riesgos Percibidos: Las desventajas y riesgos más mencionados al ver contenido acelerado incluyen la "pérdida de información", "dificultad de comprensión" y "falta de atención/concentración". Esto contrasta con el bajo porcentaje que consideraba la mayor concentración como motivo, sugiriendo una posible disonancia entre la intención y el resultado real.

Conclusiones

Los resultados de esta primera fase cuantitativa ofrecen una valiosa instantánea del fenómeno del Speed Watching entre jóvenes universitarios. Es evidente que, aunque el término en inglés es poco conocido, la práctica de acelerar videos está muy extendida, especialmente en el ámbito académico. La principal motivación es claramente la eficiencia y el ahorro de tiempo, lo que refleja la presión temporal que experimentan los estudiantes universitarios.

Existe una notable ambivalencia en la percepción de la comprensión y el disfrute. Mientras que un porcentaje significativo no percibe afectación en su comprensión, una cuarta parte sí lo hace negativamente, y la mayoría admite disfrutar menos del contenido de entretenimiento. Esto subraya la necesidad de explorar en profundidad, a través de la fase cualitativa, los matices de estas percepciones: ¿realmente se comprende igual o es una auto-percepción sesgada por el deseo de eficiencia?

La preferencia por velocidades moderadas (1.5x, 1.75x) y la ausencia de uso de velocidades extremas (más de 2x) sugiere un punto de equilibrio entre la

velocidad y la capacidad cognitiva. Esto podría tener implicaciones para el diseño de materiales educativos, que podrían beneficiarse de una estructura que facilite la comprensión incluso a velocidades más altas, o bien, de guías que adviertan sobre los límites.

La consideración del Speed Watching como una tendencia "positiva" por la mayoría en el contexto educativo es reveladora, pero debe ser analizada críticamente frente a los riesgos percibidos de "pérdida de información" y "dificultad de comprensión". Es posible que los estudiantes valoren el control y la autonomía que les brinda el SW, incluso si ello conlleva sacrificios en la profundidad del aprendizaje o en el disfrute.

Estos hallazgos cuantitativos serán la base para la segunda fase cualitativa, donde se buscará entender las experiencias subjetivas, las estrategias que emplean los estudiantes para mitigar los riesgos, y cómo el SW se integra en sus estrategias globales de gestión del tiempo y aprendizaje. La integración de ambos enfoques permitirá ofrecer una comprensión más completa y profunda de este fenómeno en un contexto académico.

Literatura citada

Chen, P., & Woolcott, G. (2021). Exploring the use of lecture capture technology and lecture recordings by university students. Innovations in Education and Teaching International, 58(1), 1-12. https://doi.org/10.1080/14703297.2019.1681051

González-Ramírez, M. T., & Landero-Hernández, R. (2014). Diferencias en estrés percibido, salud mental y gestión del tiempo en estudiantes universitarios con y sin actividades extra-académicas. Revista Latinoamericana de Psicología, 46(3), 169-178. https://doi.org/10.1016/S0120-0534(14)70019-3

Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in science education. A systematic review of the literature. Education Sciences, 11(1), 22. https://doi.org/10.3390/educsci11010022

Livingstone, S., & Helsper, E. J. (2008). Parental mediation of children's internet use. Journal of Broadcasting & Electronic Media, 52(4), 581-599. https://doi.org/10.1080/08838150802437396

Mayer, R. E. (Ed.). (2014). The Cambridge handbook of multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369

Murphy, G., Macdonald, J., & Köhnke, L. (2022). Speed watching: A preliminary investigation of the effect of playback speed on comprehension. Applied Cognitive Psychology, 36(5), 1113-1120. https://doi.org/10.1002/acp.4007

Pascarella, E. T., & Terenzini, P. T. (2005). How college affects students: A third decade of research. Jossey-Bass.

Ramírez García, A., & González-Fernández, N. (2021). El consumo de vídeo online en la Generación Z española: Motivaciones y prácticas emergentes. Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación, 29(68), 47-57. https://doi.org/10.3916/C68-2021-04

Rosa, H. (2013). Social acceleration: A new theory of modernity. Columbia University Press.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. Educational Psychology Review, 31(2), 261-292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

Inteligencias Artificiales que usan los estudiantes de nuevo ingreso a la Preparatoria Agrícola de la UACh. Un estudio de caso.

Noé Ramírez Negrete, Adrián García Dinorín.

Universidad Autónoma Chapingo. Preparatoria Agrícola.
nramirezn@chapingo.mx; agarciadi@chapingo.mx

Introducción

Desde la aparición de ChatGPT a finales del año 2022, la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación está en aumento, en particular el llamado Agente Conversacional (AC), basado en Inteligencia Artificial (Cingillioglu et al., 2024). Los estudiantes de secundaria y del nivel medio superior, en la actualidad, tiene a su alcance diversas herramientas y plataformas de IA. Chao y Rivera (2024) indicaron que el 33% de los estudiantes, que participaron en su estudio, utilizaban herramientas de IA, siendo ChatGPT la más utilizada. Sin embargo, en cuestión de meses el número de estas Inteligencias Artificiales aumentó y cada vez son más accesibles a los estudiantes, a través de dispositivos electrónicos como celulares, tabletas, laptops y PC. Es un hecho que estas herramientas de IA, se han convertido en asistentes virtuales muy importantes para los estudiantes y las están usando independientemente de si los profesores les permiten su uso o no.

Según Alpizar Garrido & Martínez Ruiz, (2024) la percepción de los estudiantes ante el uso de la IA es muy positiva y afirman que la IA facilita su aprendizaje al encontrar explicaciones sencillas y claras. El objetivo de esta investigación es identificar las herramientas de IA y AC, que los estudiantes de nuevo ingreso, al primer semestre del ciclo escolar 2025-2026 están utilizando, así como el tipo de uso que hacen de éstas.

Materiales y método

Esta investigación se llevó a cabo en la Preparatoria Agrícola (PA), de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Se aplicó una encuesta de 5 preguntas a 76 estudiantes de nuevo ingreso, del ciclo escolar 2025-2026. de los cuales 38 son mujeres y 38 hombres.

Las preguntas fueron:

1) ¿Usas alguna Inteligencia Artificial (IA)?
2) ¿Menciona algunas IA's que utilices?
3) ¿Para qué la usas en general?
4) ¿Has usado la IA para resolver problemas de matemáticas?
5) ¿Menciona algunos usos?

La muestra fue tomada por conveniencia durante la primera semana de clase.

Resultados

De acuerdo con las respuestas de la encuesta, 76.3% de las y los estudiantes indicaron que utilizan Inteligencia Artificial, mientras que el 23.7% no lo utilizan, como se muestra en la figura 1.

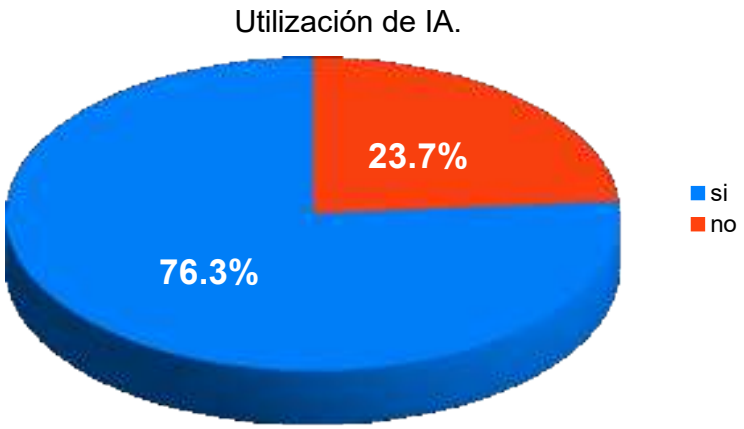


Figura 1. Porcentaje de estudiantes que utilizan la inteligencia artificial (Fuente: Elaboración propia).

Por otro lado, y según las respuestas de las y los estudiantes, el porcentaje de mujeres que utiliza la inteligencia artificial, es mayor en comparación con el porcentaje de hombres que la utiliza, como se muestra en la Figura 2.

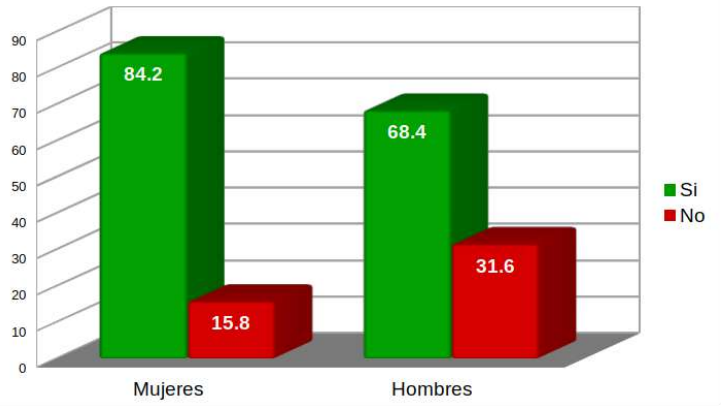


Figura 2. Porcentaje de estudiantes mujeres y hombres que utilizan la inteligencia artificial (Fuente: Elaboración propia).

En cuanto a las inteligencias que más están utilizando los estudiantes, contestaron que Meta IA, seguido de ChatGPT, como se muestra en la Tabla 1.

IA	Uso
Meta IA	34 (47.9%)
ChatGPT	22 (31%)
Gemini	5 (7%)
Luz IA	5 (7%)
DeepSeek	2 (2.8%)
Copilot	1 (1.4%)
Gamma	1 (1.4%)
knowunity	1 (1.4%)

Tabla 1. Número de estudiantes que utilizan alguna IA (Fuente: Elaboración propia).

Con respecto al uso que le dan a la IA, las respuestas las ubicamos en 5 categorías, siendo la resolución de dudas y la búsqueda de información las de mayor uso, como se muestra en la tabla 2.

Categoría	Número de Respuestas
Resolución de Dudas	38 (46.9%)
Búsqueda de Información	24 (29.6%)
Generación de Contenido	10 (12.3%)
Ayuda y Planificación	8 (9.9%)
Interacción Social	1 (1.2%)

Tabla 2. Uso que le dan los estudiantes a la IA (Fuente: Elaboración propia).

A la pregunta de si ha usado la inteligencia artificial para resolver problemas de matemáticas, el 46.1 % asegura que sí la ha utilizado, mientras que el 53 .9% indicó que no, como se muestra en la figura 3.

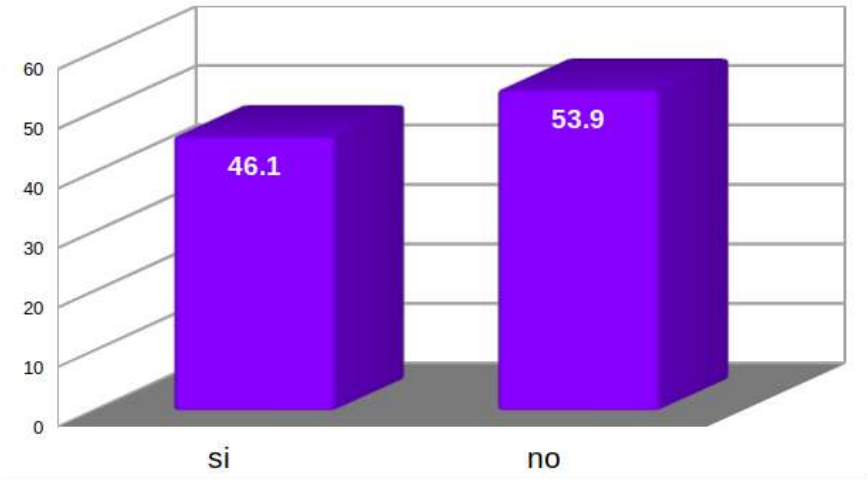


Figura 3. Porcentaje de estudiantes que indicaron haber utilizado la IA, para resolver problemas de matemáticas (Fuente: Elaboración propia).

El principal uso que los estudiantes, indican, que le dan a la IA en matemáticas es: Resolver problemas, seguido de la explicación de los problemas, como se muestra en la tabla 3.

Categoría	Número de Respuestas
Resolver problemas	22 (47.8%)
Explicación de los problemas	15 (32.6%)
Verificación de resultados	4 (8.7%)
Otros	5 (10.9%)

Tabla 3. Principales usos de la IA en Matemáticas. (Fuente: Elaboración propia).

Conclusiones

Es claro que la mayoría de los estudiantes de nuevo ingreso están haciendo uso de la inteligencia artificial y conocen una diversidad de aplicaciones.

La herramienta que más usan es Meta IA, consideramos que está herramienta la utilizan porque está incluida en la aplicación de WhatsApp.

El uso que le dan a la IA es de un asistente virtual que les ayuda a resolver dudas y buscar información. Pero no contaos con evidencia que indique si están aprendiendo o sólo copiando la información.

Consideramos que es importante enseñar a los estudiantes a hacer un uso ético de esta herramienta.

Bibliografía citada

Chao, R. C. y Rivera, N. M. A. (2024). Usos y percepciones de herramientas de inteligencia artificial en la educación superior en México. Revista Iberoamericana de Educación, 95(1). https://doi.org/10.35362/rie9516259

Alpizar Garrido, L. O., & Martínez Ruiz, H. (2024). Perspectiva de estudiantes de nivel medio superior respecto al uso de la inteligencia artificial generativa en su aprendizaje. RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo, 14(28). https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1830

Cingillioglu, I., Gal, U., & Prokhorov, A. (2024). Running a double-blind true social experiment with a goal oriented adaptive AI-based conversational agent in educational research. International Journal of Educational Research, 124, 102323. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102323

La huella negra de la inteligencia artificial

Alma Rosa Mora Pizano[1], María Guadalupe Mora Pizano[2], Jorge Luis Morett Sánchez[3]

[1]Departamento de Sociología Rural, [2] Departamento de Preparatoria Agrícola, [3]Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo.
amorap@chapingo.mx

Introducción

La inteligencia artificial (IA) es hoy uno de los recursos tecnológicos más cotidianos en nuestra vida diaria; la empleamos en nuestros celulares, computadoras, relojes, y otros dispositivos electrónicos. Las personas jóvenes recurren a ella para la realización de sus trabajos escolares porque, con la instrucción precisa (*prompt*), en escasos tres segundos tendrán el ensayo, mapa conceptual o resumen del libro solicitado en sus clases; incluso es posible solicitar el grado de humanización de la tarea requerida.

En este trabajo destacaremos solo dos puntos que merecen una reflexión profunda; por un lado, la huella de carbono que implica el uso de los servidores de metadatos que se requieren para el funcionamiento de la IA y que de acuerdo con el Instituto para el Futuro de la Educación del Tecnológico de Monterrey (ITESM, 2024), equivalen a más de 135 millones de autos circulando durante un año, lo que representa una cantidad desproporcionada de CO2 y por consiguiente el impacto que ello tiene para nuestra biodiversidad.

Por otro lado, que las y los profesionales de la neurología y psicología han alertado sobre el impacto que tendrá a futuro en las habilidades cognitivas porque la reducción del esfuerzo neuronal disminuirá nuestra capacidad para pensar críticamente y resolver problemas de manera independiente. (Dierssen, 2024).

Materiales y métodos

Esta investigación es cualitativa de carácter exploratorio, en ella

desarrollamos un trabajo documental para recabar información a través de la lectura de textos diversos como libros, artículos de revistas digitales y diarios electrónicos sobre las ventajas, desventajas y el debate sobre los desafíos que enfrentamos en el manejo de la inteligencia artificial. Esta revisión nos permitirá trabajar en una segunda etapa de esta investigación para explorar en la población de la UACh sobre el uso de la IA. Por el momento, en este documento presentamos un breve estado de la cuestión sobre el impacto de la IA en dos ámbitos: la ecología y la educación.

Resultados y discusión

No podemos negar que los avances tecnológicos han facilitado nuestra vida en muchos ámbitos: la salud, la comunicación, la educación, compras en línea, navegación de GPS, etc. Sin ser tal vez conscientes de ello, nuestra vida diaria ha incorporado la inteligencia artificial en muchas actividades cotidianas; sin embargo, no hemos analizado a fondo el impacto de la huella de carbono y su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La industria de la Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial es una industria de impacto global que ha revolucionado la tecnología de la comunicación, la agricultura, la energía, el transporte, entre otros. Actualmente es más frecuente hablar de teléfonos, televisores, edificios y ciudades inteligentes; a través de algoritmos se sustituye la inteligencia humana, como el aprendizaje y el razonamiento, y se automatizan y generan en segundos procesos de información en áreas como la medicina, la investigación, las telecomunicaciones y la informática, entre muchas otras.

Particularmente, su aplicación en la agricultura se ha traducido en la precisión de sistemas de gestión, análisis de suelo, riego, optimización del uso de agua y fertilizantes que sin duda han facilitado las tareas al automatizar los procesos que permiten mejorar los flujos de trabajo, eliminar errores manuales en el procesamiento de datos y realizar tareas repetitivas de forma más rápida y eficiente que la inteligencia humana.

Es evidente que la IA llegó para quedarse y sus aplicaciones serán cada vez más significativas en nuestra vida cotidiana; sin embargo, no podemos perder de vista que es una industria que sostiene hoy una economía global que se disputan Estados Unidos y China; el primero, con el ambicioso "proyecto Stargate respaldado por OpenAI, Oracle y SoftBank, con una inversión de 500.000 millones de dólares invertidos en una red avanzada de centros de datos capaces de albergar millones de chips de IA. China, por su parte, se prepara para responder, aumentando sus inversiones en semiconductores e inteligencia artificial" García, 2025).

Si bien Europa no ha querido quedarse atrás en esta carrera tecnológica, su inversión planificada asciende a 30.000 millones de euros para la creación de centros de datos, lo que no se compara con liderazgo económico de China o Estados Unidos. Cabe señalar que este liderazgo es estratégico porque representa el control sobre cadenas de suministro tecnológicas críticas que derivan en sostenerlos como las grandes potencias mundiales. El resto del mundo solo somos consumidores de esta tecnología y estaremos por lo tanto supeditados a las definiciones y sesgos científicos y epistemológicos que este gran negocio representa.

¿Es sostenible la Inteligencia Artificial?

Sin dejar de reconocer la importancia que la IA tiene ya en la vida diaria, es importante reflexionar en un punto que generalmente es soslayado frente a las aplicaciones que hoy conocemos en *softwares*, asistentes virtuales, motores de búsqueda o sistemas de reconocimiento de voz y rostro, o en sistemas integrados, como robots, drones y vehículos autónomos, y que se refiere a la sostenibilidad de los grandes centros de datos que se requieren para esta tecnología.

Hoy sabemos que el costo energético y ambiental de la Inteligencia Artificial supone aumentar el estrés hídrico, porque se requieren toneladas de agua para enfriar los servidores de la empresa norteamericana *OpenAI.* "El último informe ambiental de Microsoft muestra que su consumo de agua aumentó un 34% de 2021

a 2022, ya que llegó casi a 1.700 millones de galones. Google informó que su consumo de agua aumentó casi un 22% durante el mismo período, pues alcanzó la asombrosa cifra de 5.560 millones de galones". (Collier: 2024).

Por otra parte, la IA depende de la energía eléctrica y una consulta con ChatGPT gasta 10 veces más electricidad que una búsqueda de Google (2.9 Wh contra 0.03 Wh). Según una investigación de *Goldman Sachs Research, Generational Growth, para el 2030, l*os centros de datos provocarán un incremento significativo en la demanda energética, lo que nos debería llevar a analizar la sostenibilidad de esta tecnología. (Collier: 2024)

Por su parte, Manel Domingo (2025) señala que:

> Los centros de datos son instalaciones que generan enormes cantidades de calor residual, por lo que requieren gran cantidad de energía y agua para refrigerarse… Se estima que para 2027, la IA consuma anualmente entre 4.200 mil y 6.600 millones de metros cúbicos de agua, lo que supone de 4 a 6 veces el consumo Dinamarca o la mitad del de Reino Unido.

Cabe entonces reflexionar sobre la sostenibilidad de esta tecnología y pensar en la necesidad de regular su uso pensando en la importancia de los beneficios y restringir el uso para fines simplemente de entretenimiento y con más razón aquel que se utiliza para generar *deepfakes* (imágenes, audios o videos manipulados o creados mediante inteligencia artificial), así como la posibilidad de la vulneración de la privacidad y la manipulación con fines de extorsión o fraudes financieros.

Desde este contexto, vale la pena analizar la sostenibilidad de esta industria y hasta dónde un sector de la economía global puede poner en riesgo el bienestar y la vida de la especie humana y no humana del planeta.

La deuda cognitiva de la Inteligencia Artificial

La educación es uno de los sectores donde la inteligencia artificial está teniendo un impacto muy grande. Los estudiantes han sido uno de los sectores más entusiastas para el manejo de las aplicaciones y programas de la IA; sus habilidades digitales, generadas ahora desde la infancia por el acceso a celulares y tabletas, les permiten hacer un uso cada vez mayor de esta tecnología. Sin embargo, hay un problema ya presente y es el riesgo del deterioro de la neuroplasticidad, pues el proceso de enseñanza aprendizaje supone la capacidad del cerebro para modificar y asimilar las conexiones neuronales en respuesta a estímulos, conocimientos y experiencias. Y es ese proceso lo que nos permite aprender, ser creativos y sobre todo adaptarnos a nuevos entornos con la aplicación de lo aprendido.

Este fenómeno, cada vez más cotidiano en el ámbito educativo, es conocido como “deuda cognitiva” (KW Foundation, 2025) y se refiere al costo mental acumulativo que sucede cuando evitamos el esfuerzo de pensar, escribir o resolver por cuenta propia una tarea, pero es evidente que ese “ahorro” de tiempo y esfuerzo generará ausencias cognitivas a futuro. Esas ausencias se expresarán como discapacidades de memoria, pérdida de creatividad, dificultades para desarrollar el aprendizaje espontáneo, la curiosidad, capacidad para desarrollar el pensamiento crítico, comprensión de lectura, e incluso para generar ideas propias. Cuál será el impacto de dicha deuda cognitiva en la formación de profesional de nuestros estudiantes, es la gran pregunta sobre la que tendríamos que reflexionar con ellos.

Al respecto, el Instituto Tecnológico de Massachusetts realizó un estudio con 54 estudiantes a los que en tres sesiones se les pidió que escribieran ensayos bajo tres condiciones, un grupo sin ayuda de las IA; otro, apoyándose con Google y el último utilizando ChatGPT. A los tres grupos se les realizaron mediciones de electroencefalograma (EEG) y análisis semántico automatizado del contenido. En una cuarta sesión, quienes usaban IA escribieron sin ella y viceversa.

Los resultados mostraron que el grupo que escribió sin asistencia presentó

una conectividad cerebral más robusta, especialmente en regiones asociadas al pensamiento crítico, la creatividad y la memoria. En cambio, quienes usaron ChatGPT mostraron una actividad cerebral significativamente más baja y menor sentido de autoría. Al dejar de usar la IA, estos participantes no recuperaron plenamente su involucramiento cognitivo, mientras que quienes comenzaron sin IA y luego la incorporaron lograron mantener una alta implicación mental. (Jaimovich, 2025).

A largo plazo, los usuarios frecuentes de IA generaron textos más homogéneos, con menor riqueza expresiva y menor flexibilidad lingüística. Es por lo anterior, que la consideración de la deuda cognitiva es algo que nos debe preocupar porque sabemos que evolutivamente, lo que no se usa se pierde.

Si los estudiantes pierden las habilidades cognoscitivas que se requieren para el aprendizaje y dependen de las IA para su formación, en realidad estaremos perdiendo lo que ha distinguido a la especie humana y que es la capacidad de raciocinio. Es evidente que quienes nos dedicamos a la enseñanza, estamos obligados a prepararnos para enfrentar nuevos sistemas de enseñanza compatibles con la IA como una herramienta aliada y no sustituyendo las capacidades de los estudiantes.

Es claro que no podremos detener el uso de la IA en los estudiantes, pero sí podemos enseñar un uso ético, formativo y sostenible. De acuerdo con el Consejo de Educación Digital, en agosto de 2024 el 86% de los estudiantes en 16 países reportaron usar IA en sus estudios; estos datos sugieren una alta tasa de adopción de herramientas de IA entre la población estudiantil. Los usos más comunes son buscar información (69%), revisar la gramática (42%), resumir documentos (33%), parafrasear documentos (28%), crear un primer borrador (24%). Sin embargo, es importante que los estudiantes sepan que la IA puede producir resultados no confiables debido a diversos factores, como datos sesgados o incompletos, limitaciones algorítmicas o la complejidad de la tarea en cuestión.

Por otro lado, los sistemas de procesamiento de información de la IA, generalmente dependen de grandes cantidades de datos para su operación, además de que éstos pueden incluir información personal y sensible, lo que supone establecer criterios claros sobre la privacidad y protección de datos.

Retos para la educación en la nueva era digital

Adaptarnos a la nueva era de la digitalización y la inteligencia artificial es un reto que como docentes debemos enfrentar, eso supone capacitarnos para poder hacer compatible estas tecnologías con el proceso de enseñanza aprendizaje y poder establecer límites para evitar el mal uso o el uso antiético de estas aplicaciones.

Políticas y directrices claras: Establecer políticas escolares y directrices que definan el uso apropiado de la tecnología en el entorno educativo, el acceso a Internet, el uso de dispositivos y las aplicaciones permitidas.

Supervisión activa: Los docentes debemos supervisar activamente el uso de la tecnología en el aula.

Fomentar el pensamiento crítico: Enseñar a los estudiantes a ser críticos en el uso de la tecnología, evaluar la veracidad de la información en línea y a comprender los posibles riesgos y consecuencias de las búsquedas.

Seguridad de datos y privacidad: Asegurarnos que sigan estrictas políticas de seguridad de datos y privacidad utilizados con fines educativos.

Evaluación continua: Realizar evaluaciones regulares del impacto de estas tecnologías en el aprendizaje, considerando el progreso de los estudiantes y ajustar las estrategias si es necesario.

Equidad en el acceso: Asegurarse que todos los estudiantes tengan acceso igualitario a la tecnología y a recursos en línea. Evitando la brecha digital entre docentes y estudiantes.

Promover un uso ético de las IA. Jamás deben sustituir las habilidades de razonamiento, comprensión y pensamiento crítico.

Como docentes es urgente que podamos adecuarnos a la digitalización de nuestra práctica educativa. Desde el uso de las “nubes” como repositorios de información y luego la pandemia nos llevó a incorporar el uso de plataformas para la educación virtual, sin embargo, eso no basta para entender la dinámica en la que hoy en día los estudiantes están inmersos. El futuro ya está aquí y urge expandir las fronteras de la ciencia y el conocimiento y acercarlas al aula, pero con la conciencia del uso que hacemos de la tecnología y el impacto ecológico que ello supone.

Conclusiones

Es urgente reflexionar con nuestros estudiantes sobre el impacto de la IA y encontrar un equilibrio que nos permita aprovechar de manera sostenible y sin comprometer los recursos naturales los avances de la tecnología. Si bien sabemos que la IA llegó para quedarse, es urgente buscar medidas que permitan que el futuro ecológico sea resguardado. Así como enseñar a nuestros estudiantes cómo utilizarla de manera ética sin que ello signifique que ésta sustituya el aprendizaje de habilidades de razonamiento y pensamiento crítico o la formación de competencias cognitivas en general. Para ello necesitamos replantearnos también las estrategias de enseñanza y evaluación para ir a la par de las nuevas tendencias educativas y evitar las brechas cognitivas.

Bibliografía citada

Collier, A. (2024). La inteligencia artificial está usando una tonelada de agua... aquí le contamos cómo usar mejor los recursos”. Water technologies & solutions. https://www.watertechnologies.mx/blog/artificial-intelligence-using-ton-water-heres- how-be-more-resourceful

Dierssen, M. (2024). “Si delegamos en exceso en la IA el procesamiento de la información, perdemos la oportunidad de fortalecer la memoria”.

Farmacosalud. Portal de referencia y avances de tratamientos médicos. https://farmacosalud.com/si-delegamos-en-exceso-en-la-ia-el-procesamiento-de- la-informacion-perdemos-la-oportunidad-de-fortalecer-la-memoria/

Domínguez, Manel. ¿Es sostenible la inteligencia artificial?. Do Better 17 Febrero 2025 https://dobetter.esade.edu/es/IA-sostenible

García, Víctor. La carrera económica de la IA: quién gana y quién queda atrás. MUNDIARIO. 25 de agosto de 2025

https://www.mundiario.com/articulo/economia/carrera-economica-ia-quien-gana-quien-queda-atras/20250825224406354035.html

ITESM (2024). El costo ambiental de la IA. Instituto para el futuro de la educación. ITESM. https://observatorio.tec.mx/el-costo-ambiental-de-la-ia/

Jaimovich, Desirée. Deuda cognitiva: el reto de aprovechar la IA sin perder el pensamiento crítico. La Nación. 1 de julio de 2025.

https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/deuda-cognitiva-el-reto-de-aprovechar-la- ia-sin-perder-el-pensamiento-critico-nid01072025/

Kosmyna, Nataliya. et al. Deuda cognitiva: ¿qué pasa en nuestro cerebro cuando la inteligencia artificial piensa por nosotros?. KW Foundation. 12 de julio de 2025.

https://www.intramed.net/content/deuda-cognitiva-que-pasa-en-nuestro-cerebro-cuando-la-inteligencia-artificial-piensa-por-nosotros

La Inteligencia Artificial en la educación: una lupa que revela fortalezas y debilidades

Juan Carlos Sapien Medina
Universidad Autónoma Chapingo. jsapienm@chapingo.mx

Introducción

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo ha desatado un intenso debate. Mientras algunos la vislumbran como una amenaza inminente, capaz de deshumanizar el aprendizaje y fomentar la trampa académica, otros la perciben como una herramienta que tiene el potencial de revolucionar la pedagogía.

Frente a esta disyuntiva, esta investigación documental tiene como objetivo analizar cómo la IA, lejos de arruinar la educación, actúa como un catalizador que expone tanto las fortalezas como las debilidades de las prácticas educativas actuales.

En este documento, además, se explora cómo la IA pone de manifiesto la necesidad de una reevaluación de los métodos de enseñanza y evaluación, la promoción de habilidades críticas y la personalización del aprendizaje, destacando así las áreas que requieren atención y mejora para optimizar la experiencia educativa.

Se argumenta que la IA no es el problema, sino un agente revelador que obliga a confrontar y mejorar las prácticas educativas para preparar a las nuevas generaciones para un futuro cada vez más mediado por la tecnología que es irreversible.

Materiales y métodos

Esta investigación documental se basó en una revisión de literatura académica reciente, incluyendo artículos científicos, informes de investigación y

publicaciones especializadas en el ámbito de la inteligencia artificial (IA) y educación. La búsqueda se realizó en bases de datos como Scopus, Web of Science, Google Scholar, Google Search y repositorios de editoriales reconocidas, utilizando el término: *"Docencia e Inteligencia Artificial"* y limitando las búsquedas usando filtros de interés como: Educación, Ciencias Sociales, Psicología, Lengua y Literatura, Derecho, Relaciones Internacionales, Computación, Medicina, Historia, Filosofía, Comunicación, Antropología, Ciencias de la Información.

Para garantizar la actualidad de los datos, se priorizaron publicaciones de los últimos cinco años. Los documentos seleccionados fueron analizados mediante un enfoque temático, identificando patrones, argumentos recurrentes y hallazgos clave. Este método permitió examinar tanto los efectos positivos como negativos de la IA en la educación, respaldando la proposición central de que la IA actúa como una "lupa" que expone las fortalezas y debilidades de la educación.

Este enfoque metodológico asegura que las conclusiones se deriven de un proceso analítico riguroso, evitando interpretaciones superficiales.

Así, el estudio no solo recopila evidencia, sino que también analiza su interacción para demostrar el mecanismo por el cual la IA expone las dinámicas educativas, ofreciendo una comprensión más profunda de su impacto.

