



Coordinadoras de la mesa 3

Rosa María García Núñez

Graciela Huerta Miranda

Amelia Rendón García

2





Índice

Comportamiento de <i>Tithonia diversifolia</i> en condiciones de trópico seco en el Valle de Iguala, estado de Guerrero.....	4
Filiberto Anzures-Olvera, Oscar M. Antúnez-Ocampo, Agustín Olmedo-Juárez, Pedro Mendoza-de Gives.....	5
Valor de importancia ecológica de helechos arborescentes en Huehuetla, Puebla.....	12
María Elena Cipriano Esteban, María Sol Robledo Y Monterrubio, Higinio Francisco Arias Velázquez, Julio Cesar Buendía Espinoza.....	12
Evaluación del efecto antisecretor de tres lactonas sesquiterpénicas obtenidas de <i>Calea urticifolia</i>	29
Fernanda Jehytzel Pablo Cruz, Arantza Valdivia Salas, Jesús Arrieta Valencia, María Elena Sánchez Mendoza.....	29
Evaluación Económica de un proyecto de inversión para una empresa apícola en Chihuahua.....	41
Alvarado Venegas Iris Josefina, Macías López María Guadalupe, Ortega Montes Fabiola Iveth, Alonso Gómez Martín Armando.....	41
Las UMAs como factor de economía social, caso de estudio el rancho de Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná.....	51
Gerardo Alfonso Aviles-Ramírez, Héctor Octavio Guerrero-Turiza, Mirsha Gabriela Magaña-Cruz, Larisa Genoveva Ordoñez-Ruíz.....	51
Estrategias de marketing para apoyar la conservación del Ajolote <i>Ambystoma mexicanum</i> en el Acuario-Invernadero Chapingo.....	62
Arias Velázquez Higinio Francisco, Robledo y Monterrubio María Sol, Arias Robledo Gerardo.....	62
Determinación del potencial antagonista de extractos del musgo <i>Dendropogonella rufescens</i> (Schimp.).....	79

3

Áreas temáticas

 Matemáticas y Física Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.	 Economía, Ciencias Sociales y Humanidades Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.	 Ciencias Biológicas y Agronómicas Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.	 Química Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.
--	--	---	---



Néstor Emanuel Hernández-Vidal, Holber Zuleta-Prada, Diana Becerra-Morales y Diana Guerra-Ramírez	79
Metodología para Elaborar Propuestas de Desarrollo Integral en Comunidades Forestales	87
Aurelio Bastida Tapia	87
La Agricultura Protegida en México, una Historia de Medio Siglo de Desarrollo	105
Aurelio Bastida Tapia	105
Creación del laboratorio de geomática en el área académica de agronomía del departamento de Preparatoria Agrícola- UACH.....	122
Julián Mares Valverde, Paul Reyes Ayala.....	122
Control de ácaros en el lagarto de collar <i>Sceloporus torquatus</i> por medio de bioinsecticidas.....	137
Robledo y Monterrubio María Sol , Arias Velázquez Higinio Francisco, Arias Robledo Mara Joselin, Arias Robledo Marisol, Guerrero Ameza Otoniel.....	137
Caracterización de la Economía Campesina y la Producción Agrícola de Temporal en Tlaxcala	149
Sergio Cruz Hernández, Gerardo Noriega Altamirano, Alexander Martínez Hernández	149
Inhibición del crecimiento micelial de <i>Botrytis</i> sp. y <i>Rhizopus</i> sp. empleando residuos de café y nanopartículas de quitosano.	160
Gonzalo Hernández-López, Laura Leticia Barrera-Necha	160
Índice de agrobiodiversidad en Sistemas Agroforestales del semiárido Guanajuatense.....	178
Rosa María García Núñez, Francisco de Jesús Reyes Sánchez.....	178

4

Comportamiento de *Tithonia diversifolia* en condiciones de trópico seco en el Valle de Iguala, estado de Guerrero





Filiberto Anzures-Olvera¹, Oscar M. Antúnez-Ocampo, Agustín Olmedo-Juárez, Pedro Mendoza-de Gives

Resumen

El uso de árboles y arbustos forrajeros es una alternativa potencial para la ganadería tropical. El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) es una especie con alto valor nutricional por su nivel de proteína cruda, que duplica al contenido de las gramíneas tropicales, es por lo que se utiliza para mejorar la calidad de la alimentación animal. Se planteó como objetivo evaluar el comportamiento de *Tithonia diversifolia*, en arreglo de bancos forrajeros en condiciones de trópico seco, en el Valle de Iguala, Guerrero. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento. Las unidades experimentales fueron parcelas de 25 m². Se utilizó estadística descriptiva para los resultados de producción de forraje, altura de planta y número de tallos. El peso promedio fue de 2.0 kg, la altura de 120 cm y 11 tallos por planta. Se concluye que *Tithonia diversifolia* presenta potencial de adaptación a diferentes condiciones climáticas y podría contribuir a la producción de alimento de buena calidad en programas de suplementación estratégica para las épocas críticas en sistemas ganaderos.

Palabras clave: bancos forrajeros, recursos locales, Árnica

Abstract

Using forage trees and shrubs is a potential alternative for tropical livestock farming. Buttercup (*Tithonia diversifolia*) is a species with high nutritional value due to its level of crude protein, which doubles the content of tropical grasses, which is why it is used to improve the quality of animal feed. The objective was to evaluate the performance of *Tithonia diversifolia*, in a forage bank arrangement under dry tropical conditions, in the Iguala Valley, Guerrero. A randomized complete block design was used, with four repetitions per treatment. The experimental units were plots of 25 m². Descriptive statistics were used for forage production, plant height, and number of

¹ Campo Experimental Iguala-INIFAP, Iguala de la Independencia, Guerrero. México. C.P. 40000. INIFAP/Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, Jiutepec, Morelos. México. C.P. 62550. *Autor de correspondencia: anzures.filiberto@inifap.gob.mx

Áreas temáticas





stems. The average weight was 2.0 kg, the height was 120 cm, and 11 stems per plant. It is concluded that *Tithonia diversifolia* has the potential to adapt to different climatic conditions and could contribute to the production of good quality food in strategic supplementation programs for critical periods in livestock systems.

Keywords: forage banks, local resources, Arnica

Introducción

Los forrajes son la principal fuente de alimento de los rumiantes en el trópico; sin embargo, la composición nutricional de la gran mayoría de las gramíneas tropicales es variable y presentan altos contenidos de fibra y baja digestibilidad (Arias-Gamboa *et al.*, 2023), lo cual promueve la metanogénesis con la consiguiente producción de metano. Por esta razón, se buscan alternativas alimenticias que incrementen la calidad de la dieta ofrecida a los animales y que estén disponibles durante todo el año (Navas-Panadero y Barrera, 2019). Dentro de las alternativas, se encuentra la utilización de bancos forrajeros de especies arbóreas y arbustivas de alta calidad nutricional que aportan altos contenidos de proteína, menos fibra y lignina, y que son más digestibles y han demostrado ser una estrategia viable para la suplementación de los rumiantes en el trópico. Las fracciones de las especies arbóreas y arbustivas más consumidas por los rumiantes son los tallos tiernos (<10 mm), las hojas y los frutos comestibles (Palma y Torres, 2020).

El botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) es una especie arbustiva no leguminosa nativa del sur de México y centro América que posee características agronómicas y nutricionales que la hacen destacar como un forraje de alta calidad para la alimentación de rumiantes en zonas tropicales, y es utilizada en bancos de proteína (Murgueitio, 2023), además presenta resistencia a condiciones de corte permanente, mejora el reciclaje de nutrientes en el suelo y previene la erosión. Adicionalmente es utilizada en programas de suplementación estratégica durante las épocas críticas. De acuerdo con Alonso *et al.* (2024) el uso del forraje de esta arbustiva es considerado una medida de adaptación al cambio climático; asimismo, algunos productores han establecido arreglos

6





silvopastoriles como estrategia de adaptación a las nuevas condiciones climáticas (Murgueitio, 2023).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de *Tithonia diversifolia*, en arreglo de bancos forrajeros en condiciones de trópico seco, en el valle de Iguala, estado de Guerrero.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en los terrenos experimentales del Campo Experimental Iguala del INIFAP, localizado en Iguala de la Independencia, Guerrero, México (18.35° N, 99.50° W y 751 msnm), donde el suelo presentó textura franco arcilloso. El sitio experimental es de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano con precipitación anual de 1100 mm (Aw0, García, 2004). En el año 2023, durante la época lluviosa, se estableció un ensayo con cuatro parcelas de *T. diversifolia*, cada una de ellas de 25 m², separadas por un callejón de 1.5 m de ancho. Las plantas tuvieron una fase de vivero de dos meses y posteriormente se llevaron a campo (a la edad de cuatro meses). La siembra se realizó ahoyando a una distancia de 1x1 m. Cuatro meses después de la plantación se hizo un corte de uniformización de las plantas a 0.50 m del suelo, y transcurrido el tiempo de rebrote (50 días) se efectuó el muestreo de producción de forraje. Desde vivero hasta su manejo en campo no se realizó ninguna práctica agrícola; es decir, no se fertilizó ni se aplicó herbicida y ni riego. La producción de forraje verde de la planta completa y sus fracciones (hojas y tallos) se determinó mediante la cosecha de nueve arbustos por parcela, seleccionados al azar. El muestreo se realizó en el mes de diciembre. Previo al corte, se midió la altura diferencial de la planta (cm) (desde el extremo superior de la planta hasta el ápice de la rama apical) y el número de tallos (conteo visual). Las plantas se cortaron a 0.50 m del suelo y se pesó cada individuo por separado. Luego se fraccionó en hojas y tallos y se pesó cada una de sus partes a fin de determinar la proporción y relación de biomasa entre las fracciones (hoja-tallo). Los datos de las variables climáticas fueron tomados mediante una estación climática (Weather-Link®). El análisis de los datos se realizó usando el programa SAS y los resultados se describieron mediante estadística descriptiva.

Resultados y discusión





En la Figura 1, se puede observar el comportamiento de las variables climáticas las cuales fueron cambiantes durante los meses del manejo del experimento, lo cual tuvo impactó visual en el comportamiento de la especie a lo largo del año. Es importante indicar que el cultivo se desarrolló en un período bastante seco (mayo-julio), con precipitaciones que sumaron en total 122.8 mm durante todo el período de crecimiento de las plantas. Otro factor climático de gran importancia para la especie fue la precipitación, la cual fue baja en el periodo de recuperación de las plantas previo al corte, además, se presentaron mayores temperaturas en el corte, todas estas situaciones alteraron la producción de biomasa y la relación hoja-tallo. Por otro lado, la planta completa registró una producción de forraje verde (FV) de 20 t ha⁻¹ año⁻¹, equivalente a 5.30 t ha⁻¹ año⁻¹ de MS. En cuanto a la producción de FV y MS entre las fracciones de la planta no se observaron diferencias estadísticas (Cuadro 1).

8

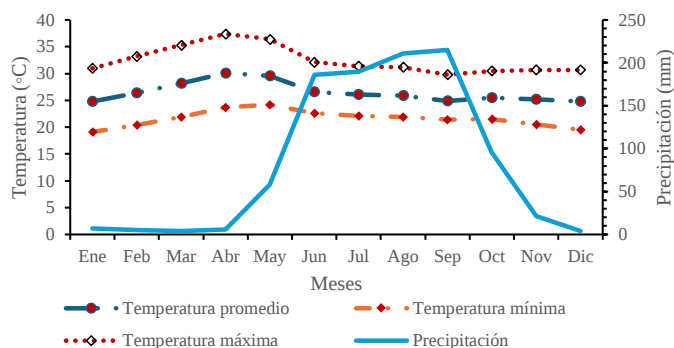


Figura 1.- Comportamiento de la precipitación y la temperatura (máxima, media y mínima) durante la evaluación de bancos forrajeros de *Tithonia diversifolia* en Iguala, Guerrero.

Cuadro 1.- Producción promedio de biomasa de la planta completa, en forraje verde (FV) y materia seca (MS) de *T. diversifolia* en bancos forrajeros.





	$\text{g}^{-1} \cdot \text{planta}^{-1} \cdot \text{corte}^{-1}$	
	Biomasa (verde)	Biomasa (MS)
Planta completa	2000.6	530.0
Hojas	790.0	175.0
Tallos	1151.5	355.3
Coefficiente de Variación	7.3	7.8

Se ha descrito que la producción de forraje está determinada por múltiples factores, como las condiciones climáticas previas al corte, la densidad de siembra, fertilización, condiciones fisicoquímicas del suelo y el tiempo de recuperación de los arbustos (Mahecha y Rosales, 2005). En este sentido, Navas-Panadero y Barrera, (2019) observaron que, a pesar de la restricción hídrica y altas temperaturas, *T. diversifolia* es capaz de producir forraje bajo estas condiciones extremas, mostrando potencial para mejorar los sistemas de alimentación en los periodos críticos, donde especies gramíneas tienden a ser más vulnerables a las condiciones climáticas extremas.

9

En diversas investigaciones se ha documentado el potencial productivo de *T. diversifolia*. Por ejemplo, la producción de forraje verde se reportó un rango de 30 a 70 t ha⁻¹ año⁻¹, dependiendo de la densidad de siembra (Mahecha y Rosales, 2005), producciones superiores a la registrada posiblemente debido a la menor densidad de siembra utilizada en esta investigación, y por las condiciones físicas y químicas del suelo donde se establecieron los bancos.

Por otro lado, Arias-Gamboa *et al.* (2023) obtuvieron una producción de 25.5 t ha⁻¹ año⁻¹ de MS y mayor producción de tallos que de hojas, estos resultados de producción es superior al obtenido (5.3 t ha⁻¹ año⁻¹) mientras que en la relación de fracciones de la planta, se obtuvo un comportamiento similar.

La producción por planta a los 120 días fue mayor de 2 kg, la cual es menor a la reportada por Alonso *et al.* (2024) en genotipos recolectados en el estado de Chiapas en la misma edad de corte. Así mismo Katto y Salazar (1995) reportaron pesos por planta más altos (3.08, 3.22 y 3.41 kg) para poblaciones de 2.66, 1.77 y 1.33 plantas m², respectivamente. Sin embargo, estos valores parecen





indicar que la densidad utilizada en el ensayo es adecuada para esta especie y, no genera competencia que afecte la producción de biomasa.