Resultados

El análisis de los datos y la revisión de literatura revelan un panorama dual sobre la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito académico, caracterizado por ventajas significativas y desventajas críticas, estas últimas potenciadas por prácticas docentes deficientes.

Ventajas de la IA en la Academia

La investigación identifica múltiples beneficios. En primer lugar, la IA permite adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante, ofreciendo planes de estudio personalizados y retroalimentación

individualizada (Jofre, 2023). Actúa como un tutor inteligente, proporcionando asistencia personalizada en cualquier momento y lugar (Granero, 2021). Además, su capacidad para analizar datos al identificar patrones que podrían indicar dificultades de aprendizaje, permitiendo así intervenciones tempranas, así como evaluar el progreso de los estudiantes de manera continua (Granero, 2021).

Otro beneficio, es su potencial para democratizar el acceso, facilitando la educación de calidad en áreas remotas o con recursos limitados y promoviendo la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales (Alonso y Quinde, 2023). Asimismo, impulsa la investigación al proporcionar herramientas para analizar grandes conjuntos de datos y evaluar la efectividad de estrategias pedagógicas (Alonso y Quinde, 2023). Finalmente, se considera que puede fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y la adquisición de habilidades clave para el entorno laboral moderno (Puche, 2025).

Desventajas y Fraude Académico con IA

El uso indiscriminado de la inteligencia artificial en el ámbito académico ha generado consecuencias adversas, siendo el fraude académico una de las más preocupantes. Diversos autores han identificado múltiples formas en que la IA puede ser utilizada de manera indebida, destacando especialmente los hallazgos del estudio realizado por Puche (2025). En dicha investigación, se aplicó una encuesta a 144 docentes tutores universitarios —48 de Venezuela, 48 de Colombia y 44 de Perú— cuyos resultados revelaron una correlación de Pearson de 0.980 entre el uso de la IA y la incidencia de fraude académico, lo que indica una relación positiva muy fuerte.

Entre los resultados más relevantes se encuentran los siguientes: el 85.41% de los docentes reportó que los estudiantes generan trabajos completos mediante IA sin realizar aportes personales; el 46.38% indicó que se utiliza IA para parafrasear textos con el fin de evitar la detección de plagio; el 46.61% señaló la creación de contenido falso o datos inventados; y el 63.88% afirmó que los estudiantes presentan como propio el contenido generado por IA, sin citar las fuentes, práctica

que fue reportada por el 100% de los encuestados.

Este fenómeno es facilitado por una **desconexión en el aprendizaje**, donde los estudiantes delegan la construcción integral de sus trabajos a la IA, sin analizar la veracidad de la información o cuestionar su contenido, lo que resulta en una grave afectación de la calidad educativa y el desarrollo de habilidades críticas (Puche; Alonso, 2024; Jofre, 2023). Ya que los trabajos suelen mostrar un estilo de escritura inconsistente o incluso un conocimiento avanzado que no coincide con el nivel del estudiante, lo que los evidencia (Alonso y Quinde, 2023; Díaz, 2023).

Faltas Docentes que Facilitan el Fraude

Los resultados de esa encuesta a docentes también revelan prácticas que contribuyen significativamente a la perpetuación del fraude:

1. Negligencia en la Supervisión: Un 66.42% de los docentes reconoce no brindar instrucción adecuada, un 62.85% admite no realizar seguimiento del progreso y un 80% señala una falta de comunicación y retroalimentación con los estudiantes. Según García et al. (2024), esta ausencia de guía deja a los estudiantes perdidos, incentivándolos a recurrir a soluciones rápidas con IA.

2. Comportamiento Facilitador: Un 65% de los docentes no cuestiona ni verifica la autenticidad del trabajo entregado, y un abrumador 88.57% no aplica sanciones ante irregularidades detectadas, lo que genera impunidad. Soria et al. (2022) y Vries (2023) vinculan esta actitud con una baja calidad educativa al no fomentar el pensamiento crítico.

3. Conflictos de Interés: Un 70.71% de los encuestados reconoce también mantener relaciones personales cercanas con los estudiantes, lo que puede comprometer la objetividad y favorecer el encubrimiento de prácticas fraudulentas.

Estas faltas crean un entorno donde los estudiantes perciben que sus trabajos no serán revisados detenidamente ni cuestionados, lo que, sumado a la falta de métodos de evaluación centrados en el proceso y no solo en el producto

final, fomenta el uso deshonesto de la IA (Puche, 2025).

Estas faltas generan un ambiente académico en el que los estudiantes sienten que sus trabajos no serán examinados con rigor ni sometidos a cuestionamientos críticos. Esta percepción, junto con la carencia de métodos de evaluación que valoren el proceso de aprendizaje y no únicamente el resultado final, contribuye a que los estudiantes recurran de manera deshonesta a herramientas de inteligencia artificial (Puche, 2025).

Y en el caso de México, específicamente en Chapingo, es razonable suponer que los resultados no serían significativamente distintos. De manera empírica, el autor de este trabajo ha observado que, al preguntar a los alumnos sobre el uso de la inteligencia artificial en sus actividades escolares, las respuestas coinciden en gran medida con los hallazgos previos. No obstante, para confirmar esta apreciación, sería necesario realizar estudios formales que lo respalden.

Soluciones Propuestas

Ante este panorama, la literatura sugiere adoptar un enfoque integral para enfrentar el fraude académico. Las estrategias propuestas incluyen: fomentar una cultura institucional basada en la integridad académica; implementar sistemas eficaces para la detección de prácticas fraudulentas; rediseñar las evaluaciones para que valoren tanto el proceso de aprendizaje como el producto final; promover el uso ético y responsable de la IA como herramienta de apoyo educativo; y fortalecer la cooperación entre instituciones académicas y desarrolladores tecnológicos para establecer normas y soluciones conjuntas (Mayta et al., 2023; Puche, 2025).

Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar, cómo la irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo, actúa como una lupa crítica que amplifica y revela tanto las fortalezas potenciales como las debilidades

preexistentes en la práctica docente. A partir de los resultados, se concluye que la IA es un **catalizador que pone a prueba la resiliencia, la adaptabilidad e incluso algunos fundamentos del sistema educativo**.

En primer lugar, se puede afirmar que la IA funciona como una **lupa sobre las fortalezas del sistema**, revelando su enorme potencial como aliado pedagógico. Su capacidad para personalizar el aprendizaje, actuar como tutor inteligente, facilitar la inclusión y liberar tiempo docente para actividades de mayor valor, lo que evidencia un futuro prometedor donde la educación puede ser más eficiente, accesible y centrada en el estudiante. Sin embargo, estas ventajas no surgen espontáneamente ya que requieren de un cuerpo docente preparado para integrarlas de forma creativa y crítica en su metodología, destacando la necesidad de una pedagogía fortalecida y orientada al futuro en el que se desempeñarán los estudiantes.

Sin embargo, de manera más contundente, la IA actúa como una **lupa de aumento sobre las debilidades estructurales y prácticas** dentro del ejercicio docente. Los resultados demuestran que el fraude académico facilitado por IA no es la causa raíz del problema, sino un **síntoma de fallos más profundos**, como lo son: una supervisión deficiente (evidenciada por la falta de instrucción, seguimiento y comunicación), una evaluación obsoleta centrada en el producto final más que en el proceso, y una cultura de la impunidad donde no se cuestiona el trabajo ni se sancionan las irregularidades. La IA simplemente ha explotado estas vulnerabilidades, haciendo visible una crisis del compromiso con el aprendizaje y la integridad académica que ya existía de tiempo atrás.

La conclusión central es que el verdadero desafío no reside en la tecnología en sí misma, sino en la **respuesta pedagógica e institucional** que se ejecute frente a esta. Un sistema robusto, con docentes presentes, evaluaciones innovadoras y una clara comunicación de expectativas, puede integrar la IA como una poderosa herramienta de apoyo. Por el contrario, un sistema con prácticas docentes

negligentes, desactualizadas y desconectadas se verá severamente amenazado por ella, permitiendo que la IA suplante el proceso de aprendizaje en lugar de potenciarlo.

En definitiva, la Inteligencia Artificial en la educación ha dejado de ser una mera opción tecnológica para convertirse en un **espejo crítico para la comunidad educativa**. No revela una crisis tecnológica, sino una **crisis de significado, compromiso y práctica docente**. El camino a seguir, por lo tanto, no implica solo regular la tecnología, sino emprender una profunda reflexión y transformación de las prácticas de enseñanza, evaluación y supervisión para construir un sistema educativo resiliente, que sepa aprovechar las fortalezas de la IA mientras mitiga activamente sus riesgos, reafirmando así su papel en el desarrollo del pensamiento crítico y autónomo de los estudiantes.

Bibliografía citada

Alonso, A. J. y Quinde, C. M. (2023). ChatGPT: La creación automática de textos académicos con Inteligencia artificial y su impacto en la comunicación académica y educativa. *Desiderata*, *6*(22), 136-142. https://gredos.usal.es/handle/10366/152505

Alonso, R. A. (2024). Hacia un marco ético de la inteligencia artificial en la educación. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, *36*(2), 79-98. https://revistas.usal.es/tres/index.php/1130-3743/article/view/31821

Díaz, D. (2023). Inteligencia artificial vs. Turnitin: implicaciones para el plagio académico. Revista cognosis 8 (1) 15-26 https://doi.org/10.33936/cognosis.v8i1.5517

García, F.., Llorens, L. F. y Vidal, J. (2024). The new reality of education in the face of advances in generative artificial intelligence. [La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa]. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27(1).

https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716

Granero, H. (2021). *Inteligencia artificial y derecho, un reto social*. elDial. com.

Jofre, C. (2023). ChatGPT, Inteligencia Artificial y Universidad. Nuevas tensiones, transformaciones y desafíos en la educación superior. *Campo Universitario*, *4*(7). https://www.academia.edu/download/104836259/ChatGPT_Inteligencia_artificial_y_Universidad.pdf

Mayta, T. P., Borja, G. R., y Angulo, B. Y. (2023). Compra y venta de autorías en Perú:

Fraude científico, mala conducta científica o práctica cuestionable en investigación. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, *16*(4). http://www.cmhnaaa.org.pe/ojs/index.php/rcmhnaaa/article/download/2370/878

Puche, D. (2024). Fraude académico en los trabajos de investigación: Desafíos y ética en la integridad académica. *Revista En Prospectiva*| *Universidad Yacambú*, *5*(1), 61-89. https://revista.uny.edu.ve/ojs/index.php/en-prospectiva/article/view/371

Puche Villalobo, D. J., (2025). La inteligencia artificial y el fraude académico en el contexto universitario. Revista Digital de Investigación y Postgrado, 6(11), 77-93. https://doi.org/10.59654/kg944e15

Soria, E., Rodríguez, P., García, Q., Vaquer, F., Vicent, J. y Vila, J. (2022). *Inteligencia artificial*. Ra-Ma Editorial.

Vries, W. (2023). Como (no) combatir el fraude académico: Lecciones internacionales. *Revista mexicana de investigación educativa*, *28*(97), 637-650. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662023000200637&script=sci_arttext

Generaciones digitales de la Universidad Autónoma Chapingo, México.

Martha Castillo Beltrán

Universidad Autónoma Chapingo. casbel4@hotmail.com

Introducción

Actualmente, las aplicaciones móviles han impulsado el uso de las computadoras, manteniéndonos conectados al mundo virtual, aligerando el trabajo, entretenimiento y acceso a la información, siendo inseparable para vida cotidiana de millones de estudiantes en el mundo.

La enseñanza a finales del siglo XIX y principios XX era por correspondencia, con materiales impresos y servicios postales, en 1960 la instrucción multimedia que existía eran los medios de comunicación por teléfono, televisión y recursos audiovisuales, el aprendizaje se basaba en un paquete instruccional de material impreso, audiovisual y cada vez más material electrónico, en consecuencia, para 1970 surge la telemática unida al progreso de la tecnologías de la información y la comunicación, representada por la intersección de las telecomunicaciones y otros medios educativos con el CD-ROM, en los 90´s la enseñanza es colaborativa, basada en internet y la web, de forma sincrónicas (chat, videoconferencia) y asincrónicas (correo electrónico y foros de discusión) el estudiante es más activo y autogestor, y el profesor se transforma en guía y facilitador del aprendizaje.

En México, después de la pandemia se utilizó una dinámica de clase tradicional y presencial, la flexibilidad de que los estudiantes accedían a los contenidos desde cualquier dispositivo, en cualquier lugar, hoy en día, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha venido a transformar la forma cómo interactuamos y cómo aprendemos.

Los estudiantes de las generaciones digitales han crecido con la tecnología desde temprana edad, impactando en todas sus áreas como ser humano, desde moldear su conducta y hábitos, transformando el quehacer educativo en sus planes

y programas de estudio, atendiendo conflictos como son la escasez de valores, bullying y otros abusos constantes. Los estudiantes de Preparatoria Agrícola (PA) de la generación digital, la mayoría provienen de zonas rurales, son jóvenes que crecieron con la tecnología es parte de su formación de vida, experiencia, actitudes y posibilidades, tienen características, costumbres y formas de ser muy peculiares, causando conflictos de diferente índole que se evidencian con frecuencia en la institución, después de la pandemia se observó una problemática de impacto social y psicológico emocional en profesores y estudiantes.

Hoy, se observa con el desarrollo tecnológico los estudiantes han tenido una transformación dinámica social, educativa y personal, son inseparables de sus móviles, les facilita los trabajos o tareas con innumerables aplicaciones gratuitas o con costo, algunas tienen excelente contenido educativo, popular y de fácil disponibilidad, reforzando su conocimiento. No obstante, los hábitos de lectura y análisis de la información son sustituidos por habilidades mucho más superficiales de búsqueda y la síntesis basada en cortar y pegar, el uso desmedido de las aplicaciones como Inteligencia Artificial, Internet, video juegos, las redes sociales, la comunicación con personas desconocidas, entre otras, los padres y profesores sienten un muro frente a estas generaciones, su manera intensa de utilizar la tecnología para el aprendizaje de forma natural sin diferenciar el salón físico del virtual para comunicarse, hay una gran desconfianza ante la pérdida de hábitos de lectura y concentración (en clase se distraen continuamente, para realizar ejercicios de problemas, no se concentran, tardan mucho tiempo en razonarlos, se les olvida lo aprendido en clase), además, la desconfianza de los estudiantes expuestos al ciberespacio, que representa la oportunidad de explorar y buscar nuevas experiencias de aprender a relacionarse y de amistad, los juegos en línea, la mensajería instantánea y otros espacios similares.

Ante este escenario educativo, social y cultural, se demanda cambios reales en la formación de los futuros estudiantes y retos necesarios a los sistemas educativos, al curricular, a los procesos de enseñanza aprendizaje, a los docentes.

Es necesario considerar el papel de las nuevas herramientas y plataformas por las que transita la información, el desarrollo educativo de las nuevas generaciones ha dejado de tener sentido y será pronto sustituida por las redes virtuales, siendo un arma de doble filo, tanto conductistas como constructivistas coinciden en este punto, ¿queremos automatizarlo todo? ¿quién decide que es importante?, resultan cómodos, accesibles, de fácil manejo, se acoplan a los sistemas empresariales y académicos, permiten acceso a la red obteniendo información sin fronteras con comunicación inmediata a largas distancias, las posibles consecuencias del uso inadecuado de estos dispositivos. En este sentido, se realizó la investigación con el objetivo de identificar las aplicaciones y el uso que realizan en el proceso de enseñanza aprendizaje, se centra en conocer y analizar la invasión e influencia que tienen estos dispositivos y sus aplicaciones en los estudiantes, se observaron aspectos significativos que se refiere a lo social, lo educativo, la cultura y las dinámicas dentro de la Preparatoria Agrícola.

Según Solomon (2013), el aprendizaje es “como un cambio relativamente permanente en la conducta, provocada por la experiencia”, se van asimilando por medio de conocimientos, vivencias, experiencias positivas o negativas, se cree que se deben desarrollar habilidades tecnológicas de virtualización de las actividades escolares, implementar varias prácticas para fomentar el conocimiento, las habilidades y los valores de los estudiantes capaz de ser líder, creativo, un diseñador, pensador, resolver problemas en el mundo real, se necesitan cambios emprendedores y acordes con las emergencias (Atallah, 2020). Se han creado una gran cantidad de aplicaciones y modelos, patrones y dinámicas integradas en las plataformas educativas virtuales, el alumno debe usar la imaginación y aprendizajes para crear cosas útiles en innovadoras (Bruhsn-Zass, 2022).

Las TI C se desarrolló de la ciencia y tecnología avanzada, incluida la inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático (ML), aprendizaje profundo (DL), ciencia de datos (DS), la robótica y emprendimiento científico (Chen et al., 2022). Ante esto, se sugiere que los programas educativos deben enfocarse en los docentes, la inteligencia artificial, asegurarse de algunos lenguajes de programación

modernos y masivos (Java, Python, Scratch, entre otros), generar conocimientos y habilidades, se debe proporcionar un método de enseñanza aprendizaje de conocimientos y habilidades de diseño a través de las TIC, producir programas que generen el perfeccionamiento de habilidades de simulaciones de herramientas TIC y diseño de actividades de impresión 3D, habilidades de diseño gráfico en educación y nuevos paradigmas educativos (Castro et al. 2022).

Metodología

El método que se utilizo es mixto, cualitativa–cuantitativa con diseño descriptivo no experimental (Bisquerra, 2014). La población y muestra: se consultó la base de datos de sistema autorizado de Control Escolar Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, México, con una población de 3196 estudiantes. Se tomo una muestra azarosa de entre 1997 estudiantes: 3 grupos de primer año y 2 grupos de tercer año, se aplicó un Ítem con los principios éticos y de libre decisión del alumnado a participar y respeto al anonimato de las respuestas que se obtuvieron, validado en el contexto de PA. Se recabaron un total de 201 cuestionarios de las generaciones digitales de entre 15 a 19 años, con el objetivo de identificar las aplicaciones y uso que realizan en el aprendizaje, con el fin de reflexionar y analizar la incursión e influencia que tienen estos dispositivos en los estudiantes, así como su impacto en sus actitudes, comportamiento y valores. En primer lugar, se elaboró un instrumento ítem, dividido en 3 secciones: 1. Datos socio- académicos. 2. Indagación e identificación de las aplicaciones y uso en su aprendizaje, sobre: a) ética de los medios digitales; b) protección de privacidad; c) pertenecer a una comunidad virtual; d) información requerida para trabajar en línea; e) su día a día con la tecnología; f) técnicas de estudio; g) técnicas de estudio utiliza el profesor. 3. Preguntas con escala Likert, [1] nunca a [5] siempre: a) Horas de conexión a redes sociales; b) Horas de conexión para estudiar; c) Uso de Inteligencia Artificial; d) Uso de TIC.

En tercer lugar, para el análisis de datos se usaron estadísticos descriptivos invariados, las respuestas de indagación e identificación de aplicaciones y uso en

su aprendizaje se sometieron a un análisis del discurso y se presentan en los resultados como testimonios de los estudiantes. Paralelamente, en la clase de Física I y Física 3, se les pidió a los estudiantes que resolvieran un problema de física, tareas y ejemplos de problemas con IA en ChapGPT, con observaciones directas de uso de celulares en clase y distractores de concentración.

Resultados

Los datos corresponden a 15 estados de la República Mexicana, 25% de Oaxaca, 5% Guerrero, 10% Estado de México, 4% puebla, 8% Veracruz, 3% Querétaro, ,4·% San Luis Potosí, 5 %Hidalgo, 10% Chiapas, 3% Zacatecas, 3% Guanajuato, 5% Tlaxcala, 5% Michoacán, 3% Jalisco y 7% CDMX. El 43% son mujeres y 57% hombres, de los cuales el 54% primero año de Preparatoria (15 a 16 años) y 46% tercero año de Preparatoria (18 a 19 años). Los resultados del cuestionario arrojaron que el 99 % de los estudiantes creen que los nuevos medios digitales deben ser reexaminados, reconceptualizados entre los preadolescentes y adolescentes con un nivel ético de moral más elevado, se tiene que proteger la privacidad personal, la propiedad intelectual o la pertenencia a una comunidad virtual o redes sociales y las posibles consecuencias de los actos. No obstante, los estudiantes piensan que su día a día con la tecnología les facilita la información rápida, el aprendizaje, todo lo encuentran en su teléfono celular, los juegos, la distracción, organizan sus actividades y su vida en general, Tabla 1.

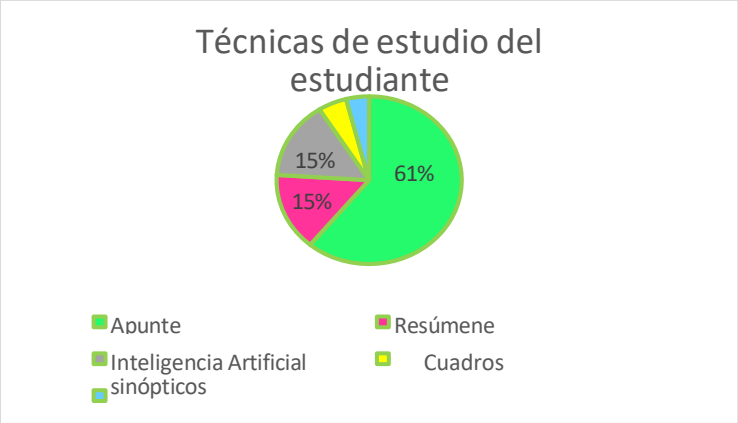
Tabla 1. La tecnología en estudiantes de PA



Fuente: Autoría propia

El 40 % se conectan diariamente a redes sociales por lo menos de 2 a 4 horas, el 50% más de 5 horas, el 75% ocupan Internet para tareas escolares al menos dos horas, lo utilizan para investigar, páginas web, leer artículos científicos, aplicaciones de Google, enciclopedias, GPT, photo math, You Tube, videos, Wikipedia, cursos entre otros. Algunas técnicas de estudio de los estudiantes son principalmente los apuntes, resúmenes e Inteligencia Artificial, Tabla 2. Las técnicas que utiliza el profesor, Tabla 3.

Tabla 2. Técnicas de estudio de estudiantes de PA



Fuente: Autoría propia

Tabla 3. Técnicas que usan los profesores de PA

El profesor utiliza técnicas de estudio (ninguna)	Trabajo en equipo	Videos	TEAMS	Diapositivas, exposiciones	Khan academy, videos y juegos interactivos	Google, Classroom, TICs	Practicas, GeoGebra Inteligencia Artificial
58%	10%	7%	5%	5%	5%	5%	5%

Fuente: Autoría propia

Posteriormente se les pidió a los estudiantes que resolvieran un problema de física con IA, para su resolución: el 90% únicamente tomaría una foto del problema, algunos escanean el problema y otros realizan un diagrama, el 30% comprendería el problema, le pediría a IA que les explique el problema paso a paso, el 10% solo le pediría a IA las fórmulas para resolver el problema, el 2% utilizaría IA

para comparar los resultados y corregirlos. En las observaciones directas en clases, los estudiantes les cuestan mucho trabajo concentrarse, se distraen rápidamente, no se separan de su teléfono celular, la mayoría siempre está conectado a su celular, algunos están en juegos y video juegos y otros en redes sociales, las tareas que les pide de IA en ChapGPT, no las pueden redactar, ni entienden los contenidos.

Discusión

Los resultados nos indican que los estudiantes de la PA tienen la preocupación por utilizar de forma seguro las redes sin fronteras y rápido acceso a la información, reflexionan que los nuevos medios digitales deben ser reexaminados, reconceptualizados entre los preadolescentes y adolescentes con un nivel ético de moral crecidamente, la mayoría está de acuerdo en proteger su privacidad, la propiedad intelectual o la pertenencia a una comunidad virtual o redes sociales, son conscientes de las posibles consecuencias exceso de uso, esto les ocasiona riesgos desde la perdida de datos, ciberacoso hasta la identidad digital, la mayoría de los profesores de la universidad trabaja con estas generaciones es necesario tomar acciones formativas de buenos hábitos en el uso de las tecnologías y las redes. Por otro lado, los estudiantes hacen uso de las redes sociales, Internet, Instagram y las aplicaciones les facilita la información, la mitad del estudiante creen que son más productivos, aunque el 20% está consciente que es perjudicial, aunque también les brinda felicidad y alguno estrés. Los estudiantes de PA están en plena adolescencia, la mayoría viven alejados de sus padres, la mitad de los estudiantes se conectan más de 5 horas diarias, ocupan el Internet para tareas escolares solo dos horas, las aplicaciones más utilizan son Google, enciclopedias, ChapGPT, photo math, You Tube, videos, Wikipedia, páginas web, leer artículos científicos, cursos entre otros. Según Przybylski, Murayama, Dehaan y Gladwell (2013) “menciona que el uso no autorregulado puede llegar a afectar y condicionar las relaciones e interacciones personales, especialmente en jóvenes, por la necesidad de sentirse permanentemente conectados o por miedo a sentirse fuera,

desconectados de los demás", es importante el uso crítico y moderado, la escuela debe promover hábitos saludables de las tecnologías en cuanto al consumo temporal, Elliott (2024) nos dice: las redes sociales pueden hacer en adolescentes la vida más placentera pueden jugar con mascotas robots siendo un almacenamiento de emociones para su posterior recuperación, procedimiento y pensamiento reflexivo (autotransformación), hay un gran debate sobre la adicción de las redes sociales, que surge con la "cultura de las selfie" se ha convertido en un hábito digital cotidiano. Así mismo, es importante estar al tanto de las técnicas de estudio que utilizan los estudiantes, mayoritariamente son los apuntes, le siguen la Inteligencia Artificial y resúmenes, y finalmente los mapas mentales, videos, cuadros sinópticos, los estudiantes van creando su propia cultura, educación de aprendizaje. Se les pregunto a los estudiantes que técnicas de estudio utilizan los profesores el 58% dijo que ninguna, utilizan muy poco las TIC, videos, exposiciones, la plataforma TEAMS.

Sigman y Bilinkis (2024) "la limitación más evidente es que hay muchos estudiantes por cada docente, eso hace muy difícil detectar y acompañar las dificultades y avances de cada alumno", en este sentido, es necesario estar al pendiente de los estudiantes, les cuesta mucho trabajo concentrarse, pueden estar platicando con su compañero, copiando, resolviendo problemas y al pendiente del teléfono celular, pero no logran concentrarse, se les pidió a los estudiantes resolver un problema de física con IA, la mayor parte de los estudiantes tomo una foto, un tercio no comprendió el problema, solo el 2% utilizó la IA para copiar las fórmulas, no saben redactar, ni escribir, su razonamiento no es el mismo para resolver problemas, ni comprenden el contenido, lamentablemente copian y pegan, su mente no está preparada para resolver un problema, en el constructivismo el aprendizaje humano se construye, la mente fabrica nuevo conocimiento a partir de enseñanza anterior, el aprendizaje del estudiante debe ser activo participando en actividades, con su experiencia, el ambiente de la realidad, la reflexión según su experiencia, el proceso es participativo entre estudiante y profesor, mientras que en el conductismo, los aprendizajes son de forma más objetiva, los estudiantes realizan

acciones individuales o colectivamente, su aprendizaje puede ser aprendido y desaprendido, logran respuestas optimas de los estudiantes frente a los estímulos apropiados, hay que tener buen balance entre las tecnologías, aprovechar cada una para el aprendizajes, los profesores deben dar alternativas a las generaciones digitales a la hora de encontrar fuentes de información.

Conclusión

Las generaciones digitales, avanzan inflexiblemente hacia la búsqueda de soluciones prefabricadas, para los problemas existentes, algunos pueden ser la concentración, la lectura, el razonamiento sin mínimo esfuerzo, el uso exagerado de redes, copiar y pegar las tareas y ensayos, en paralelo, la dificultad a la resistencia a los cambios educativos en aspectos económicos, sociales y culturales afecta a los estudiantes en su transformación, se bebe buscar una representación multidisciplinar que permita avanzar en su comprensión, por otro lado, la dependencia a la tecnología puede llevar a una separación de las relaciones personales y falta de desarrollo de habilidades para las situaciones sociales en el mundo real, la gran cantidad de información en redes, el creadores de contenidos para atraer a gran cantidad de audiencia y crear nuevas comunidades digitales e intereses comunes, se tiene acceso películas, música juegos, aplicaciones educativa, entre otras, permite explorar distintos perspectivas culturales, sociales , educativas y de comunicación, además el tiempo que están conectados puede ocasionar salud física, ocular y muscular, el contenido inapropiado o violento puede influir en su desarrollo emocional, es importante que los profesores y padres de familia guíen a los estudiante en el uso responsables y equilibrado, donde se nos ofrezca información valiosa, sensible y privada.

Referencias

Atallah, B. (2020). Educación Superior post COVID-19 potenciada por aplicaciones y mundos virtuales. Tendencias en Tecnologías de la Información, 2(2), 161-164.

Bisquerra, R. (2014). *Metodologías de la investigación Educativa*. La Muralla.

Bruhn-Zass, E. (2022). Internacionalización virtual para apoyar la internacionalización integral en la educación superior. Revista de Estudios en Eduación Internacional, 26(2), 240-258.

Castro, J., Chirinos, D., Castro, G. (2022). Satisfacción de educación remota de emergencia durante COVID-19 en una universidad pública de los andes centrales, Perú con bajos recursos y poca experiencia docente en línea. Ciencias de la educación: Teoría y Práctica, 22(1), 46-51.

Chen, C. (2022). Privacidad y robustez en el aprendizaje federado: ataques y defensas. *IEEE Transactions o Neural N…* 37(7, julio de 2024), 8726-8746. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9945997/

Elliott, A. (2024). La cultura de la inteligencia artificial, la vida diaria y revolución digital. México: Trillas.

Przybylski, A. k., Murayama, K., Dehaan, C. R. y Gladwell v. (2013). Motivational, emotional, and behavioral correlates of fear of missing out. *Computer in Human Behavior*, 29(4), 1841-1848. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.014

Sigman, M. y Bilinkis, S. (2024). *Artificial, la nueva inteligencia y contorno de lo humano*. México: Penguin Random House.

Servicios de atención a la salud mental en instituciones de niveles medio superior y superior

María Guadalupe Mora Pizano*; Alma Rosa Mora Pizano; Jorge Luis Morett Sánchez

Universidad Autónoma Chapingo *mmorap@chapingo.mx

Introducción

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 4º. que toda persona tiene derecho a la salud, (CPEUM, 2025), sin embargo, en nuestro país todavía existen amplios sectores de la población que por diversas condiciones se encuentran excluidos de los servicios, sobre todo cuando se trata de aquellos que involucran hospitalización, especialidades y sobre todo salud mental. También en el marco de protección de los derechos humanos, reconocido constitucionalmente, se considera que la salud integral es un derecho fundamental, y se precisa que todas las personas tienen derecho a gozar del mayor grado posible de salud mental, por lo que debe contarse con la protección necesaria ante riesgos para mantener este tipo de salud y además debe garantizarse la atención accesible, digna y de calidad. (OMS, 2023)

En la población adolescente y joven la salud mental requiere de especial atención porque en dichas etapas de vida se enfrentan condiciones y experiencias que les demandan de las habilidades socioemocionales necesarias para afrontar los constantes retos y cambios que representa tanto su desarrollo personal como los que se derivan de su actividad escolar.

Ciertamente en México no toda la población en edad escolar se encuentra matriculada en algún nivel educativo, pero, para quienes se encuentran cursando los niveles medio superior y superior, contar con servicios de salud mental en sus instituciones de estudio les posibilita mejores condiciones para su bienestar personal y su desempeño académico.

Esto no implica la existencia en tales instituciones de servicios de alta especialidad psiquiátrica, sino servicios de psicología, primeros auxilios psicológicos y de orientación y contención que pueden instrumentarse para ofrecer la atención necesaria para los trastornos de mayor incidencia como la ansiedad y la depresión, problemáticas en sus relaciones interpersonales y adicciones, entre otras.