En la investigación se obtuvieron plantas que alcanzaron un valor promedio de 124.33 cm, con una población de 1 planta m², lo cual es menor a la de poblaciones evaluadas (de 2.66, 1.77 y 1.33 plantas m²) por Katto y Salazar (1995). Con respecto al número de tallos por planta, se encontró un promedio de 11.47; lo cual, puede estar asociado con la disponibilidad de espacio entre plantas, lo que permitió el desarrollo de una mayor cantidad de yemas y es consistente con los resultados de Katto y Salazar (1995).

Conclusión

De acuerdo con los resultados la producción de biomasa de *T. diversifolia* se vio afectada por las condiciones climatológicas. Estos resultados son de gran utilidad, ya que permiten aplicar diferentes estrategias de manejo para el aprovechamiento óptimo de la biomasa en bancos forrajeros, en condiciones edafoclimáticas del sur de México. Además de ser una alternativa para reducir la degradación de los pastizales debido al sobrepastoreo.

Agradecimientos

Los resultados son parte del proyecto “Caracterización productiva, química y nutrimental de especies arbustivas con uso potencial en alimentación y salud animal en el trópico”, SIGI 10445535760, financiado por el INIFAP.

A los estudiantes de servicio social de la Universidad Autónoma del Estado de Guerrero (UAGro) y del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro).

Literatura citada

Alonso, J., R. G. Zepeda, R. H. Lopez, L. P. Soto, L. C. Hernandez, and M. E. R. Gracia. 2024. Morpho-productive characterization of *Tithonia diversifolia* accessions collected in the state of Chiapas, Mexico. Trop. Grasslands-Forrajes Trop. 12:36–48.

Arias-Gamboa, L. M., M. López-Herrera, M. Castillo-Umaña, and A. Alpízar-Naranjo. 2023. Tipo de fertilización y edad de rebrote de *Tithonia diversifolia* sobre parámetros ruminales. Agron.

10





Mesoam. 34.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Quinta, No. (UNAM, editor.). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Katto, C. I. R., and A. Salazar. 1995. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativo para el trópico. *Livest. Res. Rural Dev.* 6.

Mahecha, L., and M. Rosales. 2005. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livest. Res. Rural Dev.* 17:1.

Murgueitio, E. 2023. *Tithonia diversifolia*, una Asterácea diferente: su función en los sistemas sostenibles de producción agropecuaria. *Cuba. J. Agric. Sci.* 57.

Navas-Panadero, A., and V. M. Barrera. 2019. Comportamiento de *Tithonia diversifolia* bajo condiciones de bosque húmedo tropical. *Rev. Investig. Vet. del Perú.* 30:721–732.

Palma, J. M. G., and J. A. R. Torres. 2020. Recursos arbóreos y arbustivos tropicales II para una ganadería bovina sustentable. (J. M. G. Palma, editor.). Universidad de Colima, Colima, Colima, México.

11





Valor de importancia ecológica de helechos arborescentes en Huehuetla, Puebla

María Elena Cipriano Esteban², Maria Sol Robledo Y Monterrubio³, Higinio Francisco Arias Velázquez, Julio Cesar Buendia Espinoza.

Resumen

En la República Mexicana se calcula que hay 14 especies de helechos arborescentes y una de ellas es endémica (Martínez y Ramos, 2014), en Puebla hay alrededor de ocho; representando el 57% de las especies de helechos arborescentes del país, constituyendo esto un valioso patrimonio natural. En el estado de Puebla, se han realizado diversos estudios acerca de la pteridoflora, Mickel y Beitel (1988) publicaron la obra de las pteridofitas de Oaxaca donde tratan 850 especies, de las cuales se reportan 183 para el estado. Se tienen registradas colectas en 43 municipios de los 217 que comprenden al estado de Puebla, siendo los más colectados los municipios de Tlatlauquitepec, Teziutlán, San Nicolás de los Ranchos, Cuetzalan del Progreso y Aljojuca, por lo que sin duda falta mucho por hacer al respecto en esta entidad federativa (Tolama y Hernandez, 2011).

El lugar de estudio es el municipio de Huehuetla específicamente en las comunidades de Chilocoyo de Guadalupe, Cinco de Mayo, Putaxcatl y Xonalpu; se realizó un diagnóstico de las poblaciones de helechos arborescentes que existen en estas comunidades por medio de la determinación de ejemplares recolectados, se trabajo por medio de cuadrantes para aportar datos ecológicos como Valor de Importancia Ecológica que componen a las comunidades de helechos arborescentes en diferentes localidades del municipio de Huehuetla, Puebla.

Palabras clave: Cyathea, helecho, tamaño, especie, monilophyta, maquique, frecuencia, densidad.

² Departamento de Suelos, Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.50 Carretera Texcoco-México.

³ Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica (CIBEAO), Área de Biología, Laboratorio de Histología y Citología General. Invernadero de Especies Tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. marciprianoes@gmail.com, mrobledoym@yahoo.com.mx





Abstract

In the Mexican Republic it is estimated that there are 14 species of tree ferns and one of them is endemic (Martínez and Ramos, 2014), in Puebla there are about eight; representing 57% of the species of tree ferns in the country, constituting a valuable natural heritage. In the state of Puebla, there have been several studies about the pteridoflora, Mickel and Beitel (1988) published the work of the pteridophytes of Oaxaca where they treat 850 species, of which 183 are reported for the state. Collections have been recorded in 43 municipalities of the 217 that comprise the state of Puebla, with the most collected in the municipalities of Tlatlauquitepec, Teziutlán, San Nicolás de los Ranchos, Cuetzalan del Progreso and Aljojuca, so there is certainly much to be done in this regard in this federal entity (Tolama and Hernandez, 2011).

The study site is the municipality of Huehuetla, specifically in the communities of Chilococho de Guadalupe, Cinco de Mayo, Putaxcatl and Xonalpu; A diagnosis of the arborescent fern populations that exist in these communities will be made by determining the specimens collected, we will work by means of quadrants to provide ecological data such as Ecological Importance Value that compose the arborescent fern communities in different localities of the municipality of Huehuetla, Puebla.

Key words: Cyathea, fern, size, species, monilophyta, maquique, frequency, density.

Introducción

Los helechos arborescentes comprenden siete familias con 13 géneros y aproximadamente 600 especies, con una distribución mundial en regiones tropicales, subtropicales y templadas. Cyatheaaceae ha sido el foco de muchos estudios taxonómicos en los últimos 50 años y existen diferentes sistemas de clasificación que reconocen una (*Cyathea* spp.) a muchos géneros (por ejemplo, *Alsophila*, *Cnemidaria*, *Cyathea*, *Sphaeropteris* y *Trichopteris*). En la última década, los estudios filogenéticos de morfología y datos de sitios de restricción llevaron al reconocimiento de tres linajes evolutivos dentro de Cyatheaaceae: *Sphaeropteris*, *Alsophila* y *Cyathea*. Aún no se ha hecho una clasificación formal de estos grupos. La presencia de escamas y la posición de los senos

13





son los dos criterios más conspicuos utilizados para separar a las Cyatheaceae de las especies arborescentes de Dicksoniaceae (Korall et al, 2006).