En todos los casos es fundamental que se trate de espacios de atención que cuenten con las condiciones de infraestructura y de recursos, humanos y materiales, suficientes, accesibles y especializados que permitan satisfacer la demanda de la mejor manera. En la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) es indispensable alcanzar estándares de atención oportuna y suficiente a la salud mental, apegándose, además, a enfoques de derechos humanos y de género considerando las particularidades de su modelo educativo y sus características de convivencia.

Materiales y métodos

Este trabajo es una investigación de tipo cualitativo, descriptivo y analítico de información documental especializada en el tema, así como información de la Universidad Autónoma Chapingo.

Resultados y discusión

El gobierno federal desarrolló durante los años 2023 y 2024 la Encuesta Nacional sobre Salud Mental y Adicciones, no obstante, al iniciar el año 2025 comunicó que dicha encuesta se tendrá que repetir por problemas en la compatibilidad metodológica de sus instrumentos con respecto a las encuestas previas. Con ello se carece de información actualizada y completa sobre las características epidemiológicas de la salud mental en la población mexicana.

De acuerdo con Suárez y Kazdin (2023), el antecedente más relevante en este país con respecto al estudio epidemiológico en este ámbito de salud es la Encuesta Nacional de Epidemiología Psiquiátrica en México, realizada entre 2001 y

2002, cuyos resultados revelaron que el 29% de la población mexicana padeció trastornos mentales alguna vez en su vida, 14% de los encuestados los padeció en los últimos doce meses, previos al estudio, y 6% los experimentó en los últimos 30 días previos a la encuesta. Entre el tipo de padecimientos que se reportaron en este estudio, el 14% padeció alguna vez trastornos de ansiedad, el 9% trastornos por uso de sustancias, y trastornos afectivos el 9%.

Otro estudio que destaca por la información que brindó sobre la salud mental de la población adolescente es la Encuesta de Salud Mental en Adolescentes de México realizada en 2009 en población de la Ciudad de México, y referida también por Suárez y Kazdin (2023), cuyos datos indicaron que casi 40% de los adolescentes de entre 12 y 17 años habían sufrido algún trastorno psiquiátrico en el último año, previo al estudio, sin embargo, también reveló que menos de 14% recibió tratamiento en el mismo año.

Por ello, a pesar de la carencia de la información que se esperaba de la Encuesta Nacional de Nacional sobre Salud Mental y Adicciones aplicada recientemente, tanto los estudios previos antes señalados, como algunos otros que se han desarrollado vinculados a estos temas, han generado información relevante y de utilidad para el reconocimiento de las características, dimensiones y cambios de los principales problemas de salud mental en diferentes grupos de población y de las implicaciones o efectos de dichos padecimientos, a continuación se presentan datos fundamentales de estos otros trabajos.

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022 permitió reconocer que existe una mayor prevalencia de intento de suicidio en adolescentes que en adultos, también se identificó que en la etapa adolescente y joven se presentan los mayores riesgos de desarrollar trastornos de conductas alimentarias, en particular en mujeres adolescentes y que se presenta de forma significativamente mayor la condición depresiva en mujeres, en adultos de bajos recursos y en adultos mayores de áreas rurales (Robledo, 2023).

Por su parte, en el marco del día mundial de prevención del suicidio (10 de septiembre), el INEGI dio a conocer, en septiembre de 2025, datos correspondientes a las Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) de 2024, que contrastan con la información obtenida en 2022, pues expone que, en México, durante 2024 se registraron 8 856 defunciones de personas de 10 años y más por suicidio, lo que representó una tasa de 6.8 por cada 100 mil habitantes, este dato supera los casos de 2014 y 2019, cuando las tasas fueron de 5.1 y 5.6, respectivamente. El cambio se presenta en los grupos de edad, pues el de 30 a 44 años presentó ahora el valor más alto con una tasa de 10.7, seguido por el de 15 a 29 años con 10.2. En cuanto a la situación por sexo, hay diferencias importantes, pues por cada 100 mil mujeres la tasa de suicidios fue de 2.6, mientras que por cada 100 mil hombres la tasa fue de 11.2. (INEGI, 2025)

Otro dato relevante de la reciente información difundida por el INEGI es con respecto al sexo y la edad, Entre las mujeres, la tasa más elevada se presentó en el grupo de 15 a 29 años (5.1) seguido del grupo de 30 a 44 años (3.1). En los hombres, fue mayor la tasa en el grupo de 30 a 44 años (18.8), seguida por el grupo de 15 a 29 años (15.4).

Destaca también de esta información la relativa a la escolaridad de las personas que cometieron suicidio, pues de la población de 15 años y más, los mayores porcentajes correspondieron a personas con secundaria completa con el 29.4 % y con bachillerato con el 22.5 %, mientras que los menores porcentajes, con 3.6 % correspondieron a quienes no contaban con escolaridad.

En cuanto a los tipos de problemáticas de salud mental, son diversas fuentes las que coinciden en señalar, como se indicará a continuación, a los trastornos de ansiedad y depresión como los de mayor prevalencia en la población adolescente y joven de nuestro país, tendencia que se corresponde con lo que se presenta a nivel internacional (Secretaría de Salud, 2024).

De acuerdo con Doddoli, (2023), la ansiedad y la depresión son más frecuentes entre los adolescentes de 15 a 19 años que entre los adolescentes más jóvenes, de 10 a 14 años; y describe que quienes padecen trastornos de ansiedad generalmente presentan mayores preocupaciones, miedos intensos, excesivos y persistentes ante situaciones cotidianas. Adicionalmente, como parte de las consecuencias entre quienes presentan estas afectaciones de salud, Doddoli (2023) expone que limitan sus capacidades para participar en la vida diaria y la educación. Con ello no puede esperarse que se desarrollen con bienestar y con buenos resultados académicos.

Los datos específicos son, además de preocupantes, indicadores claros de la urgencia de la atención, por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cuenca, et. al. 2020) señala un incremento en la tasa de mortalidad en los jóvenes en América Latina, teniendo al suicidio como una de las principales causas con un 30% y es señalado algún trastorno mental como una de las causas de este hecho con el 16%; además reporta que el 50% de estos casos no tuvieron un diagnóstico oportuno y por lo tanto tampoco un tratamiento.

La literatura expone que en las mujeres se presenta una mayor prevalencia de estas problemáticas particulares de salud mental, al respecto, durante el año 2024 se dio atención en el conjunto de servicios de salud pública en México a 158,814 personas por algún padecimiento de salud mental, de las cuales 107,034 fueron mujeres y 51,780 hombres, los principales motivos de las consultas fueron ansiedad (51.5%) y depresión (25.9%). (Secretaría de Salud, 2024). Bautista (2023) reporta que son las mujeres quienes con mayor frecuencia solicitan atención a problemas de salud en general, e informa que también el tipo de localidad de residencia es importante, pues quienes viven en áreas urbanas buscaron y recibieron atención en mayor medida que quienes viven en áreas rurales.

Moreno, (2024) destaca la importancia de contar con mayor cobertura en la atención a la salud mental, pues la demanda se ha incrementado y se han

agudizado diversas problemáticas a partir de la pandemia de COVID 19, por lo que señala que los servicios de atención son insuficientes, y, retomando información del Instituto Nacional de Salud Pública, señala que el país cuenta con menos de 0.4 psiquiatras y 1.5 psicólogos por cada 100,000 habitantes, lo que representa un gran desafío para garantizar la atención necesaria.

El desafío no lo tienen solo las autoridades de los diferentes niveles de gobierno, quienes evidentemente deben cumplir con lo dispuesto en las normas federales y reglamentarias para brindar la atención suficiente, oportuna y de calidad a la salud mental, pues como se ha señalado es un derecho que debe garantizarse. Pero, por lo aquí expuesto, también las instituciones educativas que dirigen sus servicios a población adolescente y joven deben asumir la responsabilidad y el reto de ofrecer, al menos, espacios de primer contacto de atención a las diversas problemáticas de salud mental de su comunidad estudiantil. Tales unidades deben reunir una serie de criterios básicos en su funcionamiento, deben contar con personal profesional de la salud mental y con capacitación en los derechos humanos en general y los específicos de esta población, así como formación en perspectiva de género, que son en la actualidad enfoque indispensables en estos ámbitos. Todo este es esencial considerando que la salud mental es condición indispensable para el bienestar de su comunidad, y que con ello, como señala Vidal, se contribuye a favorecer mejores resultados en su desempeño académico (Vidal, et.al. 2024).

Conclusiones

Claramente, las instituciones educativas con población adolescente y joven deben contar con servicios de prevención, promoción y atención a la salud mental; en el caso de la UACh, que conjunta estudiantes de zonas rurales y urbanas y con una creciente población femenina debe brindar estos servicios garantizando que sus servicios sean oportunos y pertinentes, además de incorporar una perspectiva de género y de derechos humanos tomando en cuenta los datos aquí reportados.

Literatura citada

Bautista, A. S., Vargas, F. A., Moreno, A. L. Colchero, A. (2023) Utilización de servicios de salud en México: cascada de atención primaria en 2022. Salud Pública de México, vol. 65, suplemento 1.

CPEUM, 2025. Artículo 4to. Reforma publicada en el DOF 15-04-2025.

Cuenca, R. N., Robladillo, B.L., Meneses, L.M., Suyo, V.J. (2020) Salud mental en adolescentes universitarios latinoamericanos: Revisión sistemática. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica Volumen 39, número 6.

Doddoli, C. (2023) Las enfermedades mentales más frecuentes durante la adolescencia. Disponible en: https://ciencia.unam.mx/leer/1373/las-enfermedades-mentales-mas-frecuentes-durante-la-adolescencia

INEGI, 2025. Estadísticas a propósito del Día Mundial para la Prevención del Suicidio (10 de septiembre) Comunicado de prensa, 8 septiembre de 2025.

Moreno, G. N. (2024) Expertos alertan sobre la crisis de salud mental y escasez de profesionales en México. Consultor salud. 10 de octubre de 2024. Disponible en: https://consultorsalud.com.mx/expertos-alertan-crisis-salud-mental-en-mexico/

OMS (2023) Día Mundial de la Salud Mental - La salud mental es un derecho humano universal. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/events/detail/2023/10/10/default-calendar/world-mental-health-day-2023---mental-health-is-a-universal-human-right#:~:text=Todas%20las%20personas%2C%20sin%20importar

Robledo A. Z. (2023) La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022. Salud Pública de México. vol. 65, suplemento 1.

Secretaría de Salud. CONASAMA. (2024) Informe Sobre la situación de la salud mental y el consumo de sustancias en México, 2024.

Suárez, K., Kasdin, A. (2023) Salud mental infantil y la brecha de tratamiento en México. Psicología y Salud, Vol. 33, Núm. 1: 5-18, enero-junio. https://doi.org/10.25009/pys.v33i1.2768

Vidal, B. O., García, C. R., De la O, T. (2024) La salud mental en universitarios como aspecto determinante en el logro de objetivos académicos. Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar. Marzo, abril, Vol. 8, num. 2

El Uso del Celular Como Herramienta Didáctica. El Caso del Área de Física de la UACh

Rafael Zamora Linares, Enrique A. Gomez Lozoya, Donato Vázquez Juárez
Universidad Autónoma Chapingo. rzamoral@chapingo.mx, engomez@chapingo.mx, dvasquezj@chapingo.mx

Introducción

En este trabajo, abordamos a el uso del celular como una posible herramienta didáctica. En este sentido, es claro que los cursos a distancia, el uso de las TICS, las bibliotecas virtuales, los simuladores educativos y el uso de la inteligencia artificial en diversas áreas del conocimiento, son elementos interrelacionados en los cursos que conforman nuestra importante realidad educativa. El celular es un dispositivo que permite el uso y manejo de estas tecnologías de manera cada vez más amigable.

Opiniones de profesores del área de Física, indican que los celulares pueden ser de gran ayuda para el desarrollo de sus cursos. Pueden utilizarse para hacer simulaciones como ejercicios de la asignatura o bien consultas bibliográficas alternas.

El uso del celular en la escuela tiene ventajas y desventajas educativas, sociales y de seguridad. El celular permite la búsqueda de información, el uso de herramientas tecnológicas, el registro de actividades y de revisión de contenidos. También, facilita el trabajo en equipo, la comunicación con los padres y el manejo de ansiedades. (Cruz J.J. (2025)). Sin embargo, el uso del celular debe ser supervisado por el docente para evitar distracciones y abusos. Se ha documentado que 9/10 alumnos a nivel preparatoria tienen celular y el 88% de los alumnos de preparatoria que tienen celular siempre van con él a la escuela. Según (Hernández, Capetillo y Soto, 2024) en una entrevista a los alumnos, indico que el uso de redes sociales en el aula si afecta “un poco” sus calificaciones, 12% señalo que afecta mucho y 2% muchísimo y 39% dijo que nada. Lo cual contrasta con lo que dicen

sus profesores. Se conoce como phubbing a la acción de prestar más atención al móvil que a las personas que le están acompañando (incluyendo al profesor).

Según los datos de la UNESCO al 25 de enero, un total de 79 países ha implementado medidas para limitar el uso de celulares en la escuela (Herrera P. 2025)

La teoría del aprendizaje constructivista con significado y aprendizaje situado, promueven el uso de las TICS. (Romero, T 2023) Se trata entonces de obtener indicadores sobre el uso del celular como una herramienta académica, aprovechando datos de un cuestionario aplicado a docentes y material bibliográfico revisado en este contexto, para ofrecer las conclusiones obtenidas a nuestra comunidad educativa.

Materiales y métodos

Se trata de un estudio de caso, en una investigación cuanti-cualitativa, en donde la muestra es la mayoría de los integrantes de la población en estudio. Es una investigación acción porque el que estudia es parte de la muestra. Los alcances de la investigación son institucionales y es no probabilística por ser características de personas en una misma fuente de empleo, pero con particularidades y potencialidades de desarrollo propias (San Pieri (2014)). En este trabajo usamos como herramientas metodológicas a datos institucionales, respuestas de cuestionario, observaciones y opiniones sobre el tema del uso del Celular en el salón de clases. Finalmente, se expone un ejemplo de aprovechamiento del uso del celular en una práctica de cinemática. Para terminar, se ordena y clasifica la información obtenida y se hacen las conclusiones respectivas.

Resultados

Respuestas al cuestionario

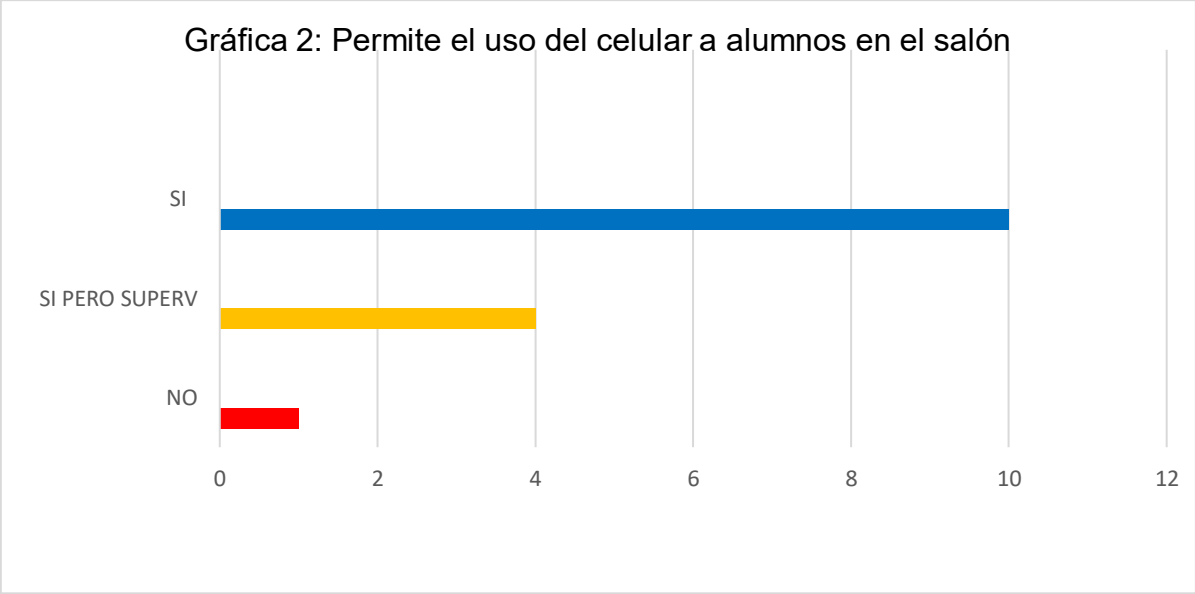
1. Ante el cuestionamiento para profesores de que si usa el celular en el salón de clases, 13 dijeron que sí, pero, 3/ 15 comentaron que no y solo en ocasiones lo ocupan para revisar algún dato.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede interpretar que el uso del celular es un evento amplio e importante y muy socorrido en el campo educativo.

2. En la pregunta ¿Permite el uso a los alumnos en el salón de clases? Se destaca que sólo un compañero comento que no lo permite, 4 compañeros comentan que lo permite bajo su supervisión y 10 compañeros indican que permiten su uso al buscar información relacionada con lo que se está viendo o trabajando el salón de clases



Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los docentes han compartido que permiten el uso del celular para tener apoyo en el desarrollo de los cursos, por ejemplo, en buscar información complementaria. Reconocen también, la necesidad de tener una supervisión para que el celular no se vuelva una distracción.

3. En la interrogante de ¿aprovecha las funciones del celular como herramienta para el desarrollo de los cursos?

Todos los docentes respondieron que Si



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, la mayoría de los profesores tienen familiaridad con los celulares, sin embargo, se reconoce que aún falta tener un dominio En la pregunta relacionada a si el día del examen ¿se permite el uso de celulares?

La respuesta unánime fue que no, dado que no se permite circular la información de la respuesta del examen.

En cuanto a la opinión que se tiene sobre el uso de celulares. Resalta (por 10 personas) el que puede ser provechoso, pero requiere supervisión del docente y es importante que el docente tenga experiencia en su uso.

EJEMPLO DE EXPERIMENTOS USANDO EL CELULAR. Aunque se tienen muchos ejemplos para demostrar su valía e importancia como herramienta didáctica, se pone un ejemplo de Cinemática.

Actividad experimental Movimiento rectilíneo acelerado (MRUA)

Objetivos

1 Usar la tecnología de grabación del celular para obtener información de la posición y del tiempo de un cuerpo con aceleración constante.
2 Reconocer el grafico de un MRUA.

Teoría: Se introducirá el alumno al Movimiento Uniformemente Acelerado.
Material: Carro dinámico, Riel para el carro dinámico, Celular.

Procedimiento

1 El riel de 120 cm se colocó con un desnivel de 1.8 cm de altura
2 De la parte más alta del riel inicio el movimiento el carro
3 Usando el celular se tomó un video del movimiento del carro
4 Se seleccionaron 11 imágenes (cuadros) del video. Los cuadros se seleccionaron con una distribución en el tiempo.
5 El ajuste del celular para la grabación del video fue de 60 cuadros / s
6 Se muestran unas imágenes del recorrido

Se muestra el inicio del movimiento del carro dinámico. La marca 0 cm, en la regla de madera, es el origen de coordenadas del sistema



Imagen 1.-Elaboración propia

El carro se encuentra en la marca 10.0 cm y corresponde a un tiempo de recorrido de 0.68 s



Imagen 2. Elaboración propia.

El carro se encuentra en la marca 50.0 cm y corresponde a un tiempo de recorrido de 1.62 s

El carro se encuentra en la marca 107 cm y corresponde a un tiempo de recorrido de 1.78 s

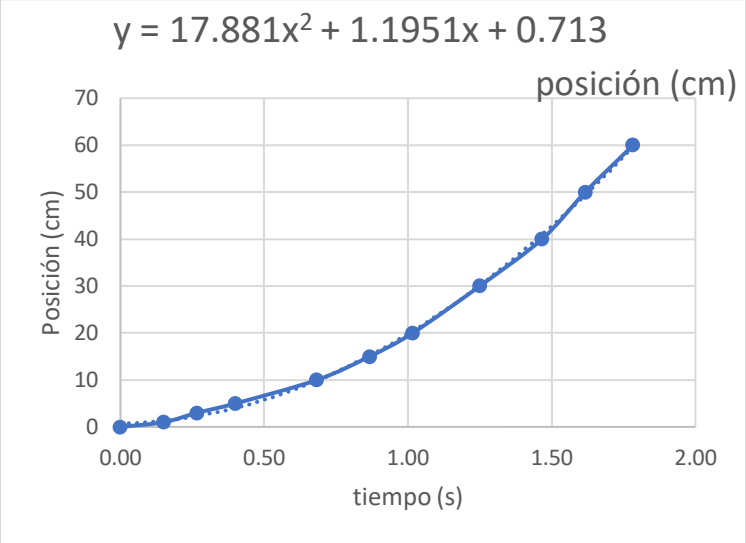


Imagen 4. Elaboración propia

Resultados y datos de posición para el carro a diferentes tiempos en la tabla 1.

cuadros totales	tiempo (s)	posición (cm)
0	0.00	0
9	0.15	1
16	0.27	3
24	0.40	5
41	0.68	10
52	0.87	15
61	1.02	20
75	1.25	30
88	1.47	40
97	1.62	50
107	1.78	60

La gráfica de estos datos se muestra a continuación



Análisis

1 En la gráfica se observa que el carro sigue un movimiento acelerado
2 Al usar Excel para ajustar la gráfica a una ecuación cuadrática el primer coeficiente del término cuadrático que se obtiene es 17.8.
3 Al comparar la ecuación de ajuste con la ecuación d= Vi t +1/2 at^2 se obtiene que la aceleración es aproximadamente de 35.6 cm/s^2

Conclusiones

El uso de celulares es un buen ejemplo de herramientas didácticas con un buen potencial para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los docentes del área de Física de la Preparatoria Agrícola de la UACh reconocen la importancia del uso del celular y lo toman en cuenta para que los alumnos socialicen y amplíen su información que se obtienen en clases presenciales.

Los docentes reconocen que el uso del celular requiere de una supervisión para que no se tengan distracción de los objetivos planteados en el desarrollo de los contenidos educativos.

Se requiere que los docentes aprovechen la potencialidad del celular y trabajen con los experimentos tradicionales y los relacionen con las formas de presentar resultados, gráficas y esquemas que nos permite este instrumento electrónico.

El ejemplo mostrado del uso del celular en el desarrollo de los cursos nos da una idea de aplicaciones constructivas y de acercamiento didáctico.

Bibliografía

Cruz J.J. (2025) Ventajas y Desventajas del uso del Celular en el aula. Bloq. UVM. Tecnología. 29 sep. México

Herrera P. (2025) Celulares en las Aulas: ¿Herramienta Educativa o Distracción? UNAM. México.

Pascuas-R (2020) Dispositivos Móviles en la Educación: Tendencias e Impacto para la Innovación. Universidad de la Amazonia. Florencia Colombia

Rodríguez K. (2022) El uso de Celulares como Herramienta Educativa. Milenio. México

Romero. D.T (2023) Uso de las TIC en la Enseñanza de la Física en la Secundaria de Nicaragua. Universidad Autónoma de Nicaragua. Nicaragua.

San Pieri, R (2014). Metodología de la Investigación. MC Graw Hill. México

Las creencias en el aprendizaje de la química

Graciela Huerta Miranda, Carlos Albor Calderón
Universidad Autónoma Chapingo
ghuertam@chapingo.mx | calborc@chapingo.mx

Introducción

El aprendizaje de la Química en el nivel medio superior suele representar un desafío tanto para estudiantes como para docentes. Diversos estudios han señalado que, además de la complejidad conceptual de la materia, las creencias que los alumnos tienen sobre la Química y sobre su propio aprendizaje juegan un papel fundamental en los resultados académicos (Pajares, 1992). Dichas creencias actúan como filtros que determinan la forma en que los estudiantes perciben la materia, su motivación y las estrategias que utilizan para aprender (Barcelos, 2007). En este sentido, la Química es frecuentemente considerada como una asignatura abstracta, difícil y alejada de la vida cotidiana (Gil-Pérez & Carvalho, 2001). Estas concepciones limitan la motivación de los estudiantes y los podrían llevar a usar la memorización mecánica en lugar de a procesos de comprensión. Como señalan Pozo y Gómez Crespo (2009), buscar la posibilidad de generar aprendizajes significativos y de aplicar el conocimiento en contextos reales.

De acuerdo con Pozo y Gómez Crespo (2009), la enseñanza tradicional de la Química, enfocada en contenidos descontextualizados, refuerza estas creencias limitantes y genera actitudes negativas hacia la materia. Por el contrario, cuando los estudiantes perciben que la Química les ayuda a comprender fenómenos reales como la alimentación, el medio ambiente o la salud sus actitudes tienden a ser más positivas y su motivación aumenta.

Sin embargo, también existen creencias positivas que favorecen el aprendizaje. Cuando los estudiantes reconocen que la Química puede explicar fenómenos de la vida diaria y que con esfuerzo es posible comprenderla, muestran

actitudes más favorables hacia la asignatura, lo que fortalece su motivación intrínseca y su desempeño académico (Tsai, 2007).

Objetivo

El presente estudio se orienta a identificar las creencias predominantes sobre la Química en los estudiantes de la preparatoria Agrícola y analizar de qué manera estas influyen en su proceso de aprendizaje.

El objetivo de la investigación es comprender, desde la opinión del alumnado, cuáles son sus Creencias sobre las principales dificultades que experimentan en el aprendizaje de la Química para buscar estrategias didácticas que modifiquen aquellas creencias que limitan la comprensión de la materia.

Metodología

Se aplicó un Cuestionario con la escala Likert para medir creencias y actitudes hacia la Química en diferentes dimensiones (naturaleza de la disciplina, aprendizaje, enseñanza, motivación). Se estructuraron 32 reactivos en seis secciones:

1. Actitud hacia la química
2. Creencias sobre la dificultad
3. Complejidad conceptual
4. Creencias sobre la enseñanza y el aprendizaje
5. Factores psicológicos y actitudinales
6. Dificultades tecnológicas y de acceso a recursos

Este tipo de escala facilita el análisis de percepciones subjetivas (Likert, 1932). El cuestionario se envió a 200 alumnos, no todos han contestado. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a un grupo reducido de estudiantes con el fin de profundizar en las creencias identificadas en el cuestionario.

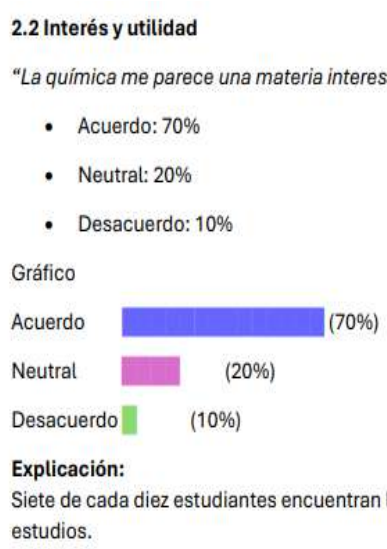
Resultados

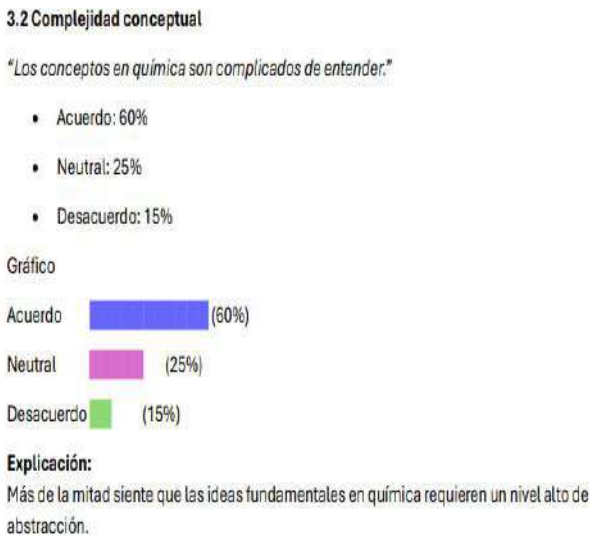
Se presentan los resultados de la encuesta sobre las Creencias en el Aprendizaje de la Química en forma de porcentaje en escala Likert, se muestra en

8 gráficas de forma continua por lo que no se numeran al pie de cada una. Las gráficas incluyen la pregunta correspondiente a la imagen.

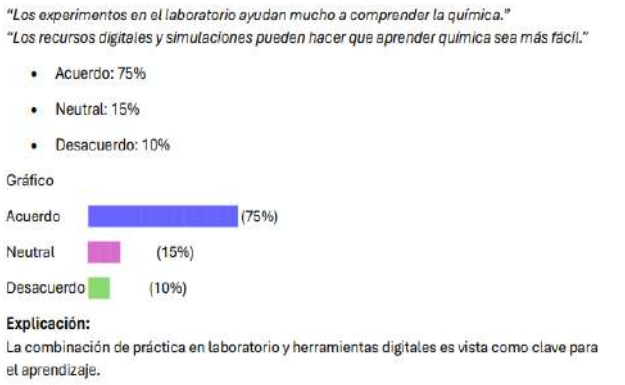
2. Actitud hacia la química 2.1 Motivación

2.2 Interés y utilidad “La química me parece una materia interesante y útil.”









Los alumnos coinciden mayoritariamente en que un docente competente transforma la dificultad en claridad.

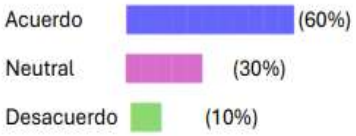
5. Creencias sobre la propia capacidad

5.1 Autoconfianza

"Si practico y estudio, puedo mejorar."
"La confianza en mis habilidades afecta mi desempeño en química."

- Acuerdo: 60%
- Neutral: 30%
- Desacuerdo: 10%

Gráfico



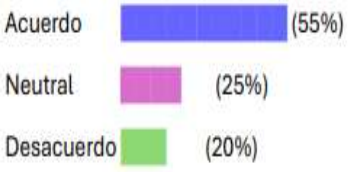
Explicación:
La mayoría confía en mejorar mediante el estudio, aunque un tercio mantiene dudas moderadas.

6. Creencias sobre la utilidad de la química

"La química es importante para mi futuro académico o profesional."
"Comprender la química me ayudará a tomar mejores decisiones en mi vida cotidiana."

- Acuerdo: 55%
- Neutral: 25%
- Desacuerdo: 20%

Gráfico

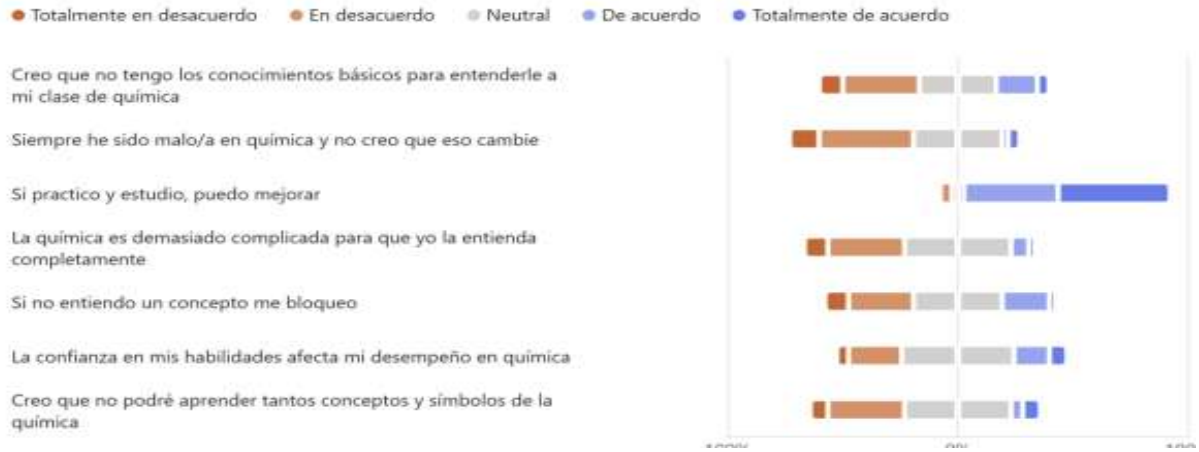


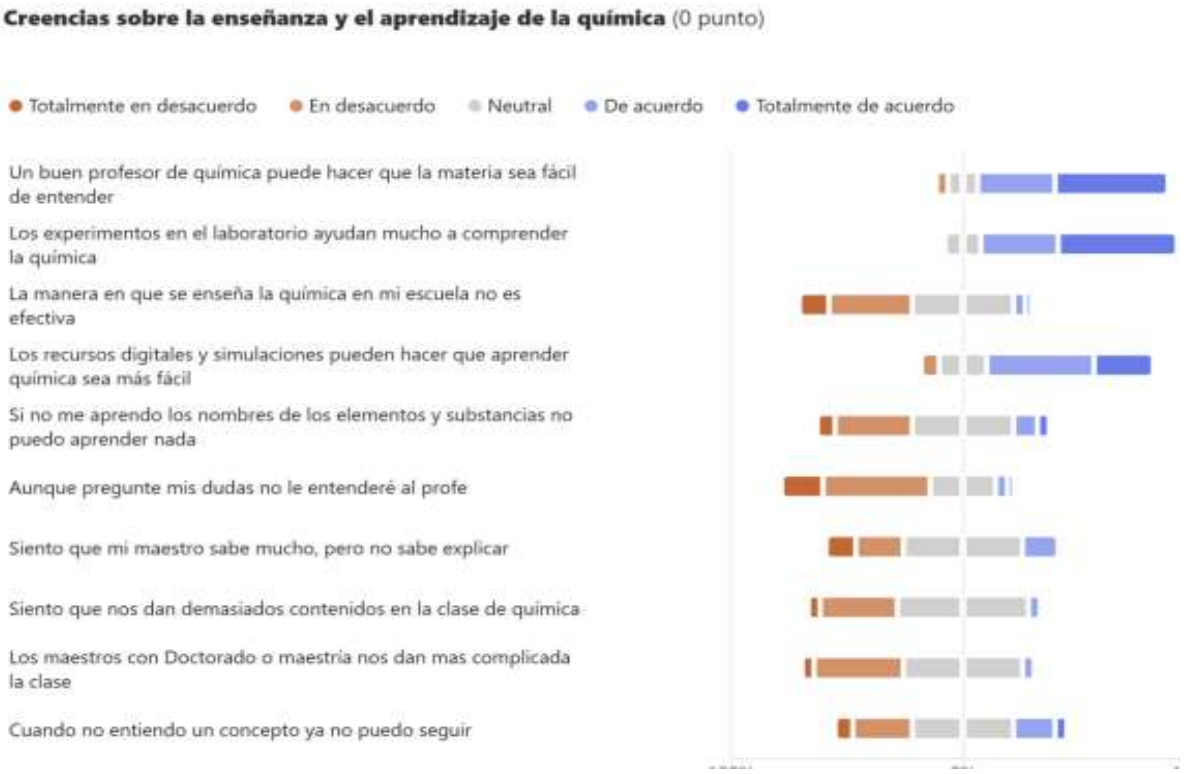
Explicación:
Más de la mitad reconoce la relevancia de la química más allá de la escuela.

Creencias sobre la utilidad de la química (0 punto)



Creencias sobre la propia capacidad para aprender química (0 punto)





La mayoría de los alumnos (más de la mitad) manifiesta interés y motivación frente a la química, mientras que muy pocos muestran rechazo; Siete de cada diez estudiantes encuentran la química atractiva y aplicable a su vida o estudios, solo el 10% opinan que no es interesante. Al 65% les parece que les hacen falta habilidades matemáticas son una limitante pues “La química es difícil porque requiere conocimientos de matemáticas.” Solo el 15% no lo consideran así. Un buen numero opinan que “Para aprender química, es necesario memorizar demasiada información.” Los nombres de los elementos químicos, a que grupo o familia pertenecen o su valencia, por ejemplo. En cuanto a la complejidad conceptual solo el 15 % no piensan que los conceptos en química son complicados de entender y más de la mitad siente que las ideas fundamentales en química requieren un nivel alto de abstracción, solo el 15 % no está de acuerdo con esta afirmación. En cuanto al rol del profesor la mayoría piensan que un buen profesor de química puede hacer que la materia sea fácil de entender, en la encuesta estuvieron de acuerdo: 80%, neutral 15% y en desacuerdo 5%.

Al parecer la opinión de los encuestados se inclina más a creencia de que el aprendizaje depende más de como los docentes los acercamos a la química que los prejuicios sobre la materia pues en los reactivos: “Los experimentos en el laboratorio ayudan mucho a comprender la química.” y “Los recursos digitales y simulaciones pueden hacer que aprender química sea más fácil.” Encontramos acuerdo 75%, neutral15% y desacuerdo solo 10%. Creencias sobre la propia capacidad y autoconfianza; “Si practico y estudio, puedo mejorar.” “La confianza en mis habilidades afecta mi desempeño en química.” acuerdo 60% neutral: 30% y desacuerdo: 10%.

La respuesta sobre la creencia de la utilidad de la química: “La química es importante para mi futuro académico o profesional.” “Comprender la química me ayudará a tomar mejores decisiones en mi vida cotidiana.” Fue de 55% de acuerdo, neutral 25% y desacuerdo 20%. Las creencias sobre la propia capacidad y la Autoconfianza: “Si practico y estudio, puedo mejorar.” “La confianza en mis habilidades afecta mi desempeño en química.” Fue: acuerdo: 60%, neutral: 30% desacuerdo: 10%

Conclusiones y Recomendaciones

El análisis realizado permite concluir que las creencias de los estudiantes sobre la Química influyen, pero no de una manera determinante, a todos los estudiantes por igual en su aprendizaje y en su rendimiento académico. Los estudiantes en la Universidad autónoma Chapingo provienen de orígenes muy diversos y los grupos académicos son muy heterogéneos lo que dificulta la labor de los docentes.Entre las creencias que se encontraron fue la percepción de dificultad de la materia relacionada a las habilidades y razonamiento matemático, la idea de que la asignatura depende mucho de la memorización de fórmulas y símbolos, que ha sido reforzada por el tipo de educación excesivamente tradicionalista que han recibido buen número de ellos. Según Tsai (2007), señala que las concepciones de los profesores sobre la ciencia repercuten directamente en las actitudes y en la motivación de los estudiantes en gran medida.

De este modo, resulta fundamental que la docencia se centre en la comprensión más que en la repetición, fortaleciendo el papel del profesor como mediador del conocimiento mediante metodologías activas y participativas. La creencia de la utilidad de la química, y la creencia de que no tiene aplicación en la vida cotidiana en este estudio no es tan determinante estadísticamente, pues muchos estudiantes si perciben a la química como interesante, pero hay estudiantes que no opinan igual, posiblemente estos últimos sean los que no obtienen un buen desempeño.

En cuanto a la complejidad conceptual la mayoría piensa que los conceptos en química son complicados de entender y más de la mitad siente que las ideas fundamentales en química requieren un nivel alto de abstracción. Un aprendizaje desconectado de experiencias concretas genera frustración y desinterés. Los estudiantes en su mayoría coinciden en que la forma de la enseñanza es un factor decisivo en el aprendizaje de la Química, destacando que las prácticas de laboratorio, el uso de tecnologías y el rol del profesor son elementos que influyen directamente en su motivación y comprensión.

En este sentido, investigaciones previas confirman que la incorporación de recursos TIC en la enseñanza de la Química no solo facilita la comprensión de conceptos abstractos, sino que también mejora el rendimiento académico y la retención del aprendizaje (Shafique, 2017).

Los estudiantes en su mayoría coinciden según sus respuestas, en que la forma de la enseñanza es determinante en el aprendizaje de la Química, que las prácticas de laboratorio, el uso de tecnologías y el rol del profesor son aspectos que pueden marcar la diferencia en la manera en que se percibe y se comprende la asignatura. Los hallazgos confirman la necesidad de atender tanto las prácticas pedagógicas como las creencias estudiantiles, pues solo al considerar ambos factores será posible favorecer aprendizajes más profundos, motivadores y significativos.

En conclusión, transformar las creencias de los estudiantes hacia la Química no es únicamente un reto didáctico, sino una oportunidad para renovar la enseñanza de las ciencias en la preparatoria. Atender estas creencias permite no solo mejorar el rendimiento académico, sino también despertar el interés y la motivación hacia una disciplina clave para la comprensión del mundo. Futuras investigaciones podrían profundizar en estrategias innovadoras que integren tecnologías, contextos locales y enfoques interdisciplinarios, con el fin de consolidar una Química más cercana, significativa e inclusiva.

Bibliografía

Barcelos, A. M. F. (2007). Researching beliefs about SLA: A critical review. En P. Kalaja & A. M. F. Barcelos (Eds.), *Beliefs about SLA* (pp. 7–33). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4751-0_2

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7th ed.). Routledge.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Gil-Pérez, D., & Carvalho, A. M. P. (2001). *La enseñanza de las ciencias: tendencias y propuestas*. Graó.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology, 140*, 1–55.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research, 62*(3), 307–332. https://doi.org/10.3102/00346543062003307

Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (2009). *Aprender y enseñar ciencia*. Ediciones Morata.

Tsai, C. C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education, 91*(2), 222–243. https://doi.org/10.1002/sce.20175

Shafique, F. (2017). Effects of information and communication technology (ICT) on the students' academic achievement and retention in chemistry. *Journal of Education and Educational Development, 4*(1), 73–93. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1161529.pdf

How to Promote Chemistry Learning Through the use of ICT
Dori, Y.J., Rodrigues, S., & Schanze, S. (2013). En *Teaching Chemistry – A Studybook*. SensePublishers. SpringerLink

Transferencia de tecnologías agroecológicas en el modelo pedagógico innovador de huertos-jardín para polinizadores, transitando hacia la sostenibilidad y seguridad alimentaria.

María Magdalena Díaz Cadena, Alejandra Villafuerte Salazar, Ofelia Fernández Ordoñez

Universidad Autónoma Chapingo. diazcadenamariamagdalena@gmail.com, avillafuertes@chapingo.mx, ofeliahdzor@gmail.com

Introducción

El objetivo de los huertos-jardín para polinizadores son espacios gestionados diseñados para atraer, sostener y estudiar polinizadores mediante la selección de plantas nectaríferas/hospederas, estructuras de refugio y manejo amigable con la biodiversidad. Se consideran herramienta de conservación y de formación agroecológica (Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores [ENCUSP], 2022; Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA], 2023).

Desde el enfoque anterior se localizan como Principales prácticas innovadoras: (a) el uso de plantas nativas y diversidad floral estacional, (b) el manejo orgánico del suelo mediante compostaje y biofertilizantes, (c) la reducción de agroquímicos y control biológico, (d) las estructuras de refugio y puntos de agua, y (e) el diseño resiliente de manejo hídrico (Majewska & Altizer, 2020, SEDEMA, 2023). Y todas estas prácticas derivan de los conocimientos ancestrales de los grupos originarios que producen en superficies menores a 1 ha.

Frente a la crisis ambiental y la pérdida de superficie de producción de alimentos, la perdida de los principales polinizadores es de atención prioritaria para lograr una verdadera seguridad alimentaria, sin embargo, también es importante que las personas valoren a quienes se dedican a la producción de alimentos, Pues se ignora o no se le da la estimación pertinente al proceso de germinar las plantas y tener el producto final en nuestra mesa para su consumo. Po ello se hace pertinente que las

jóvenes generaciones, de manera prioritaria, sean sensibilizadas respecto del tema.

Además de que estos espacios se logran construir de una manera más holística y en abundantes conocimientos tecnológicos y científicos, al participar de manera comunitaria en estos laboratorios in situ. La literatura reporta impactos positivos en abundancia y diversidad de polinizadores (Majewska & Altizer, 2020), aumento del conocimiento agroecológico y de habilidades prácticas en estudiantes (García-García *et al*., 2023), así como producción para autoconsumo (López-Hernández *et al*., 2022). La transferencia tecnológica es clave cuando combina demostración práctica, capacitación formal, integración curricular y participación comunitaria (García-García *et al*., 2023).

Factores de éxito: apoyo institucional, integración curricular y redes de intercambio de semillas. Barreras: recursos limitados, variabilidad climática y falta de seguimiento a largo plazo (García-García et al., 2023; López-Hernández *et al*., 2022). Se requieren estudios longitudinales para medir efectos sobre poblaciones de polinizadores y evaluar sostenibilidad financiera (Majewska & Altizer, 2020).

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en la Escuela Primaria Manuel Doblado del, Estado de México, durante el ciclo escolar 2025. Se destinó un espacio de aproximadamente 55m² para planta hortícola, 160 m² para módulo de “milpa” y 60 m² para el jardín para polinizadores, dividido en camas de cultivo y parterres florales, con especies nativas nectaríferas adaptadas al clima local. Se aplicaron principios agroecológicos: sin agroquímicos, abonos orgánicos, plaguicidas naturales, rotación de cultivos y cobertura vegetal. La transferencia tecnológica incluyó capacitación docente-estudiantes, integración curricular, participación comunitaria y monitoreo de polinizadores y conocimiento.

El método que se aplicó fue a partir de la investigación-acción participativa, que transforma la realidad social con base en la práctica, donde el investigador se

inserta en una comunidad y renuncia al papel de simple espectador para asumir un compromiso con una causa social. A la vez los miembros de la comunidad participan activamente en el diseño del proyecto de investigación e incidencia como en la obtención, análisis e interpretación de la información y de las acciones resultantes. Todo ello con el fin de encontrar soluciones a problemáticas sociales y promover transformaciones colectivas.

De lo anterior seguimos el ejercicio a través de 4 etapas:

- Determinación del objeto de estudio e incidencia y acercamiento con la comunidad.
- Elaboración del diagnóstico.
- Ejercicio de la acción.
- Sistematización de información y construcción de saberes.

Resultados

Se identificación diversos polinizadores desconocidos para la población de alumnos. Los estudiantes adquirieron conocimientos sobre el funcionamiento de la producción de frutos y semillas. La diferencia entre plantas hortícolas, plantas nativas y plantas exóticas. Se cultivaron verduras orgánicas para cubrir 20-25% del consumo de vegetales del comedor escolar. Se realizaron talleres de sensibilización sobre la sostenibilidad ambiental, la seguridad alimentaria y la nutrición. Se difundieron los resultados en una entrevista a noticiero infantil: Vientos noticias que vuelan, de transmisión nacional por canal 11 y 22 y otros medios locales de televisión y radio. Así como la participación para difusión del modelo en otros foros de tecnología, ciencia y servicio de la Universidad Autónoma Chapingo.

Factores de éxito: apoyo institucional, interés estudiantil y docente, participación comunitaria. Barreras: limitaciones de recursos, irregularidad en mantenimiento y resistencia a cambios de prácticas tradicionales. Los hallazgos

concuerdan con la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (ENCUSP, 2022) y estudios previos que destacan el valor educativo y ecológico de los huertos-jardín. El componente educativo y la vinculación curricular fueron claves para la adopción tecnológica. Se identifican retos de financiamiento, infraestructura y continuidad institucional.

Conclusiones

El modelo pedagógico de huertos-jardín para polinizadores es una estrategia efectiva de transferencia tecnológica agroecológica que favorece sostenibilidad, aprendizaje y seguridad alimentaria.

Requiere apoyo institucional, inversión en infraestructura y participación comunitaria.

Puede replicarse en otras instituciones adaptándose a especies autóctonas y condiciones climáticas locales.

Se recomienda evaluar impacto a largo plazo y resiliencia frente al cambio climático.

Bibliografía

Agricultura. (2023). Inaugura Agricultura jardín-huerto para abonar a la conservación de polinizadores y flores nativas. Gobierno de México. CONABIO. (s. f.). Jardín para polinizadores. Biodiversidad Mexicana.

ENCUSP. (2022). Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores. Gobierno de México.

FAO. (2023). Transferencia tecnológica para la innovación agroalimentaria. FAO. Sedema CDMX. (2023). Primer Encuentro de Huertos y Jardines Polinizadores de la Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente CDMX.

Majewska & Altizer, (2020). Planting gardens to support insect pollinators - Conservation Biology..

Descripción anatómica de *Laelia gouldiana* (Orchidaceae)

Ana Leticia Hernández Cubas [1], Alejandra Villafuerte Salazar [2], María Sol Robledo y Monterrubio [2]

[1] Departamento de Fitotecnia, [2] Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. anacubas27@gmail.com

Introducción

En el mundo la familia Orchidaceae presenta 25 mil especies de orquídeas, (Tellez Velasco, 2011). En México existen aproximadamente 1400 especies de orquídeas, el 40% son catalogadas como especies endémicas del territorio nacional(Castillo Pérez & Carranza Alvarez, 2019).

En México, todas las regiones situadas al sur del Trópico de Cáncer, desde las costas del Pacífico y las del Golfo hasta las regiones que rebasan los 3 500 msnm en los estados de Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas, albergan la mayor riqueza de orquídeas, aunque todos los estados cuentan por lo menos con una especie (Tellez Velasco, 2011).

Las orquídeas en México están asociadas a actividades culturales y sociales, ya que son utilizadas como adornos en festividades religiosas, su floración anual coincide con fechas importantes en las comunidades, por ejemplo, una especie mexicana vistosa e importante en lo cultural es *Laelia gouldiana* o monjita, que sólo se conoce en la región de Meztitlán, Hidalgo, es muy apreciada por los campesinos locales, que la utilizan para adornar altares en las festividades del Día de Muertos(Tellez Velasco, 2011).

Orchidaceae es una de las familias botánicas más importantes, debido a su diversidad, la importancia a nivel ecológico y cultural. Actualmente existen trabajos de descripciones anatómicas dentro de la subtribu Laeliinae y de diferentes especies de *Laelia* en México, no existe un estudio en particular de *Laelia gouldiana* por lo cual se hace necesario la realización del presente estudio, para proporcionar

evidencias anatómicas que sirvan de apoyo a futuras investigaciones en el área sistemática para la delimitación de especies.

Materiales y métodos

Se colectaron ejemplares en campo de *L.gouldiana* de una población relicto en la Reserva de Biósfera Barranca del Meztitlán, Hidalgo. Se obtuvieron muestras de hoja, raíz y pseudobulbo, se mantuvieron en frascos con una solución de GAA (glicerina-alcohol-agua) hasta su utilización.

Se realizó una deshidratación en la que se dejaron en frascos con alcohol al 30%, y posteriormente se deshidrataron por trece días en el procesador automático de tejidos o histoquinet Leica TP 1020.

La fijación se realizó procesando cada muestra contenida en el vaso del histoquinet; con ayuda de pinzas se tomaron las muestras y se colocaron en charolas de aluminio con parafina, previamente calentadas en una plancha de calor. Enfriado el material, las muestras se desmontaron de las charolas y se colocaron en trozos de madera que sirvieron de soporte.

Los cortes se realizaron con ayuda de un micrótomo Leica RM 2125RT por lo que se hicieron pruebas y se definió el tamaño de los cortes, para hoja 14 micras, para raíz 16 micras y para el tejido de pseduobulbo se realizó con 18 y 20 micras. Posteriormente se realizó la fijación de los cortes en portaobjetos, utilizó aceite de haupt, formol al 10%, pinzas y una plancha de calor para poder adherir el corte al portaobjetos. Se dejaron reposar los portaobjetos en un horno a 45° para secar adecuadamente.

Para la tinción se siguió la metodología descrita por (Sandoval, 2005) siguiendo la “Tinción son safranina “O”, verde rápido FCF para tejidos incluidos en parafina”. Se realizaron pruebas de tinción para establecer los tiempos de tinción en safranina y fast green en las muestras de los diferentes órganos vegetales.

En el montaje se utilizaron pinzas de punta fina, resina y cubreobjetos para poder cubrir las preparaciones con cubreobjetos, posteriormente se dejó secar en un horno a 45°C de temperatura.

Se seleccionaron las mejores preparaciones para observarlas y hacer las fotografías en un fotomicroscopio (Leica DM750), para posteriormente describir los caracteres cualitativos que se encuentren en los cortes correspondientes. Con ayuda del programa ImageJ se midieron los caracteres anatómicos cuantitativos de cada órgano (tabla 1), de cada variable se tomaron 30 mediciones, en el que se obtuvieron datos de la media, mediana, desviación estándar y frecuencias.

Hoja	***Raíz***	***Pseudobulbo***
Alto de células epidérmicas Adaxiales	Alto de células exodérmicas	Alto de células epidérmicas
Ancho de células epidérmicas Adaxiales	Ancho de células exodérmicas	Ancho de células epidérmicas
Área de células epidérmicas Adaxiales	Área de células exodérmicas	Área de células epidérmicas
Grosor de cutícula Abaxial	Grosor del córtex	Área de células irregulares
Grosor de cutícula Adaxial	Grosor del estele	Alto de haces vasculares
Alto de células epidérmicas Abaxiales		Ancho de haces vasculares
Ancho de células epidérmicas Abaxiales		Grosor de cutícula
Área de células epidérmicas Abaxiales		
Grosor del mesófilo		
índice estomático		
Largo de células oclusivas		

Tabla1. Variables anatómicas cuantitativas de hoja, raíz y psedobulbo.

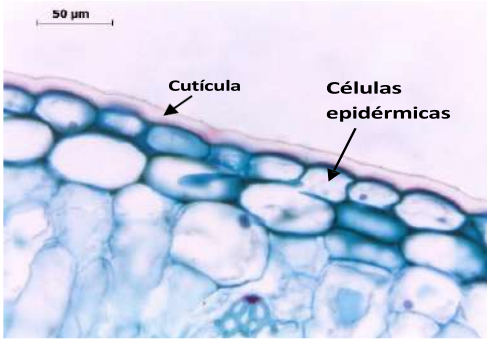
Los análisis estadísticos se realizaron en Rstudio versión 2025 en el que se utilizó el análisis estadístico descriptivo mediante comandos en R, se obtuvieron datos de la media, mediana, desviación estándar y frecuencias. Posterior a esto, se realizaron gráficas con los datos obtenidos.

Resultados

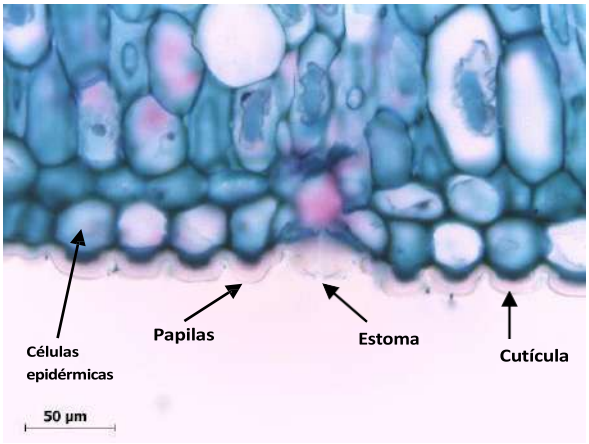
Hoja

Región media: cutícula adaxial ligeramente estriada, células epidérmicas adaxiales distribuidas en hileras (Imagen 1), grosor de cutícula abaxial de 2.8μm a 30.3μm (Imagen 2), grosor de cutícula adaxial de 6.7μm a 30.9μm (Imagen 1), área de células epidérmicas abaxiales de 270.2 μm^2 a 1681.3 μm^2 (Imagen 2), área de células epidérmicas adaxiales de 282.3 μm^2 a 1618.6 μm^2 (Imagen 1).

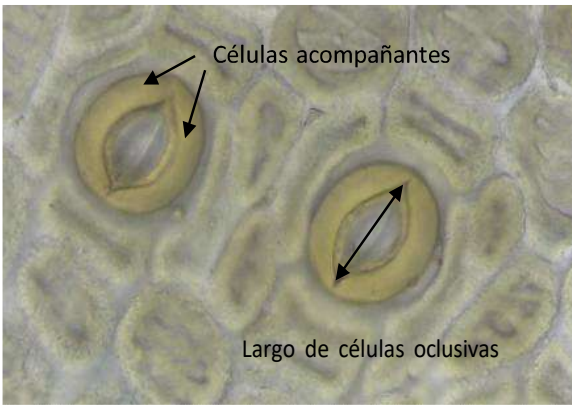
Papilas presentes en la epidermis abaxial (Imagen 2), largo de las células oclusivas es de 4.2μm a 7.6μm (Imagen 3), la cámara subestomática es conspicua (Imagen 4), las estomas están semi-hundidos (Imagen 4). Índice estomático de 4.1 (Imagen 3), alto de células epidérmicas adaxiales de 14μm a 47.8 μm (Imagen 1), alto de células epidérmicas abaxiales de 18.4μm a 39.6μm (Imagen 2), ancho de células epidérmicas abaxiales de 12.9μm a 53.4μm



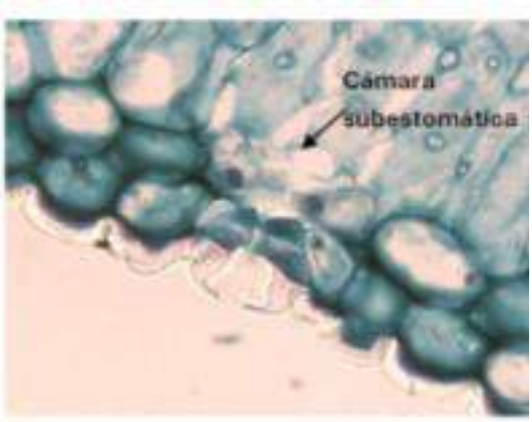
Fotografía 1. Epidermis adaxial: cutícula, células epidérmicas, hipodermis



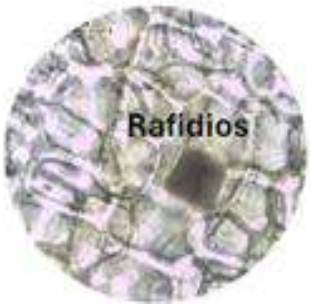
Fotografía 2. Epidermis abaxial 40x, células epidérmicas, cutícula, papilas, estoma en vista transversal, células oclusivas, cámara subestomática.



Fotografía 3: Preparación de epidermis, estomas, células oclusivas, largo de células oclusivas.



Fotografía 4: Corte transversal cutícula abaxial, células oclusivas, células acompañantes, cámara subestomática.



Fotografía 5: preparación de epidermis, rafidios.

En las preparaciones de epidermis se pudo observar la presencia de cristales de oxalato de calcio formados por rafidios con forma de agujas.

Tejido fundamental: hipodermis presente en la hoja, se ubica tanto en la superficie adaxial como abaxial, cuenta con un estrato de hipodermis abaxial y un estrato de hipodermis adaxial. La forma de las células de la hipodermis adaxial es oblonga generalmente. Forma de las células de la hipodermis abaxial es poligonal isodiamétrica. Paredes celulares gruesas en la hipodermis adaxial. El tipo de paredes en la hipodermis adaxial y abaxial es celulósica; la distribución de la hipodermis adaxial y abaxial es continua.

Mesófilo: El grosor del mesófilo es de 601.5 □m a 1843.7 □m. Mesófilo homogéneo, parénquima en empalizada abaxial y adaxial, la región basal del mesófilo es homogéneo, presencia de fibras extravasculares con varios estratos, cuatros tipos de haces vasculares presentes en el mesófilo (Imagen 6 y 8).

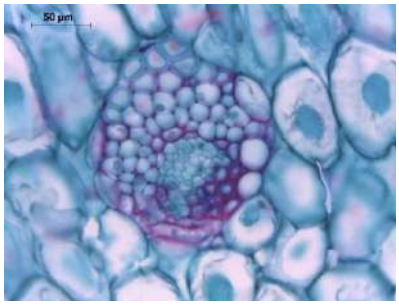
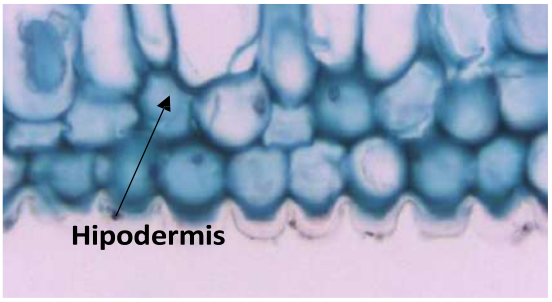


Imagen 6: haz vascular en un objetivo de 40x, en el mesófilo de un corte transversal



Fotografía 7: Hipodermis de la epidermis abaxial en un objetivo de 40x

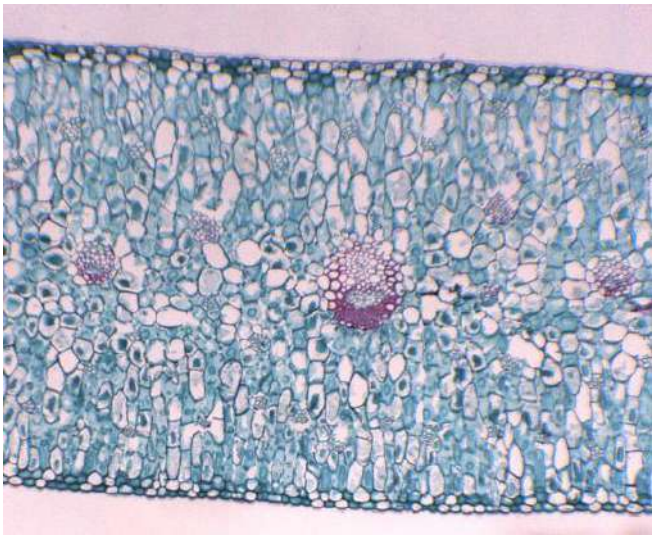


Imagen 8: Corte transversal del Mesófilo, presencia de haces vasculares, fibras estravasculares, parénquima en empalizada, 4x.

Variable	Media ± D.E. (min-max) Hoja n=600
Alto células epidérmicas Abaxiales	28.7 ± 3.9 (18.4- 39.6)
Alto células epidérmicas Adaxiales	25.4 ± 4.1 (14-47.8)
Ancho células epidérmicas Abaxiales	30.8 ± 6.4 (12.9-53.4)
Ancho células epidérmicas Adaxiales	33.2 ± 6.8 (16.7- 58.3)
Área células epidérmicas Abaxiales	753.2 ± 195.3 (270.2-1681.3)
Área células epidérmicas Adaxiales	746.8 ± 186.2 (282.3-1618.6)
Grosor de cutícula Abaxial	8.5 ± 3 (2.8 - 30.3)
Grosor de cutícula Adaxial	12.7 ± 3 (6.7-30.3)
Grosor Mesófilo	1290.5 ± 200.1 (601.5-1843.7)
Índice estomático	29.7 ± 4.1 (21.8-37.5)
Largo de células oclusivas	6.1 ± 1.1 (4.2-7.6)

Tabla 2. Resumen de datos estadísticos de Hoja.

Raíz

La raíz presenta un estele con un arreglo de los haces vasculares típico de una cotiledónea (Imagen 11), que forman un anillo y en el centro una médula, el estele tiene un grosor de 715.4 μm. El grosor del velamen es de 663.5μm a 749.9μm (Imagen 10) esto se debe a que *Laelia gouldiana* es una planta que vive en un ambiente en el que debe almacenar agua, el grosor del córtex es de 553.2μm a 883.7μm (Imagen 10). las células exodérmicas tienen un alto de 37μm a 66.8μm, un ancho de 13.6μm a 39.6μm, el área de células exodérmicas es de 550.5μm^2 a 1752.3 μm^2 (Imagen 10).