Los helechos arborescentes son característicos de los Bosques Mesófilo de Montaña, y se encuentran en la NOM-059-Semarnat-2010, frecuentemente son utilizados para elaborar maquique o xamin (*Alsophila firma*, *Cyathea fulva*, *Dicksonia gigantea*). Los helechos arborescentes son un elemento muy prevaleciente, debido en gran parte a su fisionomía, tamaño y frecuencia; representan un recurso real y/o potencial para comunidades rurales y urbanas, debido al uso dado tradicionalmente a diversas estructuras extraídas de estas plantas, lo que ha generado problemas de conservación de estos grupos (CONABIO,2010).

México se encuentra en el tercer lugar entre los países con mayor diversidad de helechos. Se encuentra compuesta por aproximadamente 1,008 especies, de las cuales 186 son endémicas (Jano y Hernández, 2011). Puebla se coloca en quinto lugar en lo que a riqueza específica de licofita y helechos se refiere, después de Hidalgo con 368 spp, Veracruz con 575 spp, Oaxaca con 619 spp y Chiapas con 701 spp (Mendoza y Ceja, 2020).

14

En la República Mexicana se calcula que hay 14 especies de helechos arborescentes y una de ellas es endémica (Martínez y Ramos, 2014), constituyendo esto un valioso patrimonio natural. Cabe destacar que, de las 14 especies de helechos arborescentes registradas para México, nueve (64 %) se encuentran en el Estado de Puebla. De estas plantas de porte majestuoso, que para llegar a alcanzar 10 m de altura debieron transcurrir entre 60 a 100 años, se citan para México varias especies de las que se puede obtener el "maquique", material formado por las raíces adventicias de algunas especies de helechos arborescentes (CONABIO,2011).

Mickel y Smith (2004) incluyen claves, descripciones y esquemas de 124 géneros, 1,008 especies y 16 variedades de pteridofitas mexicanas, lo que equivale al 10 % de las pteridofitas del mundo, de las cuales 78 géneros, 271 especies y 21 variedades y dos subespecies de Pteridofitas prosperan en el Estado de Puebla, existen pocos estudios relacionados con el grupo (CONABIO, 2011). Cerón-Carpio et al. (2006), trabajaron en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, en citando 35 géneros y 66 especies así mismo mencionan tres géneros que no habían sido citados en la literatura, así como nueve nuevos registros de especies.





Por todo lo expuesto anteriormente, el Estado de Puebla hasta el momento cuenta con aproximadamente un total de 81 géneros y 289 especies de pteridofitas, pertenecientes a 24 familias, siendo la Pteridaceae y la Polypodiaceae las más diversas. Los géneros con mayor número de especies son: *Polypodium*, *Asplenium*, *Selaginella*, *Cheilanthes* y *Thelypteris* (CONABIO, 2011).

Se tienen registradas colectas en 43 municipios de los 217 que comprenden al Estado de Puebla, siendo los más colectados Tlatlauquitepec, Teziutlán, San Nicolás de los Ranchos, Cuetzalan del Progreso y Aljojuca, por lo que sin duda falta mucho por hacer al respecto en esta entidad federativa y probablemente el número de taxón sea mucho mayor al citado por Mickel y Smith (2004) (Tolama y Hernández, 2011).

Si se llevaran a cabo más estudios de las pteridofitas que se encuentran en el Estado de Puebla, probablemente se podrían obtener datos de suma importancia, ya que es posible que Puebla esté dentro de los diez estados con mayor número de especies de pteridofitas. De las especies para Puebla de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, seis especies se reconocen en peligro de extinción: *Alsophila firma*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, *Cyathea fulva*, *Cyathea schiedeana*, *Dicksonia gigantea* y *Selaginella porphyrospora*. Además, se incluyen tres especies como amenazadas: *Asplenium auritum*, *Campyloneurum phyllitides* y *Polypodium triseriale*.

En el Estado de Puebla, municipio de Huehuetla específicamente en las comunidades de Chilocoyo de Guadalupe, Cinco de mayo, Putaxcatl y Xonalpu; se realizará un diagnóstico de las poblaciones de helechos arborescentes que existen en estas comunidades por medio de la determinación de ejemplares recolectados, se trabajará por medio de transecto con cuadrantes para aportar datos ecológicos de las poblaciones que componen a las comunidades de helechos arborescentes en las localidades mencionadas, como son el Valor de Importancia Ecológica e Índice de Similitud de Jaccard.

Existe una falta de información sobre la biología de la especie en la literatura, demografía, ecología, fisiología y ciclo de vida, podría proporcionar una base para el desarrollo de un sistema de gestión que contribuiría a la conservación de muchas especies de helechos arborescentes en peligro de extinción (Suzuki et al ,2005).

15

Áreas temáticas





Esta investigación es el inicio y da la pauta para continuar resolviendo problemas planteados en la fenología de los helechos arborescentes, tal como factores que afectan la producción de esporas, fertilidad de los individuos, viabilidad de esporas, dispersión de estas, y a su vez estudios de suelo, serán determinantes para establecer los programas para su desarrollo con la finalidad de establecer medidas de conservación y manejo de las mismas.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estado de Puebla, ubicado en el altiplano central de México, con capital en Puebla de Zaragoza. Se encuentra compuesto por 217 municipios. El municipio de estudio tiene por nombre “Huehuetla” se localiza en la parte nororiental del estado de Puebla, con una superficie de 56.96 km². El nombre del municipio proviene del vocablo nahuatl, “huehue” = viejo y “tla” sinónimo de lugar, que significa lugar ó pueblo viejo. Es un asentamiento prehispánico fundado por grupos nahuas y totonacos. Se cree que éste es el pueblo más antiguo de los totonacas (Garma, 1991) (Alvarado et al, 2006). Colinda al norte con el estado de Veracruz, al sur con los municipios de Caxhuacan y Jonotla, al este con el municipio de Tuzamapan de Galeana, y al oeste con el municipio de Olinthla, su territorio está aislado y colinda con los municipios de San Miguel Atlequizayan, Ixtepec, Jonotla, Caxhuacan y Tuzamapan.

Cuenta con 12 comunidades, citándose en orden de importancia: Huehuetla (cabecera municipal), San Juan Ozelonacaxtla (junta auxiliar), 8 juzgados de paz: Chilococho el Carmen, Xonalpu, Cinco de mayo, Leacaman, Lipuntahuaca, Francisco I Madero, Putaxcatl, Putlunichuchut y dos inspectorías municipales: Kuwikchuchut y Chilococho Guadalupe. Las comunidades de estudio son Chilococho el Carmen, Cinco de mayo, Xonalpu y Putaxcatl se localizan en el siguiente mapa

16



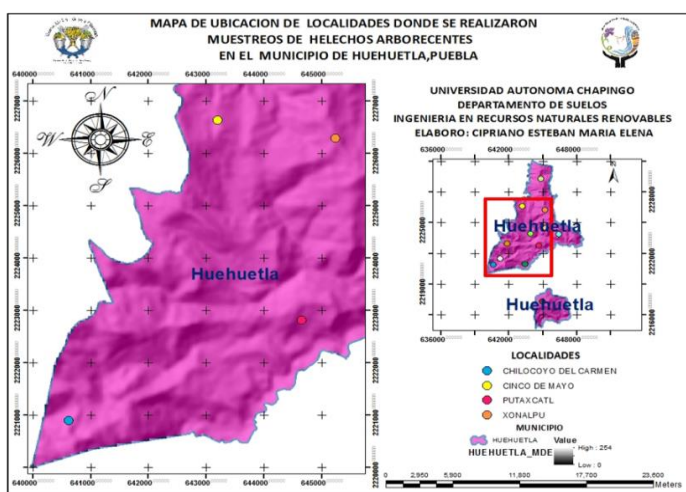


Figura 1. Localización de comunidades. Elaboración propia.