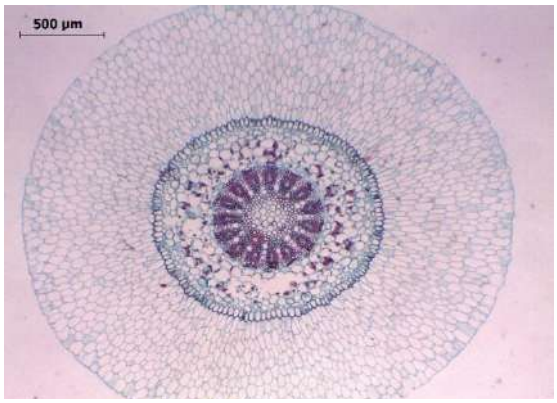


Imagen 9: Corte transversal de la raíz

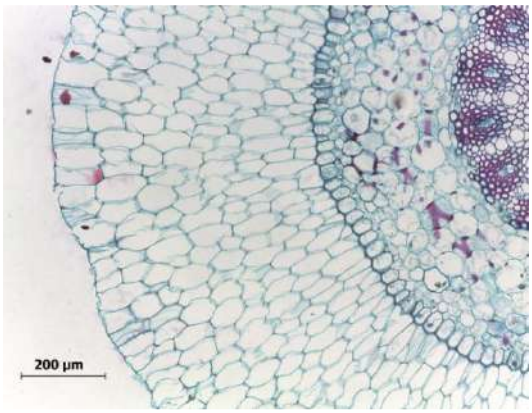


Imagen 10: Corte transversal de raíz a un objetivo de 40x, velamen, córtex.

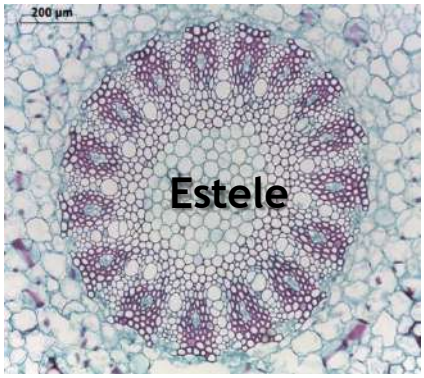


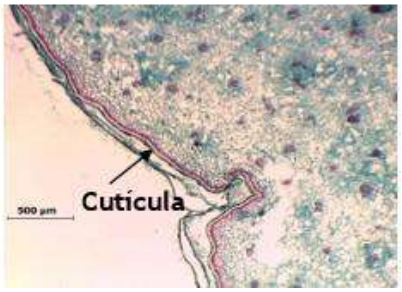
Imagen 11: Estele en corte transversal en un objetivo de 10x.

Variable	Media ± D.E. (min-max) Raíz n=150
Alto células exodérmicas	51.8 ± 1 (37- 66.8)
Ancho células exodérmicas	26.8 ± 0.9 (13.6 - 39.6)
Área células exodérmicas	1147 ± 58.9 (550.5- 1752.3)
Grosor del córtex	395.1 ± 20.3 (353.6- 436.5)
Grosor del velamen	711.5 ± 28.1 (663.5- 749.9)
Grosor del estele	715.4 ± 5.3 (553.2- 883.7)

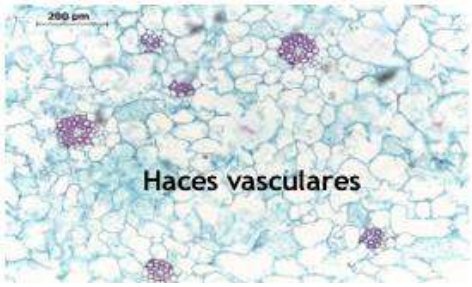
Tabla 3. Resumen de datos estadísticos de Raíz.

Psedobulbo

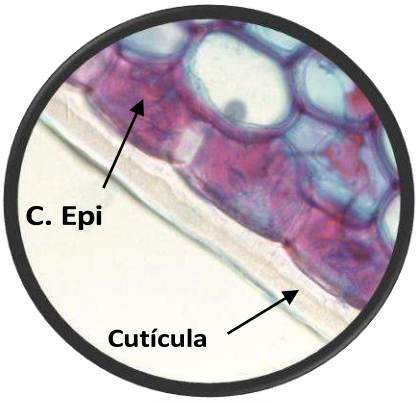
El pseudobulbo presenta una cutícula con un grosor de 9.5μm a 25.2μm (Imagen 12), en la zona epidérmica las células tienen forma oblonga, con un alto de células de 17μm a 37.6μm, un ancho de células epidérmicas de 19μm a 62.9μm, el área es de 389.3μm^2 a 1656,3μm^2 (Imagen 14). Los haces vasculares están distribuidos en todo el corte transversal. Las células presentan formas irregulares, ya que al ser una planta xerofita las células almacenan agua y esto provoca que se deformen (Imagen 13).



Fotografía 12: Corte transversal de pseudobulbo con un objetivo de 4x.



Fotografía 13: Haces vasculares presentes en corte transversal, presencia de células irregulares.



Fotografía 14: Objetivo 40x; células epidérmicas, cutícula, hipodermis.

Tabla 4. Resumen de datos estadísticos descriptivos de pseudobulbo.

Variable	Media ± D.E. (min-max) Pseudobulbo =90
Alto haces vasculares	128.9 ± 66.7 (48-382.2)
Ancho haces vasculares	104.3 ± 46.6 (36.2- 383.2)
Ancho células irregulares	4379.6 ± 3621.9 (1185.5-18839.1)
Grosor cutícula	15.9 ± 3.0 (9.5-25.2)

Se logró describir los caracteres anatómicos de hoja, raíz y pseudobulbo de *Laelia gouldiana* mediante preparaciones histológicas obtenidas con microtecnia tradicional. Las características de la anatomía de hoja, raíz y pseudobulbo de *Laelia gouldiana* aportan información valiosa para la taxonomía y conservación del género *Laelia.* La anatomía de *Laelia gouldiana* refleja las adaptaciones que la especie ha sufrido para sobrevivir a su ambiente. La presente investigación servirá de base para futuras investigaciones sobre el manejo, conservación y taxonomía del género *Laelia*.

Bibliografía citada

Arditti, J. (1992). Fundamentals of orchid biology. *J. Wiley anda Sons*.

Castillo Pérez, L. J., & Carranza Alvarez, C. (2019). Cómo crecen y se relacionan las orquídeas. *ResearchGate*, 18-23. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335001494_Como_crecen_y_se_relacion an_las_orquideas

Curtis, K. (1917). The anatomy of the six epiphytic species of the New Zealand Orchidaceae. *Annals of Botany* , 31: 133-149. Obtenido de https://www.jstor.org/stable/43236228?casa_token=ECuyMM_q9sYAAAAA%3AWZ yz83xNa1jc2fmoZVdw6C0IzmDeHu-Khi1yx7mADqIpB1_XAR5uTHNhE5tUuR8jDu3zOYn0QjfnLS7ezxuPRVHNSvjkUvp USuF9Oruur-y4t82yO504ng&seq=2

Halbinger, F., & Soto, M. (1997). *LAELIAS OF MÉXICO.* México City. Obtenido de https://www.herbarioamo.org/index_archivos/Orquidea(Mex.)15.pdf

Lawton, J. R., Hennessy, E. F., & Hedge, T. A. (1992). Morphology and ultrastructure of the leaf of three species of Paphiopedilum (Orchidaceae). Lindleyana. 199-205.

Moller, J., & Rasmussen, H. (1984). Stegmata in Orchidales: character state distribution and polarity . *Bot. Journal of Linnean Society*, 53-76.

O´Brien, T., & McCully, M. (1981). *The study of plant structure principles and selected methods.* Obtenido de https://www.jstor.org/stable/1219725?origin=crossref&seq=1

Priedgeon, A. (1981). Absorbing trichomes in the Pleurothallidinae (Orchidaceae). *American Journal of Botany*, 64-71.

Priedgeon, A. (1982). Diagnostic anatomical characters in the Pleurothallidinae (Orchidaceae). *America Journal of Botany* , 921-938.

Priedgeon, A. (1986). Anatomical adaptations in Orchidaceae. Lindleyana . 90-101.

Rudall, P. (1992). Anatomy of Flowering Plants. An introducction to structure and development. 110.

Sandoval, E. (2005). *Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal.* Obtenido de /TECNICAS%20APLICADAS%20AL%20ESTUDIO%20DE%20LA%20ANATOMIA%20VEGETAL%20

Swamy, B. (1948). Vascular anatomy of orchid flowers. *Botanical Museum Leaflets*, 13:61.95. Obtenido de https://www.jstor.org/stable/41762103?casa_token=NesmJJTEVLUAAAAA%3Ag01 h81V1bNc9HnAy_EZFkjEk4VBl8muR53LOx-a0Loc-Apzlwenxc70RlinCFjQ0ee7baUz2-HjaoppnJdWLv63es2IY_pNa-p83ZLKrdoCFRo83RMLHqQ&seq=1

Tellez Velasco, M. d. (2011). *ANALISIS DEL DIAGNÓSTICO DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE EN MÉXICO.* Texcoco, Estado de México, México. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225080/Analisis_del_diagnostico_ de_la_familia_orchidaceae_en_mexico.pdf

Evaluación del potencial antioxidante de la cáscara de cacao: Una alternativa sostenible para la industria alimentaria y farmacéutica.

María Guadalupe Villafuerte Salazar[1], Holber Zuleta Prada[2], Teodoro Espinosa Solares[1]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo,
[2]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo
qa.mgvs@outlook.com

Introducción

La cáscara de cacao o concha de cacao, también llamada cocoa pod husk (CPH) por sus siglas en inglés, es la parte externa del fruto (exocarpo), la cual se caracteriza por ser áspera, oval y relativamente gruesa, constituye el principal subproducto que se obtiene después de la eliminación de las semillas y representa del 70-75% del peso de la fruta fresca (Lu et al., 2018). Este porcentaje sin aprovechar repercute negativamente en los ámbitos, económico, social y ambiental, por ello, es necesario realizar estudios cualitativos y cuantitativos que permitan determinar la viabilidad de su uso como ingredientes alimenticios u otras aplicaciones dándoles así un valor agregado.

La CPH puede presentar diferentes colores dependiendo la especie y variedad, caracterizándose por ser color verde para la especie Forastero, rojo para la especie Criollo y colores variables para la especie Trinitario (hibrido entre Forastero y Criollo) y de las cuales a su vez se desprenden otras variedades, como lo es la variedad Carmelo. De acuerdo con Campos-Vega et al. (2018), la composición química de la CPH está dada por celulosa (35%), hemicelulosa (11%), lignina (14,6%), cenizas (9,1%), pectina (6,1%), proteínas (5,9 %), minerales (0,32 % Ca, 3,18 % K, 0,15 % P) y un contenido fenólico de 4.6-6.9 g GAE $100g^{-1}$ de biomasa seca.

Los antioxidantes son sustancias que retardan o inhiben de forma significativa la oxidación de otras moléculas, generando un efecto neutralizador, lo

que les impide causar daño. Entre los principales antioxidantes, se encuentran los compuestos fenólicos que constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, que se caracterizan por presentar un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilos y abarcan más de 8000 compuestos distintos, entre ellos los flavonoides, cumarinas, crómenos y benzofuranos (Belitz, 1988), los cuales han demostrado poseer importante actividad antioxidante. En los últimos años, los polifenoles, han ganado gran interés debido a sus múltiples beneficios asociados a la salud humana tales como su actividad antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria, antidiabética, anticancerígena, antienvejecimiento y su capacidad neuro-protectora, entre otras (Bravo, 1998).

En la cáscara de cacao, se pueden encontrar taninos, antocianinas y proantocianidinas, conocidos por su fuerte actividad antioxidante (Joki´c et al., 2018). Los estudios hasta ahora realizados señalan contenidos muy variables en cuanto a actividad antioxidante, así como en la cantidad de polifenoles totales, con respecto a estos últimos, se han reportado valores que van desde 207 mg de ácido gálico equivalente (EAG) hasta 6.9 g 100 g^{-1} de biomasa seca (Ordoñez et al, 2019; Valadez-Carmona et al., 2017; Vandenberghe et al., 2022)

En este sentido, es necesario buscar y aprovechar nuevas fuentes naturales de antioxidantes, es por ello que en este trabajo y dada la escasa información sobre el contenido de fenoles y actividad antioxidante de las cascaras de cacao mexicano, se tuvo por objetivo determinar y comparar el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante en dos extractos diferentes de cascaras de cacao provenientes de dos variedades (Carmelo y Trinitario), que se cultivan en el municipio de Cunduacán, Tabasco, para contribuir con conocimientos y con la valorización de este subproducto residual.

Materiales y Métodos

Recolección de muestras y obtención de extractos

Las cáscaras de cacao frescas se recolectaron en un Rancho ubicado en

el municipio de Cunduacán, Tabasco, se les retiro las semillas y se dejaron secar por exposición indirecta al sol durante 2.5 semanas, posteriormente se molieron y tamizaron hasta obtener un tamaño de partícula igual a 0.35 mm. Para la obtención de extractos metanólicos, se pesó 1 g de cada muestra (por triplicado), se le adiciono 10 mL de metanol al 80% y se ajustó el pH= 3, la muestra se llevó a vórtex durante 5 min, después se sónico durante 15 min, luego se llevó a agitación durante 30 min y finalmente se centrifugo la muestra a 4000 rpm/15 min para recuperar el sobrenadante y ajustar nuevamente el volumen a 10 mL. En el caso de los extractos etanólicos se utilizó etanol puro, grado reactivo y no se ajustó el pH, el resto del procedimiento fue el mismo.

Determinación de fenoles y flavonoides totales

El contenido de fenoles se realizó mediante el método colorimétrico de Folin- Ciocalteu reportado por Singleton y Rossi (1965) con algunas modificaciones. Para la curva patrón se utilizó ácido gálico en concentraciones de 0,01 a 0.9 mg mL^{-1}. Se tomo 25 µL de las muestras y se les adiciono 125 µL de agua destilada, 20 µL de solución Folin Ciocalteau al 1% y 30 µL de Na_2CO_3 al 20% y se mantuvo en obscuridad durante 30 min a temperatura ambiente, para posteriormente realizar las lecturas a 760 nm en el lector de microplacas Biotek. El contenido de polifenoles se reportó en mg de ácido gálico (EAG) g^{-1} de muestra seca.

El contenido de flavonoides totales en los extractos fue determinado de acuerdo con la metodología reportada por Kubola & Siriamornpun (2011). En tubos eppendorf se adiciono 0.5 mL del extracto de la muestra, con 2.5 mL de agua destilada, 0.15 mL de $NaNO_3$ al 5%, se dejó reposar durante 6 minutos y posteriormente se adicionó 0.3 mL de $AlCl_3*6H_2O$ al 10%, se dejó reposar durante 5 minutos y finalmente se adiciono 1mL de NaOH al 5%, se mezcló y agito durante 3 minutos y se tomó 200 µL para su lectura directa en microplaca a una longitud de onda de 510 nm. Para la curva de calibración se usaron soluciones de catequina entre 6.4 $x10^{-4}$ a 0.03 mg mL^{-1}. El contenido de flavonoides totales se

reportó en mg equivalentes de catequina (EC) g^{-1} muestra seca.

Determinación de actividad antioxidante reductora de Fe^{3+}: FRAP

En las microplacas se colocó un volumen de 20 µL de las muestras, se les adiciono 180 µL del reactivo FRAP (2.5 mL de la disolución 2,4,6-tripiridil-s-triazina a una concentración de 10 µM en HCl 40 mM; 2.5 mL de $FeCl_3$ 20 µM y 25 mL de buffer acetato 0.3 µM a un pH de 3.6) y con 60 µL de agua destilada. Después de 10 minutos, se leyó la absorbancia a 593 nm (en el lector de microplacas Biotek). Se utilizó una curva de calibración de equivalentes de Trolox con una concentración de 3.8 a 46.1 µM mL^{-1}. Las actividades de los extractos se expresaron como µmol Equivalentes de Trolox (ET) g^{-1} muestra.

Determinación de actividad antioxidante por inhibición del radical ABTS°+

Capacidad de inhibir radical libre 2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolino-6-ácidosulfonico) (ABTS°+): El radical ABTSº+ se forma tras la reacción de ABTS (7mM) con persulfato potásico (K_2S2O_8) (140mM, concentración final) incubados a temperatura ambiente y en oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical ABTSº+ se diluyó con metanol hasta obtener un valor de absorbancia entre 0.7 a 1.2. Para las muestras se tomó 20 µl de cada una y 180 µl de solución ABTS, las muestras se dejaron tapadas a obscuridad durante 10 min para posteriormente leer la absorbancia a 734 nm. Los resultados se expresaron como µmol Equivalentes de Trolox g^{-1} de muestra seca.

Análisis estadístico

Todas las mediciones se realizaron por triplicado de manera independiente, usando un diseño completamente al azar. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de datos se realizó con ayuda del paquete estadístico MiniTab Ver 9.0.

Discusión de resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para el contenido fenoles totales, en donde se observa que el mayor contenido lo presentaron los extractos metanolicos de CPH Carmelo y CPH Trinitario con contenidos de 23.24-24.29 mg EAG g^{-1} de muestra respectivamente, sin presentar diferencias significativas entre variedades, pero si entre extractos, ya que el contenido de fenoles totales resulto ser menor para los extractos etanólicos de ambas variedades con valores que van desde 3.17-3.48 mg EAG g^{-1}. Estos contenidos de fenoles son representativos y se encuentran dentro del rango de datos reportados para cascaras de cacao que van desde 2.1-150.9mg EAG g^{-1} muestra seca, de acuerdo con Shinta et al (2022), quienes estudiaron la variable contenido fenólico reportado en las muestras de cascara de cacao atribuyéndolo en gran parte a los solventes, los tiempos, las temperaturas o calentamientos empleados en la obtención de los extractos. Por su parte, Valadez Carmona et al 2017, reporta un contenido de 3.23 mg EAG g^{-1} en cascaras de cacao frescas y cuyo contenido incrementa significativamente tras emplear diferentes métodos de deshidratación térmica esto debido a que los compuestos fenólicos están presentes principalmente en forma de estructuras polimerizadas, además de estar unidos a las paredes celulares, por lo que el tratamiento térmico puede contribuir a la liberación de estos compuestos fenólicos al romper enlaces y estructuras celulares.

Tabla 1. Contenido de fenoles totales

Concentración de fenoles totales en cáscara de cacao en extractos metanólicos*		**Concentración de fenoles totales en cáscara de cacao en extractos etanólicos***	
CPH Carmelo	CPH Trinitario	CPH Carmelo	CPH Trinitario
23.24 ± 1.03^{a}	24.29 ± 1.97^{a}	3.48 ± 0.30^{b}	3.17 ± 0.28^{b}

*El contenido de fenoles totales (CFT) se expresa como mg equivalentes de ácido gálico (EAG) g^{-1} muestra seca. Los valores representan la media de tres repeticiones ± la desviación estándar (DE); ^{a,b} letras diferentes por fila significa que existen diferencias significativas entre variedad y/o entre extractos para cada determinación.

En lo que respecta al contenido de flavonoides, los resultados se muestran en la Tabla 2, en donde se puede destacar que sí existieron diferencias significativas entre variedades para el caso de los extractos metanolicos con valores de 1.07-1.91 mg EC g^{-1}, atribuyendo el mayor contenido a las cascaras provenientes de la variedad Carmelo, estos valores obtenidos se asemejan a lo reportado por Valadez-Carmona et al. (2017) para cascaras de cacao, con un valor de 0.97mg EE g^{-1}, mientras que para los extractos etanolicos no existió diferencia significativa entre variedades pero sí entre extractos, al presentar un contenido sumamente inferior al de los extractos metanolicos, esto puede atribuirse a que se utilizó catequina como referencia para la determinación de flavonoides, lo cual limita la posibilidad de cuantificar otros flavonoides presentes en la cascara de cacao como lo son la epicatequina, la quercetina y algunas proantocianidinas (Valadez-Carmona et al. 2017; Shinta et al. 2022), las cuales al estar en forma condensada es probable que no sean cuantificables mediante esta metodología y el solvente empleado, pues al tratarse de compuestos polares se deben emplear solventes de mayor polaridad.

Tabla 2. Contenido de Flavonoides

Concentración de flavonoides en cáscara de cacao en extractos metanólicos		**Concentración de flavonoides en cáscara de cacao en extractos etanólicos**	
CPH Carmelo	CPH Trinitario	CPH Carmelo	CPH Trinitario
1.91 ± 0.26^{a}	1.07 ± 0.18^{b}	0.05 ± 0.01^{c}	0.06 ± 0.01^{c}

El contenido de flavonoides totales se expresa como mg equivalentes de catequina (EAG) g^{-1} muestra seca. Los valores representan la media de tres repeticiones ± la desviación estándar (DE); ^{a,b} letras diferentes por fila significa que existen diferencias significativas entre variedad y/o entre extractos para cada determinación.

Finalmente, los resultados de la actividad antioxidante presentada en las cascaras de cacao se muestran en la Tabla 3, en donde nuevamente se observa diferencias significativas entre los dos extractos, correspondiendo la mayor actividad antioxidante debida a la eficiencia de inhibición del radical $ABTS^{+}$ a los

extractos metanólicos tanto de la variedad Carmelo como la de la variedad Trinitario, entre las cuales no existió diferencia significativa y los valores se encontraron entre 2973.62 y 2570.91 µmol ET g^{-1}, estos valores son significativamente superiores a lo reportado por Valadez-Carmona et al. (2017), con un valor de 30.6 µmol ET g^{-1}, lo cual se atribuye a la baja selectividad del radical ABTS+ ya que reacciona con cualquier compuesto aromático hidroxilado, independientemente de su potencial antioxidante real (Gülçin, 2011), aunque también se asocia al importante contenido fenólico que presentaron las cascaras, lo que nos indica que en efecto la cascara de cacao es rica en compuestos antioxidantes.

Tabla 3. Actividad antioxidante de los extractos metanólicos y etanólicos de las cáscaras de cacao.

EXTRACTOS METANÓLICOS		EXTRACTOS ETANÓLICOS	
ABTS TEAC[1] ± DE (µmol g^{-1})		ABTS TEAC[1] ± DE (µmol g^{-1})	
Carmelo	Trinitario	Carmelo	Trinitario
2973.62 ± 248.83[a]	2570.91 ± 361.55[a]	203.79 ± 12.99[b]	146.86 ± 13.15[c]
FRAP TEAC[1] ± DE (µmol g^{-1})		FRAP TEAC[1] ± DE (µmol g^{-1})	
Carmelo	Trinitario	Carmelo	Trinitario
159.45 ± 21.47[a]	272.19 ± 18.58[b]	18.07 ± 1.50[c]	15.15 ± 1.81[c]

[1] Capacidad antioxidante en equivalentes Trolox. Los valores representan la media de tres repeticiones ± la desviación estándar (DE); [a,b,c] letras diferentes por fila significa que existen diferencias significativas entre variedad y/o entre extractos para cada determinación.

En lo que respecta a los resultados del ensayo FRAP, sabemos que esta determinación se basa en la habilidad de los compuestos fenólicos para reducir Fe^{3+} a Fe^{2+} en presencia de 2,4,6-tripiridil-s-triazina, cuya reducción se encuentra acompañada de la formación de un complejo coloreado de Fe^{2+}. Los valores de la actividad antioxidante FRAP se encontraron entre 15.15 y 272.19 µmol de ET g^{-1} correspondiendo los valores más altos a los extractos metanólicos, encontrando diferencias significativas entre variedades y entre extractos, estos resultados se relacionan con los mostrados anteriormente para el contenido fenólico y la actividad antioxidante (ABTS).

Conclusiones

En el presente trabajo se determinó el contenido de fenoles, flavonoides totales y capacidad antioxidante mediante métodos espectrofotométricos de cascaras provenientes de dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L. var. Carmelo y *Theobroma cacao* L. var. Trinitario). Los resultados indican que los extractos metanolicos de ambas muestras presentan el mayor contenido tanto de fenoles, como de actividad antioxidante, siendo esta última muy por encima de lo reportado hasta ahora en la literatura, de tal manera que dado el relativamente alto contenido de fenoles, la alta capacidad antioxidante y por su origen natural, las cascaras de cacao pueden ser utilizadas potencialmente como nutraceúticos, generando un valor agregado y así ayudar a disminuir los impactos negativos de la misma sin aprovechar. Como perspectiva se propone buscar condiciones óptimas de extracción para obtener un mayor porcentaje de compuestos fenólicos y, por ende, incrementar la capacidad antioxidante de las cascaras de cacao.

Referencias

Belitz, H.D.; Grosch, W. (1988). Química de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza.

Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutricional significance. *Nutr. Rev*. 56: 317 - 333.

Campos-Vega, R., Nieto-Figueroa, K. H., & Oomah, B. D. (2018). Cocoa (Theobroma cacao L.) pod husk: renewable source of bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology, 81*, 172–184.

Gülçin, İ. (2011). Antioxidant activity of food constituents: An overview. *Archives of Toxicology*, *86*(3), 345–391. https://doi.org/10.1007/s00204-011-0774-2

Joki´c, S.; Gagi´c, T.; Knez, Z.; Šubari´c, D.; Škerget, M. (2018). Separation of active compounds from food by-product (cocoa shell) using subcritical water extraction. *Molecules* 23: 1-17.

Kubola, J. & Siriamornpun, S. (2011). Phytocehmicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thaic gac (Momordica cochinchinensis Spreng). *Food Chemistry*, 127, 1138-1145.

Lu F., Rodríguez G., Van D.I., Westwood J.N., Shaw L., Robinson S.J., Warren G., Chatzifragkou A., Mason M.S., Gomez L., Faas L. (2018). Valorisation strategies for cocoa pod husk and its fractions. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 14: 80-88.

Ordoñez, E.S; Leon-Arevalo, A.; Rivera-Rojas, H.; Vargas, E. (2019). Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (Theobroma cacao L.), tuna (Opuntia ficus indica Mill), uva (Vitis Vinífera) y uvilla (Pourouma cecropiifolia). *Scientia Agropecuaria* 10(2): 175 – 183.

Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetric of total phenolic whit phosphomolybdic-phosphotungstic acid regents. *American Journal of Enology and Viticulture,* 16(3), 144-158.

Shinta R. Dewi, Lee A. Stevens, Amy E. Pearson, Rebecca Ferrari, Derek J. Irvine, Eleanor R. Binner. (2022). Investigating the role of solvent type and microwave selective heating on the extraction of phenolic compounds from cacao (Theobroma cacao L.) pod husk. *Food and Bioproducts Processing*, 134: 210-222

Valadez-Carmona, L., Plazola-Jacinto, C.P., HernándezOrtega, M., Hernández-Navarro, M.D., Villarreal, F., Necoechea-Mondragón, H., Ceballos-Reyese, G. (2017). Effects of microwaves, hot air and freezedrying on the phenolic compounds, antioxidant capacity, enzyme activity and microstructure of cacao pod husks

(Theobroma cacao L.). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 378- 386.

Vandenberghe L.P.S., Valladares-Diestra K.K., Bittencourt G.A., Murawski de Mello A.F., Vásquez S.Z., ´Zwiercheczewski de Oliveira P., Pereira V.G., Soccol C.R. (2022). Added-value biomolecules' production from cocoa pod husks: A review. *Bioresource Technology 344*: 126252.

Yapo, B., Besson, V., Koubala, B., & Koffi, K. (2013). Adding Value to Cacao Pod Husks as a Potential Antioxidant-Dietary Fiber Source*. American Journal of Food and Nutrition*, 28-16.

Nanopartículas de dióxido de silicio en el color de fresa

Disraeli Eron Moreno-Guerrero, Erika Janet Zamora Macorra, Diana Guerra Ramírez.

Universidad Autónoma Chapingo. dmorenog@chapingo.mx

Introducción

La producción de frutillas en México ha tomado gran importancia, especialmente el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en el mercado nacional e internacional, por considerarse un cultivo que es fuente de compuestos fenólicos representados por flavonoides seguidos de taninos hidrolizables y finalmente los ácidos fenólicos (Aaby *et al.*, 2012). Una innovación en la producción de fresa, es el uso de la nanotecnología agrícola, que es una tecnología, ciencia e ingeniería destacando que, la nanociencia es el estudio de estructuras en escalas de nanómetros que van entre 1 y 100 nm (Phogat *et al*., 2018). La aplicación de nanopartículas de dióxido de silicio ($NPsSiO_2$) mejoran indicadores de calidad en diversos frutos de plantas superiores mediante la eficientización de procesos metabólicos como fotosíntesis y respiración. El uso de $NPsSiO_2$ se considera un enfoque más eficaz para gestionar el suministro de nanobioestimulantes inorgánicos en plantas destacando que, con los bioestimulantes convencionales existe una aplicación en exceso que no se aprovecha de manera óptima y que en consecuencia, afecta negativamente al medio ambiente (Li *et al*., 2023). El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de nanopartículas de dióxido de silicio en el indicador de calidad de color en fresa cultivar Albión.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo de enero a mayo del año 2025 en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de

México. Para dicho experimento se colocaron 75 bolsas negras para vivero 30 x 30 cm usando como sustrato al tezontle y se instaló un sistema hidropónico abierto y se utilizó fresa cultivar Albión estableciendo un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) estableciendo 5 bloques con 5 tratamientos donde se ensayó cada tratamiento 3 veces para el experimento de aplicación de nanopartículas de dióxido de silicio vía raíz dando un total de 75 unidades experimentales.

La nutrición de las plantas se realizó en base a la solución nutritiva universal de Steiner (1984). La aplicación de nanopartículas de dióxido de silicio consistió en 5 tratamientos que fueron 0, 100, 150, 200 y 250 mg L^{-1} aplicados en 7 intervalos diferentes, es decir, a los 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77 y 88 días después del inicio de tratamientos. La determinación de la colorimetría (Luminosidad, ángulo de tono HUE e índice de saturación CHROMA) se realizó a los 90 días después del inicio de tratamientos con un colorímetro General Colorimeter MeterTo® modelo JZ-300-China.

Resultados

El indicador de calidad de colorimetría luminosidad mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El tratamiento que obtuvo mayor luminosidad (36.69) se alcanzó con plantas suministradas con 250 mg L^{-1} $NPsSiO_2$ vía raíz efectuándose un incremento de 33.95 % en comparación con el testigo (Cuadro 1). Sánchez-Navarro *et al.* 2021 en lilis descubrió que, aplicaciones de 1000 mg L^{-1} $NPsSiO_2$ activaron la síntesis de compuestos antioxidantes que desaceleraron la actividad de las enzimas poligalacturonasas en paredes celulares prolongando y acentuando la luminosidad. Por otra parte, el tratamiento que tuvo mayor ángulo de tono Hue (36.99) se logró con plantas suministradas con 200 mg L^{-1} $NPsSiO_2$ vía raíz generándose un aumento de 36.49 % en comparación con el testigo (Cuadro 1). Kassem *et al*. 2022 en mango halló que, aplicaciones de nanopartículas de dióxido de silicio en 10000 mg L^{-1} disminuyeron la respiración, lo

que ralentizó las actividades metabólicas y enzimáticas retardando la maduración mediante la inhibición del regulador de crecimiento etileno reflejándose en mayor ángulo de tono HUE. Consecuentemente, el tratamiento que obtuvo mayor índice de saturación CHROMA se alcanzó con plantas suministradas con 200 mg L^{-1} $NPsSiO_2$ vía raíz efectuándose un aumento de 97.46 % en comparación con el testigo (Cuadro 1). Zahedi *et al*. 2020 en fresa encontró que, aplicaciones de 100 mg L^{-1} $NPsSiO_2$ evitan el daño oxidativo mediante la disminución de especies reactivas de oxígeno que, se denota en un aumento de los niveles de clorofila, fenoles y carotenoides resultando en mayor cromaticidad.

Cuadro 1. Indicadores de calidad de luminosidad, ángulo de tono HUE e índice de saturación en fresa cultivar Albión, asperjado con 0, 100, 150, 200 y 250 mg L^{-1} $NPsSiO_2$, a los 90 días después del inicio de tratamientos.

Tratamientos (mg L^{-1} $NPsSiO_2$)	Luminosidad	Ángulo de tono HUE	Índice de saturación (CRHOMA)
0	27.39 ± 0.56 d	27.10 ± 1.01 c	18.56 ± 0.74 e
100	31.19 ± 0.56 c	31.18 ± 1.08 b	21.73 ± 0.45 d
150	31.60 ± 0.43 bc	31.22 ± 0.58 b	26.21 ± 0.57 c
200	32.93 ± 0.34 b	36.99 ± 1.31 a	36.65 ± 0.78 a
250	36.69 ± 0.60 a	33.55 ± 0.82 b	29.54 ± 0.69 b
R^2	0.849	0.622	0.918
CV	4.087	8.164	7.322

Medias ± DE con letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). $NPsSiO_2$ = nanopartículas de dióxido de silicio.

Conclusiones

El efecto de la evaluación de la aplicación de las concentraciones de 200 y 250 mg L^{-1} de nanopartículas de dióxido de silicio tuvieron un efecto positivo en el indicador de calidad de color, específicamente en la luminosidad, ángulo de tono HUE e índice de saturación CHROMA respectivamente, en fresa cultivar Albión debido a la generación de respuestas bioquímicas, fisiológicas y agronómicas.

Bibliografía citada

Aaby, K., Mazur, S., Nes, A., and Skrede, G. (2012). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. *Food chemistry*, 132(1), 86-97. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.037

Kassem, H. S., Tarabih, M. E., Ismail, H., and Eleryan, E. E. (2022). Influence of nano-silica/chitosan film coating on the quality of 'Tommy Atkins' mango. *Processes*, 10(2), 279. https://doi.org/10.3390/pr10020279

Li, Y., Xi, K., Liu, X., Han, S., Han, X., Li, G., Yang, L., Ma, D., Fang, Z., Gong, S., Yin, J., and Zhu, Y. (2023). Silica nanoparticles promote wheat growth by mediating hormones and sugar metabolism. *Journal of Nanobiotechnology*, 21(1) ,2. https://doi.org/10.1186/s12951-022-01753-7

Phogat, N., Kohl, M., and Uddin, I. (2018). Interaction of Nanoparticles With Biomolecules, Protein, Enzymes, and Its Applications, *Precision Medicine,* 11(2018), 253- 276. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805364-5.00011-1

Sánchez-Navarro, J. F., González-García, Y., Benavides-Mendoza, A., Morales-Díaz, A. B., González-Morales, S., Cadenas-Pliego, G., García-Guillermo, M. S. and Juárez-Maldonado, A. (2021). Silicon nanoparticles improve the shelf

life and antioxidant status of lilium. *Plants*, 10(11), 2338. https://doi.org/10.3390/plants10112338

Steiner A. A. (1984). The universal nutrient solution. Proceeding 6th International congress on soilless culture. ISOSC, 633–650.

Zahedi, S. M., Moharrami, F., Sarikhani, S., and Padervand, M. (2020). Selenium and silica nanostructure-based recovery of strawberry plants subjected to drought stress. *Scientific reports*, 10(1), 17672. https://doi.org/10.1038/s41598-020-74273-9

Evaluación de cepas de *Pleurotus ostreatus y P. djamor*, en sistemas de producción rústica

Eduardo Santiago Elena[1]; Julieta Martínez Cruz[2]; Erika J. Zamora Macorra[1].

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola.
[2]Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
esantiagoe@chapingo.mx

Introducción

La producción de hongos comestibles, especialmente de la especie *Pleurotus ostreatus*, se ha convertido en una actividad importante para familias de diversas comunidades rurales. La misma, representa una alternativa de ingresos extras a los percibidos por concepto de mano de obra no calificada en fincas, construcción, etc. Esta alternativa, permite mejorar la economía familiar de subsistencia, para convertirla en una economía sustentable que les permita alcanzar mejores condiciones de vida. Hay muchas formas de producir esta especie de hongo: se pueden usar bolsas colgadas, tarimas de madera (Cruz *et al*., 2010).

El cultivo de *Pleurotus* spp., sobre sustratos lignocelulósicos es una buena alternativa para producir alimentos, por lo que son considerados como una fuente barata de proteína y las setas convierten los desechos agrícolas en alimentos. La mayoría pueden ser generados en un corto período de tiempo a bajo costo y en áreas reducidas. Después del proceso de cultivo y la cosecha de las setas, el sustrato remanente es aprovechable como abono orgánico, por su alto contenido en nitrógeno, fósforo y potasio (García-Oduardo *et al*., 2011).

El uso de *Pleurotus* spp. tiene la ventaja de ser un complemento alimenticio por su valor nutricional, ya que contiene entre 57% y 61% de carbohidratos, 26% de proteína, 11,9% de fibra y 0,9% a 1,8% de grasas con base a su peso seco, además posee vitaminas como la niacina, tiamina (B1), vitamina B12, vitamina C o ácido ascórbico y se le han detectado minerales como potasio, fósforo y calcio. Esta especie es cosmopolita y crece saprofíticamente en ambientes naturales sobre troncos de árboles caídos y otras plantas leñosas en descomposición; es un hongo

semianaeróbico que soporta un 32% de CO_2 y fija el nitrógeno atmosférico, produce grandes cantidades de proteína de alta calidad sobre sustratos que están compuestos de materiales residuales, siendo más eficiente sobre los lignocelulósicos, como pajas, cascarillas de cereales, bagazos, tusas, pastos, cáscaras, entre otros (Soto, 2004). Su cultivo permite proporcionar a la población rural una alternativa de producción, por su baja inversión y aprovechamiento de residuos agrícolas, entre otros. El rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) y la paja de avena (*Avena sativa* L.) son sustratos potenciales para su cultivo. El rastrojo se utiliza para alimentación de ganado o se comercializa a precios bajos y la paja es un cultivo forrajero con cierta disponibilidad en algunas comunidades rurales. El uso de variedades con buenos rendimiento es necesario para incrementar el rendimiento por unidad de superficie (2.5-2-8 kg/bolsa 12 kg, promedio) asi como el tamaño y color de los hongos setas y tener mayor de oportunidad de poder colocar el producto en el mercado local, regional e inclusive nacional (Martínez-Carrera *et al.,* 2016). Por lo que el objetivo del trabajo es realizar la caracterización y evaluar el rendimiento de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *P. djamor*, que puedan servir para la producción constante en áreas de producción rustica.

Materiales y Método

Ubicación. Durante el año 2024, se establecieron tres unidades de producción rustica de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*) en el Laboratorio de Hongos Comestibles, del Área de Biología de la Preparatoria Agrícola, asi como en el Módulo Experimental Jurásico en Agroecología de la UACh. **Producción de hongos setas.** De acuerdo con Pérez y Santiago (2020), y la Empresa de Micelio de Hongos Comestibles NDEXI; el cultivo de hongos setas, se realizo de la siguiente manera: **Sustratos.** Se utilizó rastrojo de maíz de 5 a 10 cm de longitud. **Pasteurización.** Las arpillas con rastrojo de maíz se sumergieron en un tambo de 200 litros con 3/4 partes de su volumen lleno de agua y se procedió a pasteurizar de 70-80^{o}C, por 60 minutos. **Inoculación.** En una mesa limpia se vacío la paja pasteurizada a 25°C, se metió en bolsas de plástico de medidas de 60x90 cm, se

agregó el 360 g de micelio para bolsas de 12 kg de sustrato. Las cepas utilizadas de *Pleurotus ostreatus* fueron XCB, HCC, TCC y Pro. Las cepas de *P. djamor* fueron PDC1, PDC2, PDC3, PDC4 y ProPD. **Incubación.** Las bolsas inoculadas se colocaron en estantes, en lugares cerrados y obscuros, de 15 a 20 días, hasta que se desarrollaron los primeros primordios. **Fructificación.** Inicia la fructificación, con el desarrollo de los primordios de *Pleurotus* spp., de 7 a 10 días. **Cosecha.** El punto de corte, es de 7 a 10 cm, de altura, la bolsa inoculada genera dos a tres cortes de setas.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, cada tratamiento con 7 repeticiones. Las variables evaluadas fueron los carpóforos cosechados se pesaron para determinar la eficiencia biológica (EB= peso fresco de los hongos cosechados/peso seco del sustrato empleado, expresado en porcentaje) y tasa de producción (TP= EB/días de cultivo) de cada cepa (Abbott, 1925). La mejor cepa se determinará a partir de las medias obtenidas en el ciclo, incluyendo las medias de los tratamientos control como punto de referencia (Hernández, 2017). Todos los hongos fueron cosechados de acuerdo al criterio de tamaño aceptado comercialmente para *Pleurotus ostreatus* y *P. djamor*. El rendimiento se obtuvo cuantificando el porcentaje de producción en primordios de 7-12 cm en las tres oleadas de ambas cepas de setas. La caracterización de las cepas de *Pleurotus*, se realizó con base en lo propuesto por López *et al.,* (2008) donde se midió el tamaño de píleo, estípite y esporoma completo en cm.

Resultados y discusión

La colonización de los micelios sobre el rastrojo pasteurizado fue de 18 a 20±1 días de incubación (25-27 °C). Las cepas presentaron ciclos de cultivo entre 25 a 70±3 días, considerados a partir del día de siembra sobre rastrojo, en los cuáles se evaluaron tres oleadas (cosechas). Con base en la Fig. 1, se puede ver que durante el primer corte de esporomas se dio un promedio del 35 al 55% de producción en el caso de las cepas de *Pleurotus ostreatus*; En el primer corte las cepas XCB (Xochitlán Cepa Blanca) con un 55% y Pro (Prodise) con un 48%, lo

cual coincide con lo reportado por Gaitán y Salmones (2008) donde la producción de la primera oleada es de 50 a 60% en sustrato pasteurizados de cebada y pulpa de café respectivamente. Pero en las cepas XCG (Xochitlán Cepa Gris) con un 41%, HCC (Huitzo Cepa Café) con un 35% y TCC (Tlaxco Cepa Blanca) con un 38%, en donde solo llegan a tener máximo un 41% de eficacia biológica para la primera oleada.

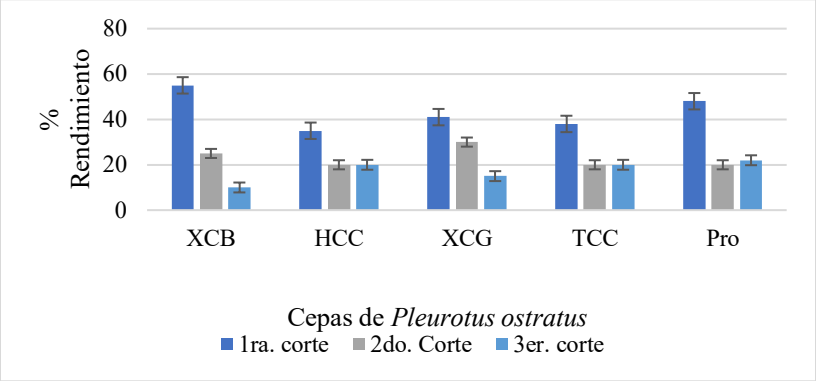


Fig. 1. Rendimiento promedio de *Pleurotus ostreatus*, en los tres cortes de producción de forma rústica.

Para la segunda oleada las cepas XCB, HCC, TCC y Pro, presentaron un 20% de eficacia biológica solo contrasto la cepa XCG con un 30%, lo cual concuerda con lo mencionado por Pérez y Santiago (2020) en producciones rusticas de seta blanca (*P. ostreatus*), en el segundo corte se obtiene entre un 22 a 28% de eficacia biológica, por lo que muchos productores solo realizan este corte de 60 a 70 mm de esporoma completo. En el tercer corte podemos ver que las cinco cepas presentaron un rendimiento promedio de 15 a 22%, por lo regular este corte no se contempla dentro de los parámetros de calidad ya que son cuerpos fructíferos de menor tamaño (20 a 45 mm) de longitud y coloraciones blanco. Esta oleada se considera por lo regular se utilizan como residuo para la alimentación de rumiantes, aves y animales de granja asi como para la alimentación de lombrices.

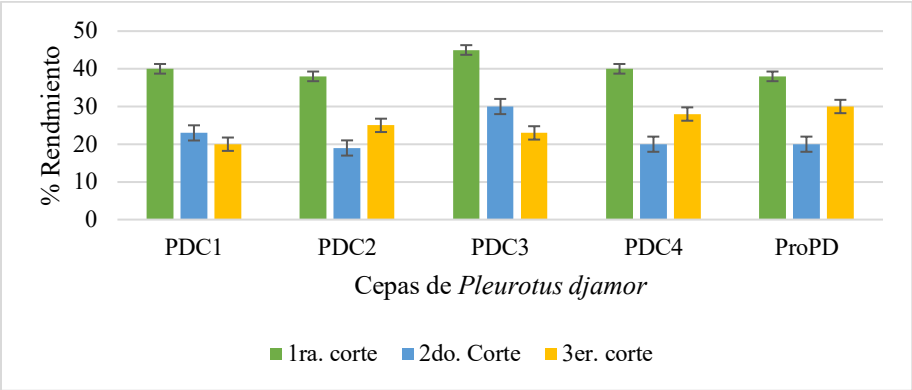


Fig.2. Rendimiento promedio de *Pleurotus djamor*, en los tres cortes de producción de forma rústica.

Con base en la Fig. 2, se puede ver que durante el primer corte de cuerpos fructíferos se dio un promedio del 38 a 45% de producción en el caso de las cepas de *Pleurotus djamor*. En el primer corte las cepas PDC1 (*Pleurotus djamor* Cepa1) con un 40% y PDC4 (*Pleurotus djamor* Cepa4) con un 40% y la PDC3 (*Pleurotus djamor* Cepa3) con un 45%, esto concuerda por lo dicho por Gaitán y Salmones (2008), donde *P. djamor* produce de un 40 a 45% de carpóforos en la primera oleada. En el caso de las cepas PDC2 (*Pleurotus djamor* Cepa2) y ProPD (*Pleurotus djamor* Cepa Prodise) tuvieron un 38 % de eficacia biológica. Para la segunda oleada las cepas PDC1, PDC4, ProPD y PDC2 presentaron una eficacia de 19, 20, 20 y 23% respectivamente, lo cual se relacionada por lo mencionado por (Bermudez *et al*., 2018) el caso de la cepa PDC3 con 30% de rendimiento, lo cual concuerda con lo mencionado por Pérez y Santiago (2020) en producciones rusticas de seta rosa algunas cepas comerciales la segunda oleada es mas productiva, hasta un 28-30%. Para el caso de la tercera oleada, la cepa ProPD, presento un 30% de eficacia y la cepa con menor rendimiento fue PDC1 con 20%. Lo cual no coincide por lo dicho Martínez-Carrera (2000), ya que esta oleada es de menor tamaño (30 a 60 mm), lo cual no es de calidad para venta en general y por lo regular se puede utilizar en la elaboración de harinas, suplementos o como extractos para darle un mayor valor agregado.

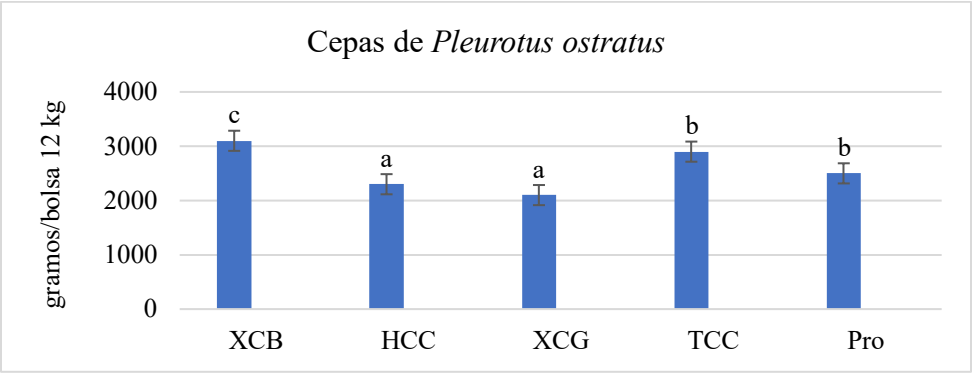


Fig. 3. Rendimiento máximo en los tres cortes de esporomas de cepas *Pleurotus ostreatus* por bolsa de 12 kg de sustrato. Barras con letras distintas presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P≤0.05).

El rendimiento promedio de las bolsas de producción de 12 kg (sustrato humedecido a 70%) más 3-5% de inoculo (300 a 500 g micelio) fue de 3100±50 g para la cepa XCB, con el mayor rendimiento por bolsa de producción, en donde puede competir con cepas comerciales de hongo seta blanca de las zonas productoras de México, en cuanto a color se muestra (Fig. 4.) que el esporoma (hongo) tiende a tener una coloración blanco.



Fig. 4. Cepa XCB **Fig. 5. Cepa TCC.** **Fig. 6. Cepa Pro** **Fig. 7. Cepa XCG**

La cepa TCC obtuvo 2900±50 g, siendo la segunda cepa con mayor rendimiento, esta presento una coloración café claro (Fig. 5.) con olor ligero a crema fresca. Para el caso de la cepa Pro fue de 2500±54 g, solo que en esta cepa los intervalos de producción fueron muy intermitentes y tomando en cuenta los tres cortes, la coloración fue un blanco aperlado (Fig. 6). Las cepas HCC y XCG tuvieron 2300±50 y 2100±50, respectivamente con el menor rendimiento de todas las cepas

de *P. ostreatus.* En la fig. 8 se muestra que la cepa PDC1 obtuvo 3100±80 g. con la eficacia biológica más alta, lo cual puede deberse lo cual se puede comparar con lo obtenido con Sánchez *et al.,* (2002) donde su rendimiento promedio fue de 90 a 85% de eficacia en condiciones de producción comercial, en el caso del experimento fue en condiciones de producción rustica, estos resultados pueden deberse a la poca cantidad de nutrientes suministrados en el rastrojo de maíz pasteurizado (Pérez y Santiago, 2020). Las cepas PDC2 y ProPD, obtuvieron 2230 y 2200±80 g. de rendimiento respectivamente siendo cepas con buenos estándares de calidad en cuanto a tamaño y forma. Las cepas PDC4 y PDC3, con rendimiento de 1800 y 1400±80 g., lo cual se aleja de la cepa PDC1 con la mayor eficacia biológica (3100±80 g), esto puede deberse a que como es una cepa comercial en la zona del Valle de México, lo cual puede deberse a que pierde variabilidad genética por su clonación en micelio comercial (Callac *et al.*, 2006).

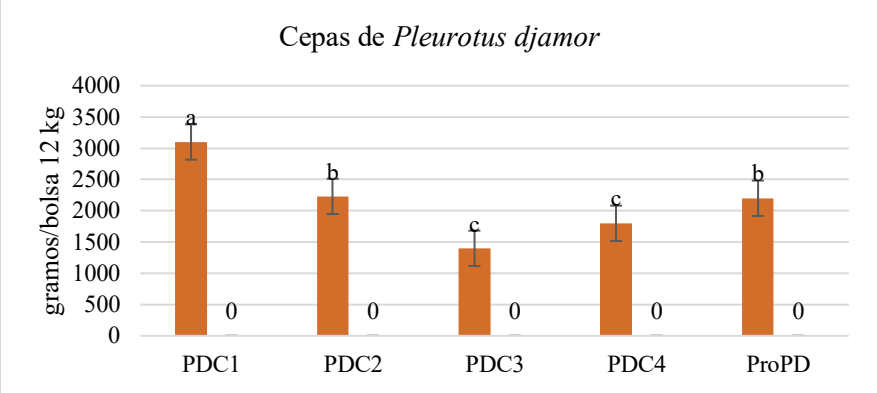


Fig. 8. Rendimiento máximo en los tres cortes de esporomas de cepas *Pleurotus djamor* por bolsa de 10 kg de sustrato. Barras con letras distintas presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P≤0.05).

Con base en la Fig. 9., en cuanto la caracterización de las cepas de *P. ostreatus* tenemos que la cepa XCB presento un mayor tamaño de píleo (sombrero) (12.4 cm) asi como la cepa Pro (10.4 cm) que pueden considerarse como cepas con potencial comercial, por el tamaño que los consumidores prefieren (Roy *et al*., 1995).

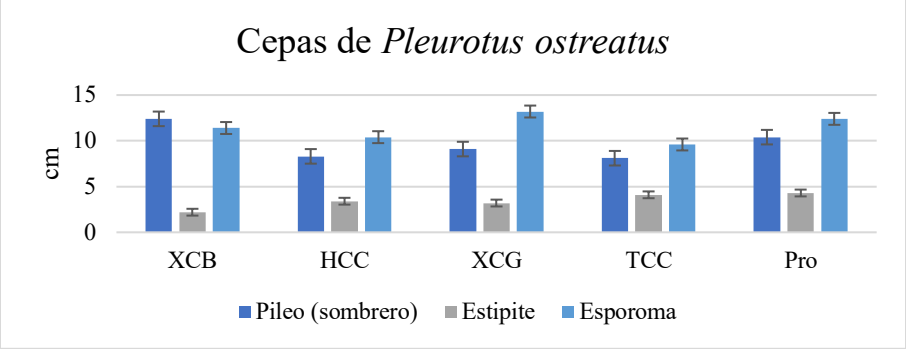


Fig. 9. Caracterización de las cepas de *Pleurotus ostreatus*. Se evaluó el tamaño de píleo, estípite y esporoma.

En cambio, las cepas HCC, XCG y TCC, presentaron tamaños menores a 9.1 cm de longitud de píleo, en estado maduro (5 días después del inicio de desarrollo de primordios), lo cual concuerda, lo cual concuerda con lo dicho por (Pérez y Santiago, 2020) aunque no son cepas comerciales, puede ser que en un compost enriquecido con nitrógeno para un mayor desarrollo del píleo. En cuanto al tamaño total del esporoma, la cepa Pro presento el mayor tamaño 12.4 cm, seguido de la cepa XCG con 13.2 cm, la cepa XCB con 11.4 cm y las cepas HCC y TCC presentaron el menor desarrollo con 10.4 y 9.6 cm. Estas cepas pueden considerarse con potencial en producciones comerciales (Royse, 2007).

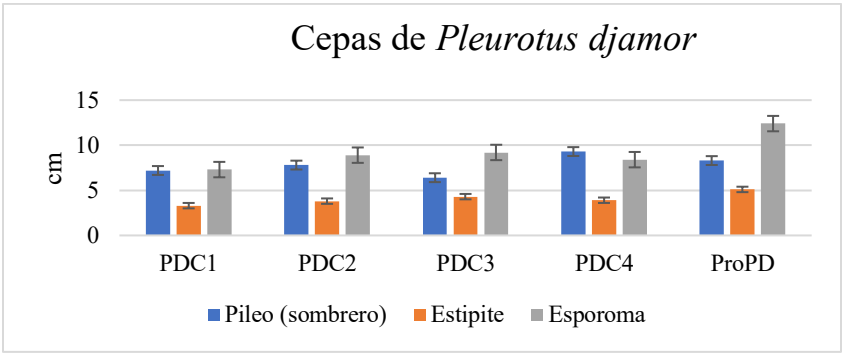


Fig. 10. Caracterización de las cepas de *Pleurotus djamor*. Se evaluó el tamaño de píleo, estípite y esporoma.

Para los tipos de *P. djamor*, podemos ver que la cepa PDC4 presento un mayor tamaño de pileo (9.3 cm) el cual presente un bajo tamaño comercial (cita en texto) y en el caso de la cepa PDC3 tuvo un crecimiento de 6.4 cm, con el tamaño más reducido de todos los tratamientos, esto puede deberse a que la mayoría de

cepas comerciales de *P. djamor*, tienen tamaños menores a 10 cm. (Bermúdez *et al*., 2018). En cuanto al tamaño total del esporoma, la cepa ProPD presento un mayor tamaño con 12.4 cm, seguido de la cepa PDC3 con 9.2 cm, la cepa PDC2 con 8.9 cm, la cepa PDC4 con 8.4 cm y la PDC1 con el menor desarrollo con 7.3 cm, estas cepas pueden utilizarse en producciones rusticas. Existen otras prácticas postcosecha y entre las más comunes están deshidratar o enlatar el hongo (Walde *et al*., 2006) o con empaquetamiento mediante el uso de atmosferas controladas.

Conclusiones

Las cepas de *P. ostreatus* XCB y TCC, presentaron la mayor eficacia biológica con 3.1 y 2.5 kg por bolsa de 12 kg de sustrato, donde el 50% de su producción se desarrolla en el primer corte y el otro 50% en los dos cortes sucesivos. En cuanto la cepa PDC1, tiene la mayor eficacia biológica con 3.1 kg, pero tiene un 45% de producción en su primer corte y 25% en el segundo corte. Las cepas PDC2 y ProPD, obtuvieron 2.2 y 2.2 kg de rendimiento respectivamente siendo cepas con buenos estándares de calidad en cuanto a tamaño y forma. Por lo que las cepas de *P. ostreatus*, XCB y TCC, y las de *P. djamor* PDC1, PDC2 y ProPD pueden considerarse viables para la producción comercial de hongos setas blancos y rosas, ya que presentan rendimientos por arriba de la media (2.1-2.2 kg/bolsa de 12 kg).

Literatura citada

Abbott, W. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18, 256-267.

Bermúdez Savón, Rosa Catalina, García Oduardo, Nora, Kekeli Agbozouhoue, Kodjovi, & Serrano Alberni, Migdalia. (2018). Evaluación de la productividad de dos cepas de *Pleurotus* spp sobre pulpa de café coffea canephora pierre. *Tecnología Química*, *38*(2), 246-255.

Cruz, D., López de León, E., Pascual, L.F., Battaglia, M. (2010). Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 104 (3-4): 139 – 154

Callac P, Spataro C, Caille A, Imbernon M (2006) Evidence for outcrossing via Buller phenomenon in substrate simultaneously inoculated with spores and mycelium of *Agaricus bisporus Appl. Env. Microbiol. 72*:2366-2372.

Gaitán-Hernández, R., D. Salmones. (2008). Obtaining and characterizing *Pleurotus ostreatus* for commercial cultivation under warm environmental conditions. Scientia Horticulture 118:106-110

García-Oduardo, N.; Bermúdez-Savón, R.C. y Serrano-Alberni, M. (2011). Formulaciones de sustratos en la producción de setas, (Pleurotus). *Tecnología Química*, XXXI (3), 15-22.

Hernández, G. R. (2017). Cultiva hongos comestibles ¡Aprovecha sus propiedades nutritivas y medicinales! En Instituto de Ecología. Recuperado de https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia

López, R. Claudia; Hernández, C. Ricardo; Suarez, F. Christian; Borrero, M. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de Pleurotus ostreatus sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Univ. Sci.*, vol.13, n.2, pp.128-137.

Martínez-Carrera, D. (2000). Commercial production and marketing of edible mushrooms cultivated on coffee pulp in Mexico. Capítulo 45 En: Coffee Biotechnoly and Quality. Sera T, Soccol CR, Pandey A, Roussos S. (eds.) Kluwer Academics Publisher. p 471-488

Martínez-Carrera, D., A. Larqué-Saavedra, A. Tovar Palacio, N. Torres, M.E. Meneses, M. Sobal Cruz, P. Morales Almora, M. Bonilla Quintero, H. Escudero Uribe, I. Tello-Salgado, T. Bernabé-González, W. Martínez Sánchez, Y. Mayett, (2016). Contribución de los hongos comestibles funcionales y medicinales a la construcción de un paradigma sobre la producción, la dieta, la salud y la cultura en el sistema agroalimentario de México. Ciencia, tecnología e innovación en el sistema agroalimentario de México. Editorial del Colegio de Posgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México, pp. 581-640.

Pérez, G. E., Santiago, E. E. (2020). Curso- Taller de capacitación en producción de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*), para unidades de producción de alimentos". Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Méx. P. 5, y-9.

Roy, S. Anantheswaran R.C., Beelman R.B. (1995). Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging. J. of Food Science. óO (2). 334-340.

Royse, D.J., (2007). Consumo y producción de Agaricus en el mundo. In: Sánchez, J.E., D.J. Roye, H. Leal Lara (eds.), Cultivo, mercadotecnia e inocuidad alimentaria de Agaricus bisporus. El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, pp. 1-7

Soto-Velazco, C. y A. Arias. (2004). El cultivo de las setas (*Pleurotus* spp). Tecnología de producción de alimentos. Editorial Cuellar, México. ISBN 968-5251-00-2.

Walde, S. G., Velu, V. Jyothirmayi, T., Math, R. G. (2006). Effects of pretreatments and drying methods on dehydration of mushroom. Journal od food engineering, 74 (1), 108-115.

Construcción del pensamiento científico en la enseñanza de Física preparatoriana

Pablo Linares Linares

Universidad Autónoma Chapingo. Preparatoria Agrícola.
plinaresl@chapingo.mx

Introducción

La enseñanza típica de la física en el nivel medio superior suele ser de corte memorística, repetitiva, con escasa experimentación y poco reflexiva. Sin embargo, la enseñanza de la física requiere no solo memorizaciones y cálculos, sino también fomentar el desarrollo de capacidades en el estudiante, tales como las de observar y describir lo que acontece en su entorno, así como formular explicaciones correctas de acuerdo con la física acerca de lo observado. Es frecuente que durante la enseñanza de la física se ensalce la paradigmática metodología de la Física y que sin embargo el ejercicio mismo de la práctica docente (en la planeación, desarrollo y evaluación) enseñando tal ciencia, el docente sea indiferente al empleo de pizca alguna de dicha metodología científica. Resultando paradójica una enseñanza acientífica de la ciencia. A esto se refiere Gil Pérez (1986) cuando habla de la relación controvertida existente entre ambos campos de actividad. Se tienen antecedentes de como Jean Piaget (1978) hacía reflexionar a niños pequeños en torno a situaciones físicas que frecuentemente les planteaba para conocer sus procesos de pensamiento y limitaciones.

Buscando superar este tipo de docencia, hemos presentado a los alumnos preguntas conceptuales abiertas sobre situaciones físicas para las cuales el estudiante formula su respuesta escribiendo un texto, o bien oralmente. Dichas formulaciones no dejan de lado lo que ya dispone la memoria del alumno, pero lo enrolan además con la observación, la comparación, el análisis de semejanzas y diferencias, la comunicación verbal, la discusión en equipo, y se pretende estimularle a descubrir y establecer por sí mismo relaciones de causalidad, arribando de un modo más activo a un conocimiento significativo. Este proceso

de construcción del conocimiento científico por lo general es una labor nada trivial, tanto para el alumno destinatario como para el profesor que lo promueve.

Aquí damos cuenta de algunos registros escritos recabados con algunos de nuestros estudiantes y se exponen los hallazgos de problemas discursivo-explicativos con estudiantes de nuestra preparatoria. Se ha construido un conjunto de categorías de tales obstáculos de aprendizaje manifiestos en las diferentes asignaturas de Física de la Preparatoria Agrícola, así como su correspondiente glosario. Por cuestión de espacio en esta ponencia solo presentamos el ejemplo de una de las preguntas abiertas.

Objetivo

Explorar y establecer algunas de las principales nociones previas que manifiesta el estudiante de nivel medio superior ante situaciones físicas que debe explicar, en correspondencia con los temas frecuentemente abordados en los cursos de física.

Materiales y Método

Hoy sabemos que en la enseñanza de las ciencias es importante para el profesor que pretende lograr aprendizajes significativos conocer las *concepciones previas* de sus alumnos respecto a los contenidos de su asignatura. Este conocimiento es fundamental en la elaboración de las estrategias de enseñanza y en la apreciación del avance conceptual de sus alumnos. El aprendizaje es *significativo* (Ausubel, 1983) cuando el sujeto incorpora y da significado a la nueva información en función del conocimiento previo que posee, es decir, la reciente información interactúa de manera no arbitraria y sustantiva con una estructura de conocimiento específica ya existente, el *subsumidor*, misma que sirve de *anclaje* para la nueva información. Así, el aprendizaje consiste en la sustitución de viejas ideas por conocimientos científicos más organizados, lo cual se conoce como un *cambio conceptual*.