Colecta

Para la colecta de frondas se asegura que se tenga esporangios (se encuentran en el envés de la fronda) posteriormente la planta se colocó en una hoja de papel periódico doblada a la mitad (aproximadamente 45 cm x 30 cm) cuidando que todas las partes queden extendidas y se colocó, en una prensa botánica para ejercer presión y obtener ejemplares correctamente herborizados. Se anota el número de colecta correspondiente en el papel periódico, en el ejemplar. La etiqueta tiene como registró nombre de la comunidad, número de planta, la fecha de colecta y nombre del colector. Se realizaron cinco repeticiones por cada comunidad (Lot y Chiang, 1986). Las demás pinas y peciolos, se colocaron en diferentes bolsas de papel periódico con el mismo procedimiento de etiquetado. El secado del material Vegetal se hace por la estufa de secado a una temperatura de 64 ° C por 3 horas en 5 días, el ejemplar se encuentra seco cuando está rígido.

Áreas temáticas



Matemáticas y Física

Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades

Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas

Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química

Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Identificación

Para la identificación del ejemplar se observaron en el microscopio estereoscópico las partes de la fronda, tallo, escamas, pecíolo, raquis, pina, pínula, soros y presencia de indusio como las esporas de la especie, se observaron en el microscopio compuesto. Es muy importante cada parte de la planta ya que sin una de ellas es imposible realizar su identificación. Se usó, la clave de identificación de helechos, Flora Mesoamericana Volumen 1 Psilotaceae a Salviniaceae, Pteridophyte, Flora of Oaxaca, México y Flora of Chiapas se seguirá la clave llegando a clase, familia, género, hasta llegar a especie. (Morán y Riba, 1995). Posteriormente fueron depositadas al Herbario Jorge Espinoza Salas (JES).

Muestreo

Para el muestreo se estableció el método de transecto por cuadrantes, cada cuadrante tendrá dimensiones de 10 m X 10 m con un espacio de separación de 10 m para evitar que haya un margen de error (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Dentro de cada cuadrante de muestreo se contabilizaron los siguientes datos: a) Especie de helecho, b) número de individuos, c) cobertura de las hojas (un solo diámetro escogido al azar), d) número de hojas de cada uno e) altura (altura hasta las primeras frondas verdes (medida desde el suelo hasta donde están las primeras frondas verdes).

A partir de estas variables se obtendrán el Valor de Importancia Ecológica (Krebs, 1985) e índice de Jaccard (Villarreal et al, 2004). A continuación, se describen:

De acuerdo con Krebs (1985), para calcular el Valor de Importancia Ecológica, se usarán las siguientes fórmulas:

Densidad relativa =

$$\frac{\text{Número de individuos de la especie } X}{\text{Total de individuos de todas las especies}} * 100 \quad (1)$$

Frecuencia relativa =





$$\frac{\text{Frecuencia de la especie } X}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}} * 100 \quad (2)$$

Dominancia relativa =

$$\frac{\text{Área basal de la especie } X}{\text{Área basal total de todas las especies}} * 100 \quad (3)$$

$$\text{Valor de importancia de la especie } X = \quad (4)$$

Densidad relativa

+Frecuencia relativa

+Dominancia relativa de la especie X

Donde:

X = es el valor de una determinada especie

Los valores se expresan en porcentaje, adquiere los valores porcentuales en una escala de 0 a 100 (Mora et al, 2013).

Mapas

Los mapas que se realizaron en este proyecto fueron descargados de la página web de INEGI (Instituto Nacional De Estadística y Geografía) en la página web <https://www.inegi.org.mx/>, en una escala de 1: 250 000 con sus formatos de origen, es decir DATUM: ITRF 2008; cada uno con su respectivo proceso para tenerlos en UTM para su fácil interpretación y manejo.

Identificación de Especies

En cada comunidad se obtuvieron herborizaciones de los helechos arborescentes y se obtuvo lo siguiente: las descripciones de cada especie y la presencia de cada una como se observa en el cuadro





1. En el muestreo solo se encontraron tres especies de helechos arborescentes de las cuatro comunidades de estudio.

Cuadro 1. Presencia de especies de helechos arborescentes en las comunidades. Fuente: Elaboración propia. N.E. (No encontrado)

		<i>C. costaricensis</i> *	<i>C. delgadii</i>	<i>C. schiedeana</i>	<i>C. fulva</i>
* Especie determinada encontrada fuera del sistema de muestreo.	Cinco de Mayo	N. E	✓	✓	N. E
	Putaxcatl	✓	N. E	N. E	✓
	Chilocooyo del Carmen	N. E	✓	✓ **	20 ✓ ***
	Xonalpu	N. E	✓	✓	✓ N. E

** Se encontraron dos individuos en el muestreo de esa comunidad.

Valor de Importancia Ecológica

Para cada especie se determinó su abundancia, de acuerdo con el número de árboles, su cobertura, en función del área de copa, y su frecuencia con base en su presencia en los sitios de muestreo. Las variables relativizadas se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxón denominado Índice de Valor de Importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala de 0 a 100 (Mora et al, 2013).

En la comunidad de Cinco de mayo la especie de *C. delgadii* tiene un menor porcentaje de IVI con un 141.52% (Cuadro 2) en comparación con *Cyathea schiedeana* que es de IVI 191.81%, en la comunidad de Xonalpu *Cyathea schiedeana* tiene un IVI de 170.33 % (Cuadro 2) pero similar el porcentaje que presenta *Cyathea delgadii* con IVI 163.01% (Cuadro 2).

En la comunidad de Putaxcatl *Cyathea costaricensis* tiene un comportamiento de IVI de 100 % Cuadro 2; en la comunidad de Chilocooyo del Carmen quien tiene mayor porcentaje es *Cyathea*





delgadii con un IVI 283.52 % (Cuadro 2) la mínima es de *Cyathea schideana* con IVI 38.70 % (Cuadro 2) es similar el comportamiento con *Cyathea fulva* que tiene 44.44% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valor de Importancia Ecológica (IVI) en las comunidades de helechos arborescentes.
Fuente: Elaboración propia.

Comunidad	Especie de helecho <i>Cyathea</i>	Densidad Relativa (Dr) (%)	Frecuencia Relativa (Fr) (%)	Dominancia Relativa (Dor) (%)	Valor de Importancia Ecológica (IVI) (%)
Cinco de Mayo	<i>fulva</i>	0	0	0	0
	<i>schideana</i>	58.62	66.67	66.52	191.81
	<i>delgadii</i>	41.38	66.67	33.48	141.52
Xonalpu	<i>fulva</i>	0	0	0	0
	<i>schideana</i>	50.00	66.67	53.66	170.33
	<i>delgadii</i>	50.00	66.67	46.34	163.01
Putaxcatl	<i>fulva</i>	100.00	100.00	100.00	300.00
	<i>schideana</i>	0	0	0	0
	<i>delgadii</i>	0	0	0	0
	<i>fulva</i>	4.65	33.33	6.46	44.44

21





Chilocooyo del Carmen	<i>schideana</i>	2.33	33.33	3.05	38.707
	<i>delgadii</i>	93.02	100.00	90.50	283.52

Resultados y conclusión

C. costaricensis no se encontró en el muestreo sistemático, solamente se observó un individuo fuera de él, por lo que su distribución en estas localidades es muy escasa y se encuentra citada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT, 2010) en la categoría de peligro de extinción (P). De las tres especies estudiadas en el muestreo sistemático, dos se encuentran en categoría de riesgo *C. schideana* y *C. fulva* están catalogadas como sujetas a protección especial (Pr); *C. delgadii*, no está registrada en la NOM-059-2010-SEMARNAT.

En cuanto a la diversidad de especies en cada comunidad, Chilocooyo del Carmen presentó la mayor ya que se encontraron tres especies *C. fulva*, *C. schideana* y *C. delgadii*, esto se atribuye a su estado de conservación, ya que es la menos perturbada..Putaxcatl solo presentó una especie *C. fulva*, mostrando la menor diversidad, sin embargo, esta especie es sumamente importante por su categoría de riesgo en la NOM-059-2010-SEMARNAT.

La especie con mayor valor de importancia ecológico en la comunidad Cinco de Mayo fue *C. schideana* (192%), en Chilocooyo del Carmen fue *C. delgadii* (284 %), en Putaxcatl *C. fulva* con 300% y Xonalpu *C. schideana* con 170%. Por lo que el valor de importancia ecológico de las especies de helechos arborescentes dependerá de las condiciones ambientales y perturbación del lugar.

El presente trabajo es el primer aporte sobre la ecología de las comunidades de helechos arborescentes en Huehuetla, Puebla, datos que servirán para posteriores estudios y la conservación de estos especímenes.

22





Esta investigación es el inicio y da la pauta para continuar resolviendo problemas planteados en la fenología de los helechos arborescentes, tal como factores que afectan la producción de esporas, fertilidad de los individuos, viabilidad de esporas, dispersión de estas, y a su vez, conociendo la biología de estas comunidades, sus ciclos de vida, factores ambientales y estudios de suelo, serán determinantes para establecer los programas anteriormente mencionados.

Discusión

Como nos dimos cuenta en este estudio las condiciones antropogénicas delimitan la perturbación del hábitat de las poblaciones de helechos arborescentes presentes en las diferentes comunidades del municipio, por lo que es importante saber cómo se comportan estas poblaciones en su hábitat, como lo menciona (Porrás et al, 2014) las condiciones ambientales de los lugares de estudio nos permiten tomar en cuenta la dinámica estructural y la composición de estas poblaciones como un indicador de los efectos del cambio climático por lo que su presencia y abundancia, puede darnos un indicio sobre el grado de preservación del ecosistema, como es mencionado con Morales et al 2007; es por ello que se deben realizar estudios sobre este tema para acabar y conocer más investigación que nos pueda proporcionar esta población que pertenece a la familia de Cyathea.

23

Literatura citada

Berlanga y Rubio, 2., 2012. Clasificación de pruebas no paramétricas. Como aplicarlas en SPSS. Revista d Innovació REcerca en Educació, pp. 101-113.

Cerón-Carpio, A. B., M. L. Arreguín-Sánchez y R. Fernández Nava. 2006. Listado con anotaciones de las pteridofitas del municipio de Tlatlaquitepec, Puebla, México y distribución de las especies en los diferentes tipos de Vegetación. Polibotánica 21: 45-60.

Cerón C A B, 2014. Helechos gigantes. Saberes y Ciencias, Botánica, La Jornada de Oriente, III (26), p. 7.





CITES, 2017. Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. [En línea] Available at: <https://cites.org/sites/default/files/notif/S-Notif-2016-068-A.pdf> [Último acceso: 24 Enero 2019].

CONABIO, 2010. El bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: México, D.F.

Contreras D. A. R., Bogotá A. R. G., Jiménez. B. L. C 2006,. Atlas De Las Esporas De Pteridófitos De Chipaque (Cundinamarca, Colombia). Revista Caldasia, 28(2), 327-358. Bogotá, Colombia.

Alvarado M. Juárez T. C., Ramírez V. B., 2006, La comercialización de café en una comunidad indígena: estudio en Huehuetla, Puebla, Revista: Ra Ximhai, 2(2), Universidad Autónoma Indígena en México, El Fuente, México.

Gómez N.F., Pérez G.B., Mendoza R. A., Orozco S. A. ,2013. Flora palinológica de los helechos y licofitas de Río Malila, Hidalgo, México. Botanical Sciences, 91(2), 135-154. Universidad Autónoma Metropolitana -Iztapalapa, México, D.F., México.

Hernández L., Espinosa C. J.D., Rodríguez F., Chacón R J. E. , Toloza S. G.J., Arenas T. C.A., Carrillo S. M. K., Bermúdez .P. S.M. y Valmore J.,2018, Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Person: definición ,propiedades y suposiciones. Archivos Venezolanos de Farmacología Clínica y Terapéutica.37(5)

Jano T.H.R., Hernandez A.R.A, 2011, Diversidad de pteridofitas de la localidad la Gloria en Apulco, Puebla, México, RIDE Revista Iberoamericana para la investigación y el Desarrollo Educativo.2(3),38-50 pp.

Korall et al, 2., 2006. Tree ferns: Monophyletic groups and their relationships as revealed by four protein - coding plastid loci. Molecular Phylogenetics and Evolution, pp. 830-845.

Korall P y Pryer M K, 2., 2014. Global biogeography of scaly tree ferns (Cyatheaaceae): evidence for Gondwanan vicariance and limited transoceanic dispersal. Journal of Biogeograph, 41(1), pp. 402-413.

24

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuario y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Korall P., P. K. M., J. S. H. D., 2006. Tree ferns: Monophyletic groups and their relationships as revealed by four protein-coding plastid loci. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Issue 39, pp. 830-845.

Krebs C J, 1., 1985. *Ecología, Estudio de la Distribución y la Abundancia*. México, D.F.: Editorial Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.

Krebs C J, 2., 2009. *Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* 6 th ed. USA: Editorial Benjamín Cummings.

IUSS Grupo de trabajo WRB 2007 Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 207. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelo. No. 103. FAO, Roma.

Lot A y Chiang, 1., 1986. *Manual de herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México: México, D.F.

Martínez R C y Serrano C E, 2014. Germinación de esporas de helechos arborescentes: *Alsophila firma* (Baker) y *Dicksonia sellowiana* (Hook), Conservación *ex situ* en el invernadero especies tropicales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, Ingeniería en Recursos Naturales Renovables.

Martínez S E y Ramos C. H., 2014. Biodiversity of Pteridophyta in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, pp. 110-113.