Las *ideas previas* son concepciones personales que tienen significado y utilidad para interpretar cierta fenomenología. Son construcciones que los

sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar el mundo que les rodea. Con frecuencia estas ideas previas surgen asociadas a la necesidad de formular explicaciones causales y a la construcción de esquemas relacionales o funcionales (Pozo y Gómez, 1998). Todo docente constructivista sabe que las ideas previas son altamente resistentes a la erradicación fácil, por lo que lograr la sustitución conceptual reclama sistematicidad, esfuerzo, tiempo y creatividad. Se les llama a veces *preconceptos, concepciones espontáneas*, *concepciones alternativas, teorías implícitas* y *teorías en acción*, e incluso *representaciones simbólicas.* Podemos sintetizar tales categorías en lo que Bachelard (1981) ha denominado como *obstáculos epistemológicos* los cuales indica que consisten en entorpecimientos y confusiones presentes en el acto mismo de conocer y que constituyen causas de estancamiento y hasta de retroceso durante la formación del pensamiento abstracto del sujeto, siendo este concepto de mayor amplitud que el de *idea previa*. Lograr cambios conceptuales (Pozo y Gómez, 1998) y reestructurar las ideas previas en relación con los fenómenos físicos que se estudian ha de ser parte de la motivación de nuestro quehacer docente cotidiano. Entre los recursos que por nuestra parte hemos utilizado para conocer y hacer evolucionar los preconceptos de los estudiantes se hallan estrategias conversacionales y escritas, como entrevistas, preguntas abiertas, petición de predicciones o/y explicaciones ante experimentos demostrativos, elaboración y lectura de organizadores gráficos, entre otros. A este soporte que proporciona el profesor, Bruner et al. (2001) lo llaman *andamiaje*, y es el que favorecerá que el alumno logre el *aprendizaje por descubrimiento*; es un aprendizaje guiado que pretende motivar la curiosidad y reflexión del alumno.

El presente estudio es un relato de experiencia con carácter exploratorio y de enfoque cualitativo, en el marco del enfoque metodológico de la *investigación-acción,* en tanto herramienta metodológica para estudiar la realidad educativa, mejorar su comprensión y al mismo tiempo lograr su transformación (Colmenares E. y Piñeiro M., 2008).

Tal enfoque s un proceso de investigación intencionada, colaborativa y sistemática, que busca mejorar prácticas concretas, a través de un proceso en

el cual se investiga y al mismo tiempo se interviene (Fernández y Johnson, 2015; Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

En una primera fase, durante las clases, se hace participar a los estudiantes en la práctica de formular explicaciones a variados fenómenos físicos, acordes a los contenidos temáticos del programa, con lo cual se les entrena en responder preguntas abiertas. Ahí, el profesor les exige que en sus respuestas formulen con rigor lógico y sintáctico las oraciones con que integran el discurso de sus explicaciones físicas. De acuerdo con Koyré (1977), explicar los fenómenos implica superarlos, es decir revelar la realidad subyacente, revelar bajo el desorden aparente del dato inmediato, una unidad real, ordenada e inteligible, así como la búsqueda de la coherencia inteligible de del fenómeno real considerado. Durante la clase se le plantea al alumno, en forma de pregunta, una situación física que requiere cierto nivel de comprensión de los conceptos y teorías estudiadas y se le pide responder a la misma, en unas ocasiones de manera personal y en otras apoyando su reflexión con otro colega de la clase. Se le pide buscar una comprensión lo más clara posible de la situación física que se plantea. Se le conmina a buscar completez argumental, así como la utilización de enunciados físicos válidos, esto es apegados a las verdades establecidas en el cuerpo teórico de la disciplina en estudio, en nuestro caso la física.

En la segunda fase, las respuestas las vierte el alumno al responder ahora durante los exámenes, el profesor analiza lo que responden, al tiempo que se examina y califica las respuestas. Y en la clase siguiente tal examen lo resuelve el docente ante el grupo, con detalle y énfasis particular en las preguntas abiertas. Se parte de la premisa de que las respuestas dadas reflejan en gran medida los esquemas conceptuales que utiliza el sujeto durante su reflexión descriptiva o causal de la fenomenología física que se le plantea a través de las preguntas abiertas. Se da por hecho que en el contexto de los exámenes ofrece su mejor respuesta, toda vez que en ella se juega la obtención de una calificación que le permitirá o no aprobar el curso.

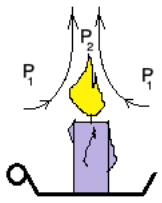
Aunque teóricamente el estudiante dispone de una amplia gama de posibilidades de redactar o comunicar la idea con la que responde a la pregunta,

ya en la práctica real son diversos los *problemas de pensamiento-lenguaje* que surgen.

Resultados

En los diferentes cursos de física se ha logrado determinar algunos de tales problemas entre los estudiantes de la Preparatoria Agrícola, ya sea cuando se les está entrenando o cuando se les evalúa en relación con su aprendizaje de física y a su habilidad reflexiva. Dichas concepciones alternativas se identifican con constructos tales como *parquedad*, *verbalización*, *incompletez causal*, *animación*, *uso improcedente de la regla de tres*, etc. Por razón de espacio, aquí solo podemos ilustrar un ejemplo de lo encontrado al respecto en el contexto de la presentación de exámenes correspondientes al curso de termodinámica.

Cuestión:
Si la llama de una vela consume oxígeno a su alrededor cercano, ¿Por qué no se apaga?

Respuesta correcta: Por las corrientes de convección que se producen en la vecindad de la flama. El aire caliente encima de la flama se eleva ya que tiene una menor densidad que el aire cercano. Donde el aire se eleva la presión (P) disminuye y la de los alrededores resulta levemente mayor ($P_1 > P_2$), por lo que hacia la base del llama es empujado aire fresco con más oxígeno.	

Ejemplo de respuesta discentes.
Contexto: Examen Global Fisica II . Grupo 7. (9 dic 92).

:

Jesús Antonio G.: “Porque el oxígeno nunca se acaba a espacio abierto, a menos que los encierren (sic)”

El alumno no intenta ir más allá de esa inmediatez y autocomplacencia y buscar las causas y efectos presentes. Esta respuesta ilustra la parquedad. Sería

interesante averiguar si Jesús podría responder correctamente a otra nueva pregunta recanalizadora: "¿Y por qué no se acaba al oxígeno a espacio abierto?" En cuanto alude al espacio abierto como relacionado con el hecho de que no se apague la vela, la respuesta es parcialmente correcta.

La pregunta original resultó no formulada con precisión para este alumno, que ofreció una respuesta que reclama la reformulación y reiteración de la pregunta para evitar una respuesta evasiva de la detallada causalidad que corresponde al fenómeno físico en cuestión. No parece sencillo formular una pregunta abierta que sea inmune a algún tipo de respuesta evasiva

Judith de la Cruz: "… mientras esté al aire libre no se apagará"
Hay parquedad similar a Jesús. Habría que replantearle "¿Por qué estando al aire libre no se apagará?, lo cual en el contexto de ejercitación en el aula es posible.

Yosgar Agni DV: "Porque ocurre un fenómeno que se llama combustión, el cual necesita de oxígeno o aire para ocurrir y por eso la flama no se apaga, sino que absorbe oxígeno". Hay verbalización en la expresión "porque... necesita de oxígeno", porque "es un elemento indispensable". Consiste en la supuesta explicación basada en una palabra o idea con la cual el sujeto pretende librarse de establecer una relación de causalidad que en gran medida escapa a su percepción actual.

Mariana AG: "Porque necesita de este elemento para que siga encendido, si no hay presencia de este elemento sí se extinguiría". Se presenta verbalización al atribuir a la sola alusión del elemento oxígeno la causa de que no se apague la flama.

En los dos casos no se capta que la necesidad del oxígeno no es suficiente para que éste se presente, y suponen que lo argumentado como respuesta es correcto.
César de la RG: "porque el aire se calienta y sube y el frío tiene que bajar"

Hay incompletez causal, en tanto que solo parte de la relación funcional o causal es establecida. No se puede garantizar que César tenga en mente que la ruta de la convección del aire pasa por la llama y que el aire implicado está reponiendo el oxígeno que se va gastando.

Judith Y, JJ: "Porque el oxígeno que quema se sube y por lo tanto el de arriba tiene que bajar; así se va esparciendo el quemado y el que no está quemado se va hacia la vela ya que el quemado ocupa su lugar"

Casi correcta la respuesta, pero también con incompletez causal. Las frases "se sube", "tiene que bajar", "el que no está quemado se va hacia la vela", quizá están vinculadas en el razonamiento de Judith con el fenómeno de la convección, pero hay riesgo de que lo estén con la supuesta ley de que "todo lo que sube baja". Habría que formularle más preguntas para dilucidarlo.

Lisbeth ChC: "Porque el oxígeno es un elemento indispensable de la combustión y es necesario que esté presente para así llevar a cabo una combustión sin problemas… y porque la vela emite [provoca] convección e irradia calor y las masas de aire y las masas de aire frío se convierten en aire caliente" se manifiesta tanto verbalización como incompletez causal

Glosario.

Verbalización. Consiste en la supuesta explicación basada en una palabra o idea con la cual el sujeto pretende librarse de establecer una relación de causalidad que en gran medida escapa a su percepción actual. Bachelard (1981) le llamó *obstáculo verbal,* consistente en la falsa explicación ofrecida mediante un solo concepto que sustituye a una síntesis racional, en ocasiones una sola palabra, y hasta una sola imagen, constituye toda la explicación.

Incompletez causal. Sólo hay barruntos de alguna pretendida relación de causalidad física. Ocurre en tanto que solo parte de la relación funcional o causal es establecida. No hay atención suficiente a la causalidad física. Se ofrece como explicación solo parte de la cadena de causas y efectos que ocasionan un determinado fenómeno físico. Consiste en atender a solo algunos de los

elementos imprescindibles de invocar al ofrecer la explicación de un evento o fenómeno

Parquedad. Se da una respuesta muy escueta con pocos o nulos elementos argumentales de la causalidad física. Hay una respuesta lacónica donde corresponde una respuesta más amplia. La respuesta es tan breve que ni se mencionan los elementos con que se podría construir la explicación. El alumno no intenta ir más allá de esa inmediatez y autocomplacencia de su escueto juicio, que aunque pudiese manifestar una verdad, requiere de una mayor extensión discursiva. Podría implicar alumnos con tendencias comunicativas muy parcas para expresar ideas completas, quizá hasta con cierta aversión a la elaboración discursiva. Hay un escaso esfuerzo explicativo por plantear la cadena de causas y efectos presentes en la idea física de la pregunta planteada. La parquedad implica incompletez causal, pero no al revés.

Conclusiones

Los resultados nos muestran de manera concreta aspectos del discurso-pensamiento del alumno que resultan problemáticos para su aprendizaje y nos sugieren algunos desafíos metodológicos en torno a desarrollar estrategias de enseñanza aprendizaje más próximas a una didáctica problematizadora, que haga participar a los estudiantes en su propia construcción y reestructuración de sus aprendizajes y que les haga reflexionar más conceptualmente sus ideas físicas. Esto implica mayor consumo de tiempo en la cobertura de los temas a la hora de ser abordados en el aula, pero ofrece la posibilidad de hacerlo con una profundidad conceptual lo suficientemente rigurosa para que el aprendizaje resulte realmente significativo.

Bibliografía

Ausubel, David P. 1983. Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo. Trillas. México.

Bachelard, Gastón. 1981, La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo. Siglo XXI Editores. México.

Bruner, J. S., Goodnow, J. J. y Austin, G. A. 2001. El proceso mental en el aprendizaje. Narcea. Madrid.

Colmenares E., Ana Mercedes; Piñero M., Ma. Lourdes. 2008. La investigación-acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus*, *vol. 14, núm. 27, mayo-agosto*, Caracas,

Fernández, M. B., & Johnson, D. 2015. Investigación-acción en formación de profesores: Desarrollo histórico, supuestos epistemológicos y diversidad metodológica. *Psicoperspectivas,* 14(3), 93-105.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista., P. 2010. Metodología de la Investigación. México DF: Mc Graw Hill.

Flores Camacho, Fernando. 2006. Ideas previas. Centro de Ciencia Aplicada y Desarrollo Tecnológico (Cadet). Unam.

Gil Pérez, D. 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.* v.4, n. 2.

Koyré, Alexandre. 1977. Estudios de historia del pensamiento científico. Siglo XXI editores. 9ª edic. México.

Piaget, Jean. 1978. Investigaciones sobre la contradicción. Siglo Veintiuno Editores, Madrid.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. 1998. Aprender y enseñar ciencia. Morata. Madrid.

Manejo agroecológico del hongo tintero (*Coprinus* sp,) en producciones rústicas de champiñón

Eduardo Santiago Elena[1]; Julieta Martínez Cruz[2]
[1]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.
[2]Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
esantiagoe@chapingo.mx

Introducción

En México, hasta el año de 2014 se tenían registradas 371 especies de hongos silvestres que se consumen de manera cotidiana y tradicional a lo largo y ancho del territorio nacional (Garibay y Ruan, 2014). Hoy en día, se han contabilizado 425 especies consumidas en México. Los géneros más representativos por el número de especies consumidas que contienen son *Ramaria, Amanita, Boletus y Russula*. La mayoría de estas especies son ectomicorrizógenas (65%), sin embargo, existe un buen número de especies (31%) que son saprobias y susceptibles de ser cultivadas. Por otro lado, con relación a las especies cultivadas, en años recientes la producción de hongos comestibles ha empezado a diversificarse en México. En el caso de champiñón blanco (*Agaricus bisporus*) se presentan variedades artificiales (no biológicas, sino estadios diferentes del esporoma) como estrategia comercial, con las cuales se observan tres presentaciones para basidiomas de esta especie: los cosechados antes de esporular, en estadio de botón blanco, mejor conocido como champiñón; botones de variedad oscura, denominados “Cremini”; y basidiomas de variedad oscura cosechados cuando el sombrero está completamente extendido, que es denominado “Portobelo”(Ruan *et al*., 2025).

Según Martínez-Carrera *et al*., (2002), el primer hongo cultivado en el país fue el “champiñón”, *Agaricus bisporus*, alrededor del año 1930. Los primeros intentos por cultivar este organismo fueron de tipo experimental, aunque años más tarde permitieron consolidar una empresa (Hongos de México) que hasta la fecha mantiene un liderazgo en el país. En la actualidad esta empresa obtiene una

producción superior a las 20 toneladas diarias. Desde 1947 se produjeron ya los primeros enlatados de este hongo y para 1949 se tuvo en el país el primer laboratorio de producción de inóculo de champiñón. Actualmente, hay en el país unas 14 empresas privadas productoras de champiñón, sobre todo en el centro, pero también hacia el norte del país, con lo que se logra una producción anual superior a las 60,000 toneladas (Sánchez et al., 2007). La producción de champiñón está ligada a producciones comerciales, sin embargo, también se puede trabajar a nivel rústico, con materiales en base a celulosa como rastrojos de maíz, cebada, trigo y demás granos básicos, y como complemento el uso de estiércoles de res, caballo principalmente como fuente de nitrógeno, lo cual sirve como base del sustrato, llamado compost que servirá como sustrato de champiñón (Verma, 2017). Durante el proceso de cultivo de la mayoría de los hongos comestibles se presentan problemas de contaminación, principalmente por los mohos que proliferan por las condiciones de humedad y temperatura, necesarias para el desarrollo y fructificación de los hongos comestibles (Oei, 1991). Uno de estos problemas sanitarios es el hongo tintero, donde el agente causal es *Coprinus* sp., un hongo saprofito que afecta al cultivo del champiñon en el compost libre y controlados, la cual puede ocasionar sustanciales pérdidas económicas y en la producción que pueden ir desde el 40 hasta el 100% (Samuels *et al*., 2002). El Hongo tintero (*Coprinus lagopus*) es un hongo venenoso muy común, saprobio del estiércol de perro y materia orgánica en general. Al igual que otros Coprinus contiene "coprinina", un alcaloide toxico, afecta severamente al sistema digestivo, puede causar ceguera o sexualmente impotente. Entre las medidas de control para evitar su dispersión, se llevan a cabo diversos procedimientos, como son: una colecta cuidadosa de la cosecha, desechar los hongos muertos y enfermos, regular los niveles de humedad y disminuir la concentración de CO_2 aumentando la circulación de aire para eliminar paquetes de esporas suspendidos en el aire. También deben utilizarse los utensilios limpios para la elaboración del sustrato como ayuda para disminuir la incidencia de contaminación por el hongo tintero (Stamets y Chilton, 1983). Para el manejo del hongo tintero, la mayoría de los estudios coinciden en la

aplicación de algún fungicida preventivo en el substrato e indicaciones de asepsia en el proceso del cultivo. Se deben desinfectar las superficies con formalina al 2% y se puede utilizar Benomilo de 40 a 80 mg por kg de substrato como producto preventivo (Reyes-Quintanar et al., 2014).

Objetivo general

Evaluar la sensibilidad de extractos vegetales, para el manejo racional del hongo tintero (*Coprinus* sp.) en el cultivo de Champiñón (*Agaricus bisporus*).

Metodología

Ubicación. El experimento se realizó de febrero a junio de 2024, se estableció una unidad de producción rustica de champiñón blanco (*Agaricus bisporus*) de una tonelada de compost, en el sótano del Laboratorio de Hongos Comestibles, del Área de Biología de la Preparatoria Agrícola de la UACh.

Preparación del compost. El compost empleado se preparó con rastrojo de maíz (70%), estiércol de caballo (15%), Salvado de trigo (10%), Alfalfa achicalada (3%), Yeso (1%) y urea (1%). Para cada tratamiento se pesaron 10 kg del compost, el cual se colocó dentro de bolsas de plástico transparentes, más 250 g de semilla de champiñón, donde se mezcló todo de manera homogénea todo el compost. Al finalizar la inoculación las bolsas se cerraron para evitar contacto directo con contaminantes (Gea *et al*., 2010). A los 15 días después de la siembra. Una vez que el champiñón colonizo el compost, se abrió la boca de la bolsa (parte apical) y a cada tratamiento se le aplicó sustrato de cobertura de Turba + $CaCO_3$, (10 gramos de $CaCO_3$ por kg de turba, formando una capa uniforme de 4 cm de espesor sobre la superficie.

Colecta. El agente causal del hongo tintero (*Coprinus* sp.), fue colectado en el compost formulado en el sótano del Laboratorio de Hongos Comestibles, UACh.

Aislamiento. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio Institucional de Hongos Comestibles. Dentro de una campana de flujo laminar se cortaron pequeños trozos del área con síntomas del hongo tintero (tinta negra), con un bisturí, y se sembraron en cajas Petri con medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa

Agar) más estreptomicina 4%. Las cajas se incubaron a 22ºC en oscuridad, en una cámara de incubación B.G. ® modelo ECF-41 (Milijašević-Marčić *et al*., 2016).

Identificación morfológica. La determinación taxonómica se realizado con ayuda de las claves de Barnett y Hunter (1999), Brady y Gibson (1976). Las cepas se desarrollaron en medio de cultivo con PDA y poder determinar las características morfológicas básicas, se procedió a realizar preparaciones semipermantes con solución de lactofenol y observadas a 40X con ayuda de un microscopio óptico Olympus Z-50.

Inoculación del agente causal: Se asperjo 25 mL de *Coprinus* sp. a concentración de $1x10^8$ conidios.mL^{-1} (Hernández, 2017), cada tratamiento se mantuvo por 36 horas con ventilación para que se desarrollen las esporas del agente causal, y se aplicó la suspensión de 50 mL de los productos a evaluar. Se realizaron dos aplicaciones más de productos a evaluar en el día 3 y 5.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para el manejo de *Coprinus* sp., en el cultivo de champiñón (*Agaricus bisporus*)

	Productos	Dosis
T1	Extracto de Bugambilia (*Bouganvillea* sp) (12%)	1.5 $mL.L^{-1}$ *
T2	Extracto de Cempasuchitl (*Tagetes lucida*) (15%)	1.2 $mL.L^{-1}$ *
T3	Extracto de Epazote (*Dysphania ambrosioides*) (20)	1.2 $gr.L^{-1}$*
T4	Extracto de Canela (*Cinnamomum verum*) (17%)	1.5 $mL.L^{-1}$ *
T5	Extracto de Chicalote (*Argemone mexicana*) (22%)	1.7 $mL.L^{-1}$ *
T6	Extracto de Gobernadora (*Larrea tridentata*) (13%)	1.5 $mL.L^{-1}$ *
T7	Extracto de Higuerilla (*Ricinus communis*) (22%)	1.0 $gr.L^{-1}$*
T8	Testigo comercial. Sulfato de Cobre (50%)	1.0 $mL.L^{-1}$ *
T9	Testigo absoluto. Compost sin pasteurizar	50 $mL.L^{-1}$ *

*Todos los extractos vegetales utilizados se diluyeron en agua destilada estéril con aforo de 1000 mL.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, cada tratamiento con 6 repeticiones. Las variables evaluadas son el total de champiñones sanos obtenidos dentro del experimento, la incidencia de la enfermedad considerando el número de champiñones con la enfermedad dentro de la unidad experimental y fue comparado con el número total de champiñones. Se

evaluó la severidad de la enfermedad, estimando de manera visual la escala de daño y transformándola en porcentaje con la fórmula de Abbott (1925). Los carpóforos cosechados se pesaron para determinar la eficiencia biológica (EB= peso fresco de los hongos cosechados/peso seco del sustrato empleado, expresado en porcentaje) y tasa de producción (TP= EB/días de cultivo) de cada tratamiento (Hernández, 2017). El mejor tratamiento, en las variables de incidencia y severidad, se determinará a partir de las medias obtenidas en el ciclo, incluyendo las medias de los tratamientos control como punto de referencia.

Resultados y discusiones

Con ayuda de las Clave de identificación de los géneros y especies de setas más comunes en Albacete y Clave de identificación de las secciones y subsecciones de Coprinus, disponibles en linea[1]. El agente causal del hongo tintero es (Agaricomycales: Agaricacea), *Coprinus* sp. Con base a la Fig. 1, se muestra el porcentaje de severidad causada por el hongo tintero en bolsas de producción de champiñón de 10 kg de sustrato humedecido, donde los tratamientos *Bouganvillea* sp., presento un 17.93% (a) y *Dysphania ambrosioides* con un 18.8% (a) presentaron la mayor severidad, en comparación con el testigo que es el compost sin pasteurizar 19.43% (a).

Esto puede deberse a que la especie *Bougainvillea* sp., ha dado buenos resultados de *Coprinus* sp. in vitro (80% de efectividad), pero en este trabajo solo se presentó una severidad del 18% (c), esto pudo deberse a que se utilizó un extracto metílico de flores (brácteas) de bugambilia presentando una menor concentración (12%) que lo reportado en trabajos con este extracto vegetal por Kumara et al., (2012) a una concentración de 30%, además de que el experimento

[1]https://w3.ual.es/GruposInv/myco-ual/textos/claves.pdf
[2]https://www.avelinosetas.info/Claves/coprinus/coprinus001.html
[3]https://www.avelinosetas.info/fichas_generos/Coprinus.html

fue en bolsas de producción (in situ) y pudo haberse afectar por las arcillas de la tierra de cobertura (Peat Moss).

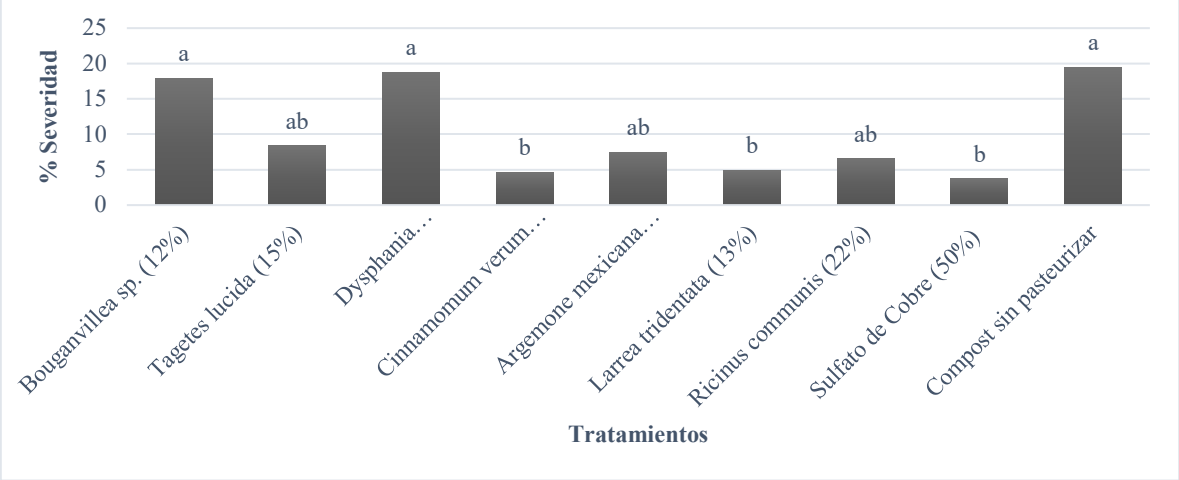


Fig. 1. Porcentaje de severidad causada por *Coprinus* sp. en bolsas de producción de champiñón de 10 kg de peso (sustrato+micelio 3-5%) después de la última aplicación de los tratamientos. Barras con letras distintas presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P≤0.05).

En el caso de *Dysphania ambrosioides*, Prasad et al., (2010) mencionan que el aceite esencial, mostro actividad fungicida contra *Trichophyton rubrum, Microsporum gypseum* y otros dermatofitos de importancia clínica en humanos, así contra los hongos fitopatógenos *Aspergillus flavus, A. glaucus, A. niger, Colletotrichum gloesporioides, C. musae y Fusarium oxysporum* (Jardim et al., 2008) en condiciones in vitro, lo cual no se vio reflejado en el experimento, presentando una severidad de 18.8% (a). Para el caso de los tratamientos con menor severidad tenemos a *Cinnamomum verum* con 4.62% (b) y a *Larrea tridentata* con 4.9% (b), lo cual coincide con lo por lo reportado por Brinker (1993) donde la resina extraída de *L. tridentata* muestra actividad fungicida contra *Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum, Pythium* spp y otros hongos fitopatógenos.

Con base en la Fig. 2. Los tratamientos con mayor efectividad fueron *Ricinus communis* con con una eficacia de 72.94% (ab) y *L. tridentata* con 71.04% (ab), esto pudo deberse a que el extracto metanólico de R. comunnis, ha demostrado fuertes efectos inhibitorios sobre *Aspergillus fumigatus y Aspergillus niger* en un 65% de

efectividad (Jeyaseelan y Jashothan, 2021), lo cual se vio reflejado con los datos del experimento realizado en bolsas de producción de 10 kg de sustratos pasteurizado. En el caso del tratamiento de *L. tridentata*, Tequida-Meneses *et al.,* 2002 reportan que los extractos alcohólicos de *L. tridentata* inhibieron el crecimiento de *A. flavus, A. níger, Penicilium chrysogenum, P. expansum, Fusarium poae* y *F. moniliforme* en un rango de 41.5 hasta 100% tomando en cuenta tanto los extractos metanólicos como etanólicos, lo cual se vio reflejado con los datos obtenidos para *L. tridentata* en la prueba con una eficacia de 71.04%. Por otra parte, Araujo (1997) observó que el extracto de *L. tridentata* en diclorometano inhibió el 92% del crecimiento radial de *A. flavus.* Mientras que Jasso *et al.,* (2007) reportaron que el extracto de esta especie a 4 000 ppm presentó inhibición para *Colletotricum gleosporides* de 100%, en *Alternaria alternata* 66.4% y 78.9% para *Rhizopus* sp.

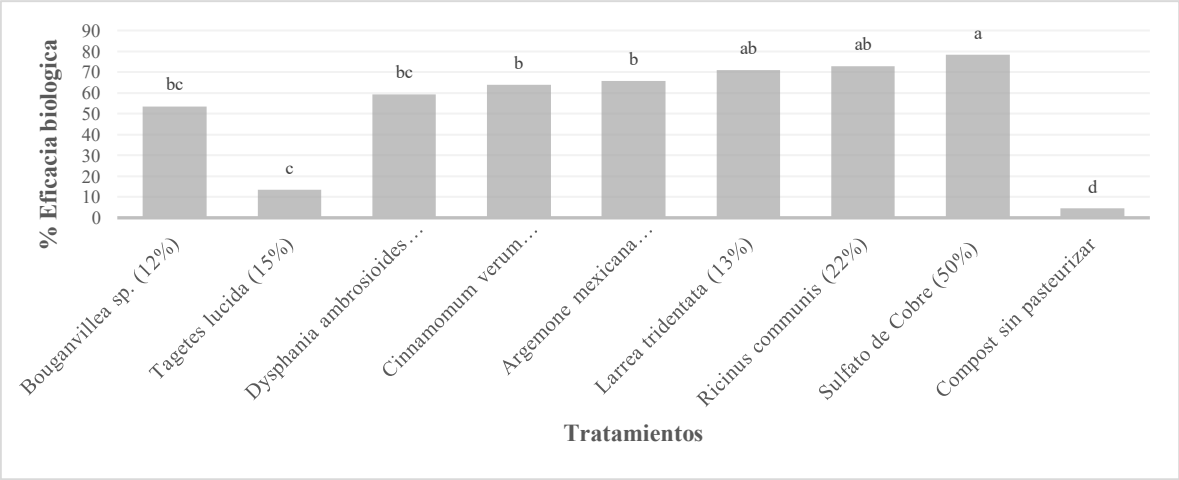


Fig. 2. Porcentaje de efectividad biológica de los extractos botánicos evaluados para el manejo de *Coprinus* sp. en bolsas de producción de champiñón (*Agaricus bisporus*) de 10 kg. Barras con letras distintas representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P≤0.05).

Ambos tratamientos comparados con el Testigo comercial (sulfato de cobre 50%) que presento una eficacia de 78.45% (a), donde se considera uno de los mejores fungicidas de contacto que pueden aplicar contra diversos agentes causales, su resultado puede deberse a que el producto es de contacto, destruyendo el sistema enzimático, se crea una oxidación catalítica, bloqueando su proceso respiratorio, ayudando a la inhibición de la síntesis de proteínas, reduciendo

las actividades de la membrana y transferencia de sustancias (Kappes, 2012). Para el caso de los tratamientos que presentaron una efectividad arriba de un 60% fueron *Argemone mexicana* con 65.83% (b), el cual a ha sido reportado contra el desarrollo de *Aspergillus flavus* y *Sclerotinia sclerotiorum*, debido a presenta fenoles que actúan en tres sitios: pared celular, membrana celular y mitocondrias. Una vez que se daña la integridad de la pared celular, la morfología ya no se puede mantener, y las células se vuelven osmóticamente frágiles (Tian *et al*., 2012), lo cual se vio reflejado en la esporulación de *Coprinus* sp. que fue afectada directamente y solo quedo una resequedad en las bolsas de producción de champiñón, por lo que no se disperso la esporulación del hongo tintero. Y en el caso de *Cinnamomum verum*, presento una efectividad de 63.94% (b) lo cual coincide por lo expresado por Burt *et al*., (2003) donde el extracto metanolico afecta la permeabilidad de la membrana y la pérdida de proteínas funcionales que transportan moléculas e iones perturbando la célula microbiana. Esto conduce a la coagulación citoplasmática, la desnaturalización de varias enzimas y proteínas, y la pérdida de metabolitos y iones y por ende la muerte del hongo, esto pudo verse reflejado en la disminución de los cuerpos fructíferos de *Coprinus* sp., ya que se presento ligera esporulación blanca-sucia en la tierra de cobertura (Peat moss). El tratamiento con menor efectividad dentro del experimento fue *Tagetes* sp., con 13.56% (c), lo cual no coincide con lo reportado por Céspedes *et al* (2006) donde *Tagetes lucida* en forma de extracto acuoso presenta acción fungicida sobre los aislamientos de *Sclerotium rolfsii* y sobre *Monilia fructicola* hasta un 60%, lo cual no se reflejó contra *Coprinus* sp.