Mehlreter K. y García F. J. G., 2008. Leaf Phenology an Trunk Growth of the Deciduous Tree Fern *Alsophila Firma* (Baker) D. S. Conant in a Lower Montane Mexican Forest. *American Fern Journal*, 98((1)), pp. 1-13.

Mendoza Ruiz, A. y J. Ceja-Romero. 2020. Nuevos registros de licofitas y helechos para el estado de Puebla, México. *Acta Botánica Mexicana* 127: e1637. DOI: 10.21829/abm127.2020.1637

Mickel, J. T. and A. Smith. 2004. The pteridophytes of Mexico. *Mem.N.Y. Bot. Gard.* 88:1-1054.

Mickel J.T. y Beitel J.M., 1988, Pteridophyte Flora of Oaxaca, México. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 46:1-568. Departamento de Botánica, Escuela Nacional de ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.

25

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuario y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Morán R. C. y R. Riba, 1., 1995. "Psilotaceae a Salviniaceae". En Davidse G.M. Sousa y S.Knapp (Eds. Grales) Flora Mesoamericana I.. Missouri Botanical Garden y The Natural Museum (London): Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico. D.F.

Mostacedo y Fredericksen, 2000. Manual de Método Básico de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. s.l: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Santa Cruz, Bolivia.

Moura R.I., Costa S., García J., Silva M.J., Duarte M.C., 2012. In vitro culture of tree fern spores from Cyatheaceae and Dicksoniaceae families. Acta Horticult, 1(937), pp. 455-461.

Mora D.C.A., Alanís R.E., Jiménez P.J., González T. M.A., Yerena Y. J.I. y Cuellar R.L.G., 2013, Estructura, Composición Florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México., Ecología Aplicada 12(1) Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.

Morales, J. F., Zamora, N., & Herrera, B. 2007. Análisis de la vegetación en la franja altitudinal de 800-1500 msnm en la vertiente pacífica del Parque Internacional La Amistad (PILA), Costa Rica. Brenesia, 68, 1-15.

NORMA Oficial Mexicana, 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.. [En línea] Available at: <http://dof.gob.mx/notadetallepopup.php?codigo=5173091>[Último acceso: 24 Enero 2019].

Paredes P.M.G., Sánchez G. A., Tejero D.J.D., 2014, Estructura Poblacional y Características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo ,México, Revista Botanical Sciences, 92(2).

Rivera F. A., Octavio A.P., Sánchez C.N., Sánchez V.L.R., Vázquez T.S.M., Iglesias A.L.G., 2012, Estructura poblacional y distribución espacial de Ceratophyllum mexicanum Brongn. (Zamiaceae) en un ambiente conservado y en uno perturbado. Tropical and Subtropical Agroecosystems 15, Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas-Xalapa, Veracruz, México.

26





Robledo y M M.S., Arias V. H.F., Cervantes S. E. y Martínez., 2017. Propagacion del helecho arborescente *Alsophila firma* a partir de esporas. s.l.: Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigación en Agricultura Organica. Chapingo, México.

Robledo y M M.S., Arias V. H.F., Cervantes S. E. y Martínez R. C., 2020, Ciclo de vida del helecho arborescente *Dicksonia sellowiana* Hook y su propagación a partir de esporas, Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigación en Agricultura Orgánica ISBN 978-607-98316-6-0.

Silva V.L., K. M. y. S., 2018. Ferns as Potencial Ecological Indicators of Edge Effects in two tyoes of Mexican Forests. Ecological Indicators, 93(1), pp. 669-676.

Suzuki L.F.C.C., Paulilo M.T. y Randi A.M., 2005, Substrate and Irradience Affect the Early Growth of the Endangered Tropical Tree Fern *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), American Fern Journal, 93(3):115-125

Tolama J.H.R. y Hernandez A.R.A., 2011. Diversidad de Pteridofitas de la localidad la Gloria en Apulco, Puebla, Mexico. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigacion y el Desarrollo Educativo, pp. 38-50.

Triana M, L. A., 2012. Caracteres morfologicos en esporas de Polypodiaceae y su aplicación en la reconstrucción filogenética. Boletin Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural, 16(2), pp. 53-59.

Triana, M. L. A., 2012. Caracteres Morfológicos en Esporas de Polypodiaceae y su Aplicación en la Reconstrucción Filogenética. Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural, 16(2), pp. 53-59.

Theodor C. H. Cole, 2013, Dipl. Biol. Institute of Pharmacy and Molecular Biotechnology Heidelberg University Im Neuenheimer Feld 364 D-69120 Heidelberg, Germany.

Porras Jiménez, M. A., Acosta Vargas, L. G., Castillo Ugalde, M.y Quesada Monge, R. 2014. Estructura y composición florística del bosque nuboso de la Isla del Coco. Revista Tecnología En Marcha, 27, pág. 22–36. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i0.2011>

27

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Villarreal, e. a., 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad ed. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, Colombia.

Walker L. R. , Laudau F.H., Velázquez E., Shiels A.B., Sparrow A.D. 2010. Early Successional Woody Plants Facilitate and Ferns Inhibit Forest Development on Puerto Rican landslides. Journal of Ecology, 98(3), pp. 625-635.

Williams L. G., 2012. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. Primera edición electrónica.<http://www.inecol.edu.mx/librobosquedeniebla.pdf> ed. El Haya, Xalapa, Veracruz, México: CONABIO-Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México.

28





Evaluación del efecto antisecretor de tres lactonas sesquiterpénicas obtenidas de *Calea urticifolia*

Fernanda Jehytzel Pablo Cruz⁴, Arantza Valdivia Salas, Jesús Arrieta Valencia, María Elena Sánchez Mendoza

Resumen

La úlcera péptica es una enfermedad que puede afectar hasta al 10% de la población a nivel mundial en algún periodo de sus vidas. Esta enfermedad resulta de un desequilibrio entre factores defensivos y factores agresivos. Aunque existen fármacos para su tratamiento estos pueden desencadenar efectos adversos graves cuando se consumen de manera crónica. Por lo que es necesaria la búsqueda de alternativas y una de ellas es la investigación de plantas medicinales. *Calea urticifolia*, es una planta a la cual se le ha demostrado que ejerce actividad gastroprotectora e incluso se han identificado algunas lactonas sesquiterpénicas con esqueleto de germacrano como las responsables de la actividad. El objetivo del trabajo fue obtener tres lactonas de *C. urticifolia* y evaluar su actividad antisecretora. Las lactonas se obtuvieron a partir del extracto de diclorometano de *C. urticifolia*, y fueron identificadas por comparación con muestras de referencia, y por el análisis de sus espectros de resonancia magnética nuclear de ¹H y ¹³C. La actividad antisecretora se evaluó utilizando el modelo de ligadura del píloro en ratas Wistar, y se determinaron los parámetros de pH y volumen gástrico. Los resultados obtenidos indican que dos lactonas mantuvieron un valor de pH similar al omeprazol que fue el fármaco de referencia, y respecto a sus valores de volumen gástrico estos fueron ligeramente mayores que el omeprazol. Se concluye que dos lactonas (juanislamin y caleína D) mantienen el pH gástrico en un rango similar al omeprazol.

Palabras clave: *Calea urticifolia*, úlcera gástrica, actividad antisecretora, lactonas sesquiterpénicas.