Conclusiones

Los tratamientos *Ricinus communis* (45%); *Larrea tridentata* (50%); *Larrea tridentata* () y *Argemone mexicana* (45%) pueden ser alternativas viables para el manejo preventido del hongo tintero de forma preventiva en el sustrato de cobertura (turba), sin afectar a primordios de 5-7 cm de longitud, los cuales pueden servir como alternativa agroecológica para los fungicultures en la producción rustica de champiñón, reduciendo el uso de fungicidas convencionales.

Literatura citada

Abbott, W. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18, 256-267.

Araujo, B.S.R., (1997). "Evaluación de la actividad fungicida y aflatoxigénica de extractos de plantas del estado de Sonora para el control de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus".* Tesis profesional. Universidad Autónoma de Sonora, México.

Brinker, F., (1993). *"Larrea tridentata* (D.C) (Chaparral or cresote bush)". *British Journal of Phytoterapy,* 3: 10-30.

Burt, S. A., & Reinders, R. D. (2003). Antibacterial activity of selected plant essential oils against Escherichia coli O157: H7. *Letters in applied microbiology*, *36*(3), 162-167.

Céspedes C. I. J.G. Avila, A. Martínez, B. Cerrato, J. C. Calderón–Mugica, R. Salgado–Garciglia, (2006). Antifungal and antibacterial activities of mexican tarragon *(Tagetes lucida).* Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 3521–3527.

Garibay-Orijel, R. y Ruan-Soto, F. (2014). Listado de los hongos silvestres consumidos como alimento tradicional en México. En A. Moreno-Fuentes y R. Garibay-Orijel (Eds.) La Etnomicología en México. Estado del Arte. (pp. 91-112) Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural (CONACYT); Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Instituto de Biología UNAM; Sociedad Mexicana de Micología; Asociación Etnobiológica Mexicana A.C.; Grupo Interdisciplinario para el Desarrollo de la Etnomicología en México; Sociedad Latinoamericana de Etnobiología. México, D.F.

Gea, F. J., Tello J. C., Navarro M. J. (2010). Efficacy and effects on yield of different fungicides for control of wet bubble disease of mushroom caused by the mycoparasite Mycogone perniciosa. Crop Protection 29:1021-1025.

Hernández, G. R. (2017). Cultiva hongos comestibles ¡Aprovecha sus propiedades nutritivas y medicinales! En Instituto de Ecología. Recuperado de https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia

Jardim CM, Jham GN, Dhingra OD, Freire MM. (2008). Composition and antifungal activity of the essential oil of the Brazilian *Chenopodium ambrosioides* L. J Chem Ecol. 34(9):1213-1218.

Jasso de Rodríguez, D., Rodríguez-García R., Hernández-Castillo, F.D., Villarreal Quintanilla, J.A., Galván-Cendejas, A., (2007). "Antifungal effects *in vitro* of semiarid plant extracts against post-harvest fungi". *AAIC Annual Meeting: Bringing Industrial Crops into the Future.* October 7-10. Portland, Maine.

Jeyaseelan EC, Jashothan P. (2012). Control in vitro de Staphylococcus aureus [NCTC 6571] y Escherichia coli (ATCC 25922) por *Ricinus communis* L. Asian Pac J Trop Biomed; 2(9):717–21.

Kappes, Tomás, Domínguez, Mariana, Bello, Helia, Mella, Sergio, Riedel, Gisela, & González-Rocha, Gerardo. (2012). Actividad de cobre sobre bacilos gramnegativos multi-resistentes aislados en hospitales chilenos. Revista chilena de infectología, 29(6), 622-627.

Kumara, S. M., Sudipta, K. M., Lokesh, P., Neeki, M. A., Rashmi, W., Bhaumik, S. H., Darshil, S. H., Vijay, R., y Kashyap, S. S. N. (2012). Phytochemical screening and in vitro antimicrobial activity of *Bougainvillea spectabilis* flower extracts. International Journal of Phytomedicine, 4, 375-379.

Martínez-Carrera, D., Morales, P., Pellicer-González, E., León, H., Aguilar, A., Ramírez, P.; Ortega, P., Largo, A., Bonilla, M. y Gómez, M. (2002). Studies on the traditional management, and processing of matsutake mushrooms in Oaxaca, Mexico. Micologia Aplicada International 14 (2): 25-43.

Milijašević-Marčić, S., Stepanović M., Todorović B., Duduk B., Stepanović J., Rekanović E y Potočnik I. (2016). Biological control of green mould on Agaricus bisporus by a native Bacillus subtilis strain from mushroom compost. Journal Plant Pathol. 11 p. DOI 10.1007/s10658-016-1107-3.

Oei, P. (1991). Manual of mushoom cultivator. Tool Foundation, Amsterdam. 249 p.

Prasad C, Shukla R, Kumar A, Dubey N. (2010). *In vitro* and *in vivo* antifungal activity of essential oils of *Cymbopogon martini* and *Chenopodium ambrosioides* and their synergism against dermatophytes. Mycoses. 53(2):123-129.

Reyes-Quintanar, C. K., Martínez-Carrera D., Morales Almora P., Sobal-Cruz M., Escudero-Uribe A. H. y Ávila-Acevedo J. C. (2014). Efecto del extracto de ruda (Ruta graveolens) en el crecimiento micelial de *Trichoderma* Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5(8):1433-1446.

Ruan-Soto, F.; Sánchez, J. E.; Noyola-Méndez, L.; Ramírez-Terrazo, A.; Garibay-Orijel, R.; Cifuentes, J. (2025). Aprovechamiento de los hongos comestibles en México: una tradición que trasciende al futuro. Lilloa 62 – Suplemento N° 1: “Hongos comestibles en Latinoamérica”: 181-202. doi: https://doi.org/10.30550/j.lil/1822

Sánchez, J. E., Royse, D. J. y Leal Lara, H. (2007). Cultivo, mercadotecnia e inocuidad alimenticia de Agaricus bisporus. El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula.

Samuels, G. J., Dodd S. L, Gams W., Castlebury L. A. y Petrini O. (2002) Trichoderma species associated with the green mold epidemic of commercially grown Agaricus bisporus. Mycologia. 94(1):146-170.

Stamets, P. y Chilton J. S. (1983). The mushoom cultivator. Ed. Agarikon Press. 415 p

Tequida-Meneses, M., Cortez-Rocha, M., Rosas-Burgos, E.C., López-Sandoval, S., Corrales-Maldonado, C., (2002). "Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus, Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum, Penicillium expansum, Fusarium moniliforme* y *Fusarium poaé". Rev Iberoam Micol.,* 19: 84-88.

Tian, J; Ban, X; Zeng, H; He, J; Chen, Y: Wang, Y. (2012) The mechanism of antifungal action of ess ential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*. PloS one. 7(1).

Verma, R. N. (2017). Enfermedades de las setas *Pleurotus* spp. En la biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp. 8: 149-173.

Estudio fitoquímico del extracto hexánico de las hojas de *Calatola mollis*

Fabiola Angélica López Huerta, Gabriela Salazar Cervantes, Benito Reyes Trejo.

Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. flopezh@chapingo.mx

Introducción

México es un país que cuenta con una amplia biodiversidad de plantas, por lo que, dentro de los retos para el estudio de esta, se encuentra la exploración para hallar nuevas especies y su análisis no sólo taxonómico y ecológico, sino químico, debido a que las especies vegetales son una de las fuentes más importantes de compuestos bioactivos (Newman & Cragg, 2020). Como mencionan Balunas y Kinghorn (2005) las sustancias químicas responsables de dichas actividades biológicas son los llamados productos naturales o metabolitos secundarios que poseen alta diversidad química, especificidad bioquímica, así como propiedades farmacológicas y además son herramientas que permiten investigar las interacciones ecológicas que existen en la naturaleza, lo cual es necesario para la conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad.

El género *Calatola* se distribuye en México, Centroamérica y la región norte de Sudamérica hasta Brasil y Bolivia cuenta con ocho especies de árboles. En México existen cuatro especies, *Calatola mollis* Standl., *C. laevigata* Standl., *C. costaricensis* Standl. y C*. uxpanapensis* (Vera-Caletti & Wendt, 2001).

C. mollis es una especie endémica de México que pertenece a la familia de las Icacinaceas es un árbol de hasta de 20 m de altura, de hojas grandes elípticas, flores en espiga y fruto parecido al aguacate. Los frutos, semillas y hojas se consumen, aunque cabe mencionar, la almendra del hueso de su fruto es vomitiva y purgante, la madera es resistente a insectos y se usa para la fabricación de muebles, otro de los usos reportados es como pigmento (Vera-Caletti & Wendt,

2001). En 2015 el grupo de Reyes-Trejo y colaboradores (Villa-García et al., 2015) realizó el estudio del extracto metanólico de las hojas de *C. mollis* en el cual se reportó el hallazgo de un *nor*-iridoide, no informado previamente en la literatura, el cual fue nombrado como Chapingólida, siendo éste el primer y único reporte del contenido metabólico de esta especie. Por lo que es pertinente la búsqueda de nuevas substancias de interés farmacológico, agroalimentario y ecológico presentes en *C. mollis* que permitan ampliar el espacio químico y biológico de los productos naturales particularmente de este género que ha sido relativamente poco estudiado desde el punto de vista químico.

C. mollis es una especie vegetal endémica de México, la cual solo cuenta con un estudio fitoquímico informado en la literatura, por lo que es necesario realizar nuevas investigaciones sobre su contenido metabólico con el fin de generar conocimiento científico sobre la especie y contextualizarlo con el conocimiento de las especies del género ya analizadas químicamente y los diversos usos dado a esta planta.

Objetivo general:

Generar conocimiento científico referente a los productos naturales presentes en las hojas de *C. mollis*

Objetivos específicos:

- Aislar los metabolitos secundarios a partir del extracto hexánico de las hojas de *C. mollis* empleando los procedimientos convencionales de investigación química.
- Caracterizar los metabolitos secundarios presentes en *C. mollis* mediante el análisis de los datos obtenidos a partir de diferentes técnicas espectroscópicas y espectrométricas.

Materiales y métodos

Para el aislamiento de los metabolitos secundarios presentes en esta especie vegetal se llevará a cabo la maceración de las hojas con hexano. Para el fraccionamiento primario, se realizará una cromatografía en columna abierta de sílice (CCA) de polaridad creciente del sistema de elución hexano:acetato de etilo. Para los fraccionamientos posteriores, será secuencial el uso de CCA con sistemas de elución diversos en función del aislamiento realizado.

Finalmente, la caracterización de los compuestos se llevará a cabo mediante sus constantes físicas y el uso métodos espectroscópicos y espectométricos (Espectroscopia de infrarrojo, resonancia magnética nuclear y espectrometría de masas).

Resultados y discusión

Se llevó a cabo la colecta del material vegetal (hojas de *Calatola mollis*) en Teziutlán, Puebla (Figura 1). Posteriormente 30 g de hojas se sometieron a un proceso de extracción por la maceración de consecutiva durante tres días con hexano (Figura 2).

Se obtuvo el extracto hexánico mediante destilación a presión reducida. Se obtuvieron 20 g de extracto el cual fue sometido a fraccionamiento primario mediante cromatografía en columna abierta de sílice con sistema de elución de polaridad ascendente (Figura 3) lo que permitió obtener 252 fracciones (Figura 4) las cuales fueron agrupadas se con base en la similitud de su perfil cromatográfico (Figura 5) con la perspectiva de seguir llevando a cabo el aislamiento y caracterización de los metabolitos secundarios presentes en esta especie.



Fig. 1 C. mollis



Fig. 2. Maceración de las hojas de C. mollis



Fig. 3. Fraccionamiento primario

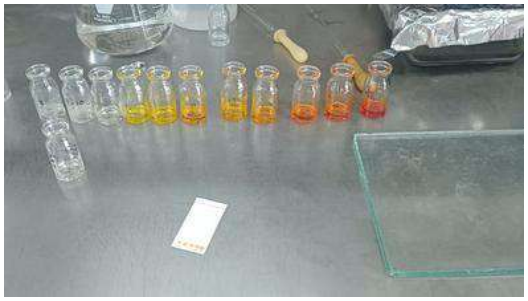


Fig. 4. Fracciones de C. mollis

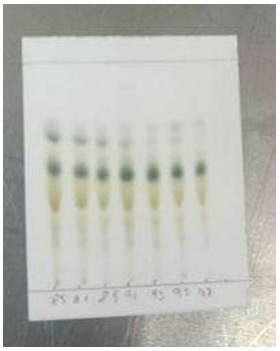


Fig. 5. Seguimiento cromatográfico del fraccionamiento primario

De la exploración cromatográfica inicial se seleccionaron cinco fracciones. Las cuales se sometieron a cromatografías sucesivas hasta lograr el aislamiento de compuestos. Estos fueron nombrados, inicialmente, con el nombre de la fracción de la que se obtuvieron, hasta su elucidación, según la información proporcionada por espectroscopia de RMN.

F2 (14.4 mg): Ácido graso

F3 (82.5 mg): Ácido graso

F4 (11.7 mg): Ácido graso

F6 (121.5 mg): β-sitosterol

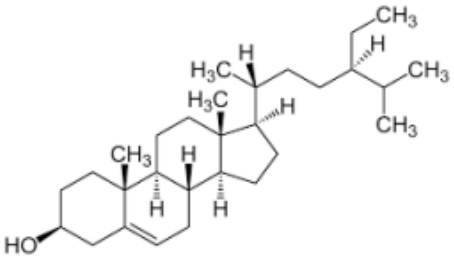


Fig. 6. β-sitosterol

Conclusiones

Mediante el uso de diversas técnicas de investigación fitoquímica fue posible obtener el fraccionamiento primario de las hojas de *C. mollis*, el cual mediante un seguimiento cromatográfico preliminar pone de manifiesto la presencia ácidos grasos y esteroles, así como de otros posibles metabolitos secundarios cuya identificación y caracterización resulta importante en la contribución del estudio fitoquímico de esta especie vegetal.

Literatura Citada

Balunas, M. J., & Kinghorn, A. D. (2005). Drug discovery from medicinal plants. *Life Sciences*, *78*(5), 431-441. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2005.09.012

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal Of Natural Products*, *83*(3), 770-803. https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285

Vera-Caletti, P., & Wendt, T. (2001). Una nueva especie de Calatola (Icacinaceae) de México y Centroamérica. *Acta Botanica Mexicana*, *54*, 39-49. https://doi.org/10.21829/abm54.2001.867

Villa-García, M., Borja-De-La-Rosa, M. A., Zuleta-Prada, H., Toscano, R. A., & Reyes-Trejo, B. (2015). Structure and Absolute Configuration of the 11-Noriridoid "Chapingolide". *Heterocycles*, *91*(7), 1417. https://doi.org/10.3987/com-15-13216

Evaluación de una turbina eólica horizontal de 3 alabes en condiciones de laboratorio

Valaur Ekbalam Márquez-Baños*, Ricardo Domínguez Puerto, Mizraim Alejandro Hernández Munguía

Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.
*vmarquez@chapingo.mx

Introducción

Hoy en día, el uso de la energía eléctrica es fundamental para el desarrollo humano, tanto a nivel social como individual. A nivel colectivo, la energía es indispensable para la provisión de servicios esenciales como el suministro de agua potable, drenaje, salud, educación, iluminación y transporte (Sánchez-Santillán, 2021). Por otra parte, en el ámbito individual, el consumo energético suele asociarse al uso doméstico, ya que el hogar representa el espacio donde las personas buscan bienestar y confort, proporcionados por servicios como la cocina, ventilación, iluminación y dispositivos tecnológicos, los cuales contribuyen directamente a la productividad humana (Espinosa-Dorado, 2021).

Si bien existe conciencia sobre la necesidad energética básica de la población mundial, aún persisten hogares con dificultades para acceder al servicio eléctrico, ya sea por su costo o por la falta de disponibilidad (Espinosa-Dorado, 2021). Con el propósito de garantizar energía para toda la población, los Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobaron en 2015 el Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 (ODS 7) de la Agenda 2030, el cual establece la meta de asegurar el acceso universal a energía asequible, confiable y moderna para el año 2030 (ONU, 2015). Derivado de este compromiso, en 2021 la ONU reportó que el 13% de la población mundial carecía de acceso a la electricidad, cifra que disminuyó a 9% en 2023, lo que equivale a 675 millones de personas (ONU, 2023).

En cuanto a las tecnologías de generación eólica, un aerogenerador convencional y un aerogenerador de micropotencia difieren principalmente en capacidad, aplicación, tamaño y costos asociados. Los aerogeneradores convencionales pueden generar desde 100 kilovatios (kW) hasta varios megavatios (MW) y suelen emplearse en parques eólicos conectados a la red eléctrica nacional. En contraste, los aerogeneradores de micropotencia están diseñados para producir pequeñas cantidades de energía, generalmente por debajo de 1 kW, siendo comunes los modelos con potencias entre 100 y 500 watts (Zemamou, Aggour & Toumi, 2017).

El diseño del generador depende directamente de la cantidad de energía mecánica inducida por la turbina, la cual constituye un elemento clave dentro del sistema aerogenerador. Por ello, diversos investigadores han centrado sus esfuerzos en optimizar el diseño de las turbinas, evaluando parámetros como la orientación del eje de rotación (horizontal o vertical), el número y la separación de los alabes, o los ángulos de torsión, con el fin de captar la mayor cantidad posible de energía cinética del viento (Ramírez, Parra, & González, 2012; Díaz & Páez, 2009; Rudolph Oppliger, 2022). De acuerdo con la ley de Betz, únicamente es posible aprovechar alrededor del 60% del potencial eólico disponible (Betz, 1966). En el mercado existen diversos tipos de turbinas; entre ellas, las turbinas tipo Savonius, que poseen un eje vertical y se caracterizan por operar independientemente de la dirección del viento y con velocidades relativamente bajas, alcanzando eficiencias de hasta 37% del potencial eólico (Zemamou, Aggour, & Toumi, 2017).

Aunque las tecnologías mencionadas han demostrado resultados sobresalientes, también presentan desventajas, entre las que destacan la contaminación visual y auditiva generada por algunos sistemas aerogeneradores (Fadigas, 2011; Van der Zwaan & Rabl, 2003). Esto pone de manifiesto que aún existe un amplio campo de investigación para optimizar el diseño y desempeño de estos sistemas de generación. En este contexto, el desarrollo de aerogeneradores

de micropotencia se ha visto fortalecido por el uso de herramientas de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD, por sus siglas en inglés), las cuales permiten optimizar la geometría y mejorar la eficiencia de conversión energética (Arpino et al., 2017; Lanzafame, Mauro, & Messina, 2013). Mediante la CFD, es posible analizar el comportamiento del flujo de aire alrededor de la turbina, evaluar el impacto de distintos parámetros de diseño y predecir su desempeño aerodinámico antes de construir el prototipo físico (Kale, Gunjal, Jadhav, & Tanksale, 2013; Wang & Zhan, 2013).

En el presente trabajo se analiza la eficiencia de una turbina de tres alabes bajo condiciones controladas en un túnel de viento. Además, se desarrolla un modelo CFD del sistema, el cual se valida con los datos experimentales, permitiendo así identificar oportunidades de mejora para futuras versiones del diseño.

Materiales y Métodos

En este estudio se evaluó el desempeño de una turbina eólica de eje horizontal con tres alabes, fabricada mediante impresión 3D, con un diámetro total de 14 cm. Las pruebas experimentales se realizaron en un túnel de viento a una velocidad constante de 18.2 m/s.

Las mediciones de potencia eléctrica en condiciones estáticas (sin flujo de aire) se efectuaron utilizando un multímetro de corriente directa, mientras que los valores de torque fueron obtenidos con un torquímetro FUTEK. La eficiencia del aerogenerador bajo condiciones de flujo se determinó a partir de las lecturas de voltaje y corriente en función de la carga eléctrica aplicada, la cual se generó mediante una serie de focos incandescentes que actúan como resistencias, provocando diferentes niveles de consumo de potencia.

De manera complementaria, se realizaron simulaciones numéricas en el software ANSYS Fluent, empleando el modelo de turbulencia k–ω SST, ampliamente validado para flujos de tipo aerodinámico. La geometría computacional se malló con elementos poliédricos en la región próxima a la turbina —para capturar

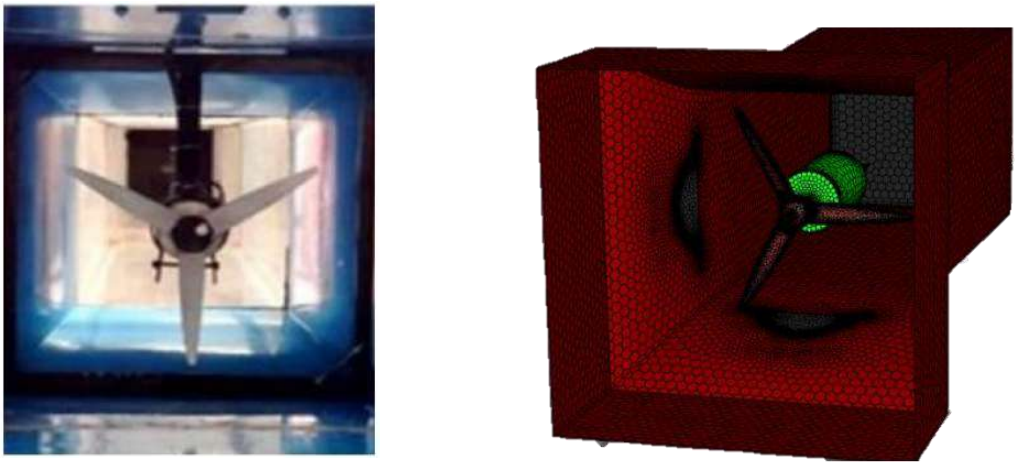
con mayor precisión los gradientes de velocidad y presión— y con elementos hexaédricos en el resto del dominio, optimizando así la calidad del mallado y el tiempo de cálculo.

Asimismo, se efectuó un análisis de independencia de malla, que consistió en comparar los resultados obtenidos con distintos niveles de refinamiento hasta que el error relativo en la variable de interés (el torque) resultó despreciable. Para ello, se duplicó progresivamente el número de elementos en cada iteración del mallado, tanto para el modelo base como para las variantes de aerogenerador consideradas, según se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis de independencia de malla.

Malla	Número de elementos	Torque (N*m)
1	639,139	0.9097
2	1,080,893	0.6165
3	2,191,718	0.6500
4	4,541,751	0.6597

La malla 3 compuesta por 2,191,718 elementos ofrecen un equilibrio adecuado entre precisión y costo computacional teniendo error de 0.32% respecto a la malla 4. Esta configuración se representa en la Figura 1. Las simulaciones se realizaron bajo condiciones representativas del túnel de viento, utilizando esquemas de rotación MRF (Multiple Reference Frame).



(a) (b)

Figura 1. Turbina montada en el túnel de viento (a) y Malla computacional del sistema (b).

Resultados y Discusión

El análisis del aerogenerador se llevó a cabo bajo el supuesto de condiciones estacionarias, haciendo girar el aerogenerador mediante una fuente de poder, esto con la finalidad de conocer el torque neto necesario para girar la turbina a una determinada velocidad sin las perdidas por fricción generadas en el motor de aerogenerador.

Estos resultados del análisis usaron como validación mediante un estudio comparativo entre los valores de torque simulados y los medidos experimentalmente. En la Figura 2, se observa que el error mínimo y máximo en las simulaciones fue de 4.36% y 12.7%, respectivamente, con un error promedio del 9.27% en todos los puntos evaluados. Estos valores se encuentran dentro de un margen aceptable, lo cual respalda la validez del modelo computacional empleado.

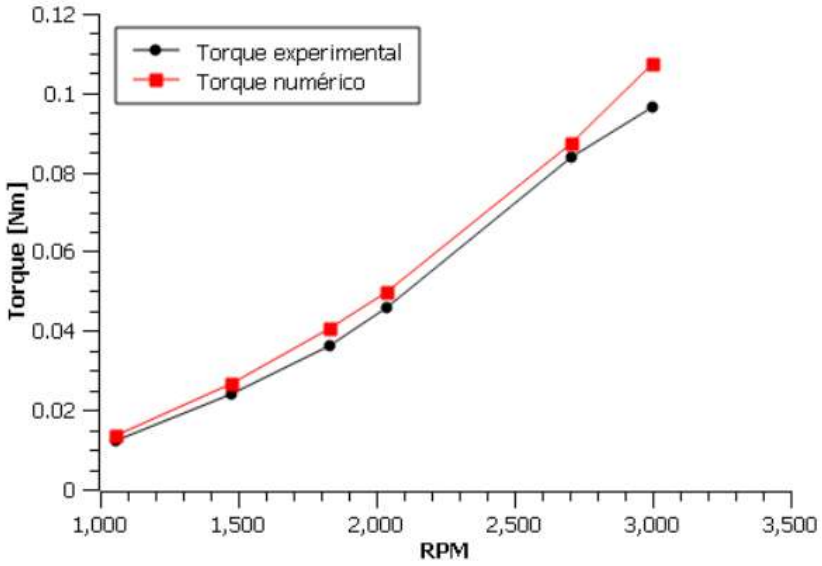


Figura 2. Malla computacional del túnel de viento (a) y de la turbina (b).

En cuanto a la eficiencia del aerogenerador, esta se calcula relacionando la potencia electica producida ($P_{eléctrica}$)y la potencia del viento (P_{viento}), mediante la siguiente ecuación:

$$Eficiencia = \frac{P_{\text{eléctrica}}}{P_{\text{viento}}} = \frac{\text{IV}}{0.59(0.5\rho A v^3)} \quad (1)$$

Donde ρ es la densidad del aire, A el área proyectada de la turbina, v es la velocidad del viendo, I y V son la intensidad de corriente y el voltaje producido por aerogenerador, respectivamente.

Los resultados de este análisis se presentan en la Figura 3, en donde se puede notar que el aerogenerador alcanzó una eficiencia máxima del 21.59%, generando una potencia de 15.2 W a una velocidad de viento de 18.19 m/s y una velocidad angular de 3224 RPM. Una vez superado este punto máximo, eficiencia cae abruptamente.

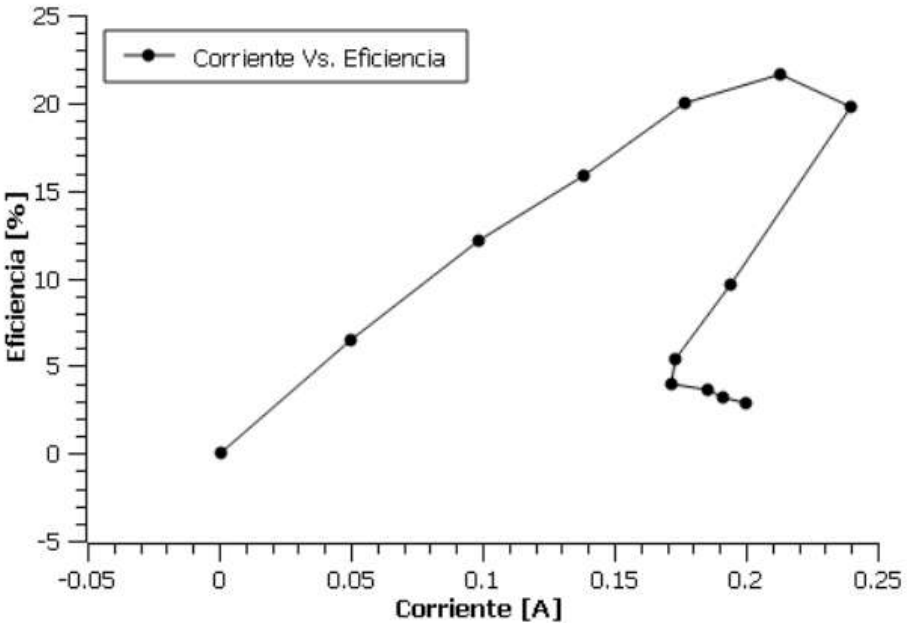


Figura 3. líneas de corriente generadas por la turbina de 3 alabes.

Conclusiones

El presente estudio permitió evaluar el desempeño aerodinámico y energético de una turbina eólica horizontal de tres álabes, a través de un enfoque combinado experimental y numérico. La implementación del prototipo en el túnel de viento, junto con la obtención de datos de torque y potencia, proporcionó una base sólida para validar los resultados obtenidos por medio de simulación CFD. La comparación entre los valores simulados y medidos del torque arrojó un error promedio del 9.27%, lo que valida la precisión del modelo propuesto dentro de márgenes aceptables. Asimismo, se obtuvo una eficiencia máxima del 21.59%, con una potencia generada de 15.2 W a una velocidad de viento de 18.19 m/s, lo que demuestra el potencial del aerogenerador como sistema de microgeneración para aplicaciones en zonas rurales.

Bibliografía

Arpino, F., Cortellessa, G., Dell'Isola, M., Scungio, M., Focanti, V., Profili, M., & Rotondi, M. (2017). CFD simulations of power coefficients for an innovative Darrieus style vertical axis wind turbine with auxiliary straight blades. Journal of Physics: Conference Series, 923(1), 012036. doi: 10.1088/1742-6596/923/1/012036

Betz, A. (1966). Introduction to the theory of flow machines. Elsevier.

Díaz, A. E., & Páez, L. E. B. (2009). Modelo matemático de un aerogenerador. Visión electrónica, 3(2), 48-60.

Espinosa-Dorado, A. L. A. C.-N., Martha Patricia (2021). Características de la pobreza energética en México: un enfoque desagregado. Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 14(30), 77-116.

Fadigas, E. (2011). Energia eólica. Série sustentabilidade. São Paulo: Manole.

Kale, S. A., Gunjal, Y. R., Jadhav, S. P., & Tanksale, A. N. (2013, 10-12 April 2013). CFD analysis for optimization of diffuser for a micro wind turbine. Paper presented at the 2013 International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability.

Lanzafame, R., Mauro, S., & Messina, M. (2013). Wind turbine CFD modeling using a correlation-based transitional model. Renewable Energy, 52, 31-39. doi: https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.10.007

ONU. (2015b). Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Retrieved 16/12/2024, 2024, from https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/

ONU. (2023). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible Edición Especial (pp. 26-27).

Ramírez, R. G., Parra, M. S., & González, R. H. (2012). Investigación, desarrollo e innovación tecnológica de sistema del control de aerogeneradores. Boletín IIE, Abril–Junio-2012.

Rudolph Oppliger, A. F. (2022). Modelamiento del sistema electromecánico de un aerogenerador.

Sánchez-Santillán, O. (2021). Análisis de la pobreza energética y su impacto en el desarrollo sustentable de México. (Tesis de Doctorado), Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Van der Zwaan, B., & Rabl, A. (2003). Prospects for PV: a learning curve analysis. Solar energy, 74(1), 19-31.

Wang, Y.-F., & Zhan, M.-S. (2013). 3-Dimensional CFD simulation and analysis on performance of a micro-wind turbine resembling lotus in shape. Energy and Buildings, 65, 66-74. doi: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.05.045

Zemamou, M., Aggour, M., & Toumi, A. (2017). Review of savonius wind turbine design and performance. Energy Procedia, 141, 383-388. doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.047



Página Legal

MEMORIA ELECTRÓNICA. Obra a cargo de la Subdirección de Investigación y Servicio del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, bajo la titularidad de la M. C. Alejandra Villafuerte Salazar como Subdirectora.

La compilación, edición y formato de esta Memoria se realizaron por la Lic. María Guadalupe Mora Pizano de la Subdirección de Investigación y Servicio del Departamento de Preparatoria Agrícola. El contenido de los trabajos es responsabilidad de las y los autores.

Diseño gráfico de María Yenni Gayosso López
D.R. © Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México.