⁴ Escuela Superior de Medicina. Instituto Politécnico Nacional. Plan de San Luis y Díaz Mirón, Colonia Santo Tomás, Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11340. México. Correo electrónico de los autores: fernandapablo021118@gmail.com; valdiviaarantza@gmail.com; jearrval@yahoo.com.mx; marelen20.1@gmail.com





Abstract

Peptic ulcer is a disease that affects 10% of the world's population at some stage of their lives. This disease results from an imbalance between defensive factors and aggressive factors. Although there are drugs for its treatment, these can cause adverse effects that can be serious when consumed chronically. Therefore, it is necessary to search for alternatives, and one of them is the research of medicinal plants. *Calea urticifolia* is a plant that has been shown to exert gastroprotective activity, and even sesquiterpene lactones with a germacrane skeleton have been identified as those responsible for the activity. The objective of the work was to obtain three lactones from *C. urticifolia* and evaluate their antisecretory activity. The lactones were obtained from the dichloromethane extract of *C. urticifolia*, and were identified by comparison with reference samples, and by the analysis of their ^1H and ^{13}C -NMR spectra. Antisecretory activity was evaluated using the pyloric ligation model in Wistar rats, and gastric pH and gastric volumen parameters were determined. The results obtained indicate that two lactones maintained a pH value similar to omeprazole, which was the reference drug, and regarding gastric volume values, these were slightly higher than omeprazole. It is concluded that two lactones (juanislamin and caleina D) maintain gastric pH in a range similar to omeprazole.

30

Keywords: *Calea urticifolia*, gastric ulcer, antisecretory activity, sesquiterpene lactones.

Introducción

La úlcera péptica es una enfermedad que se presenta en un 10% de la población mundial en alguna etapa de su vida (García-Martínez *et al.*, 2016). Esta enfermedad resulta de un desequilibrio entre factores defensivos y factores agresivos. Dentro de los defensivos se encuentran el moco, el bicarbonato, las prostaglandinas, el óxido nítrico y compuestos sulfhidrilos, mientras que dentro de los factores agresivos se pueden mencionar al ácido clorhídrico, la pepsina, *Helicobacter pylori*, el consumo de AINES, de alcohol, etc. (Ribeiro *et al.*, 2016). Los fármacos actuales para el tratamiento de la úlcera se pueden dividir en tres grupos que son los gastroprotectores, los antiácidos y los antisecretores (Holle, 2010). Sin embargo, dichos tratamientos pueden provocar efectos adversos. Tal es el caso de los inhibidores de la bomba de protones como el omeprazol, cuyo uso prolongado puede provocar una disminución de la absorción de la vitamina B12, daño

Áreas temáticas





neurológico y anemia, entre otros. (Lam *et al.*, 2013) Por lo que es necesaria la búsqueda de otras opciones, dentro de las que se encuentra el estudio de plantas medicinales.

Las plantas medicinales representan una fuente importante para el descubrimiento y desarrollo de nuevos fármacos, ya que de algunas de ellas se han aislado metabolitos de interés en la industria farmacéutica (Hari Babu *et al.*, 2010). En el caso específico de plantas para el tratamiento de la úlcera gástrica en nuestro país se utilizan varias, dentro de las cuales se encuentra *Calea urticifolia*.

Calea urticifolia (Miller) D.C. pertenece a la familia Compositae (Asteraceae) y se conoce en México con los nombres comunes de chilchaca, jarilla, tacote, hierba del perro, etc. Esta planta se caracteriza por contener diversos compuestos terpénicos, como los sesquiterpenos y monoterpenos (BDMTM, 2024). Dentro de esos compuestos destacan las lactonas sesquiterpénicas con esqueleto de germacrano, ya que se ha reportado que algunas de esas lactonas ejercen actividad gastroprotectora en lesiones gástricas inducidas por etanol (García-Martínez *et al.*, 2016). Por lo que con la finalidad de ampliar la información de los mecanismos de acción gastroprotector de dichos compuestos, en este trabajo se planteó el estudio del efecto antisecreto de tres lactonas sesquiterpénicas.

31

Materiales y métodos

Reactivos químicos

La carbenoxolona y el omeprazol fueron adquiridos de Sigma-Aldrich. La xilacina (Laboratorio PiSA), y la ketamina (Laboratorio Cheminova Salud animal) de productos farmacéuticos comerciales. Los disolventes de hexano y diclorometano de Química Rique, mientras que el formaldehído y el etanol de Sigma-Aldrich.

Reactivos biológicos

En este estudio se utilizaron ratas Wistar de un peso de 180 a 220 g. Todos los procedimientos que involucraron a los animales se realizaron cumpliendo las indicaciones señaladas por la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.





Material vegetal

Las hojas de *C. urticifolia* fueron colectadas en julio de 2022 y julio 2023 en Nandayalud, en el estado de Chiapas, México. La clasificación taxonómica fue realizada por el biólogo Manuel de Jesús Gutiérrez Morales del jardín botánico del estado de Chiapas.

Aislamiento de las lactonas sesquiterpénicas

Las hojas de *C. urticifolia* colectadas en el 2022 y 2023 (4 kg por año) fueron extraídas de forma independiente a través del método de reflujo, que se efectuó dos veces durante 3 horas. Primero se extrajo utilizando el disolvente de hexano (13 L) y posteriormente se utilizó diclorometano (13 L). Del extracto de diclorometano se obtuvieron 220 y 235 g por año. A continuación, se tomaron 200 g por cada año, y fueron separados por cromatografía en columna. Las columnas fueron eluidas con los disolventes de hexano y acetato de etilo, así como con mezclas de ellos, aplicándolas en orden creciente de polaridad. A partir de las mezclas de 5:5, 4:6, y 8:2, fue posible obtener las lactonas: juanislamin, caleina D y calealactona B, respectivamente (Figura 1). Los compuestos se identificaron por comparación con muestras de referencia y con sus datos espectroscópicos de resonancia magnética nuclear de ^1H y ^{13}C , reportados en la literatura. Al juntar la cantidad obtenida de las lactonas de interés de ambos extractos por año se obtuvieron: 1.3 g de juanislamin, 2.6 g de caleina D y 6.5 g de calealactona B.

32

Úlceras gástricas inducidas con etanol

Los animales fueron divididos en 5 grupos de 7 animales, y se les administraron los siguientes tratamientos: juanislamin (30 mg/kg), caleina D (30 mg/kg), calealactona B (30 mg/kg), carbenoxolona (100 mg/kg) o vehículo (Tween 80 al 0.05%), vía oral (0.5 mL/100 g). Transcurrida media hora se les administró etanol (1 mL) y dos horas después los animales fueron sacrificados en una cámara de CO_2 (Sánchez Mendoza *et al.*, 2015). Los estómagos fueron diseccionados y llenados con formalina (2%), 5 minutos después fueron abiertos por la curvatura mayor, para medir el área de las lesiones utilizando un microscopio estereoscópico (modelo: Stemi 305, marca ZEISS, Alemania). El índice de úlcera se calculó como la suma de todas las lesiones (área en mm^2) en el estómago de cada animal y con ese valor se procedió a calcular el porcentaje de gastroprotección como lo describe Sánchez Mendoza *et al.*, 2015.



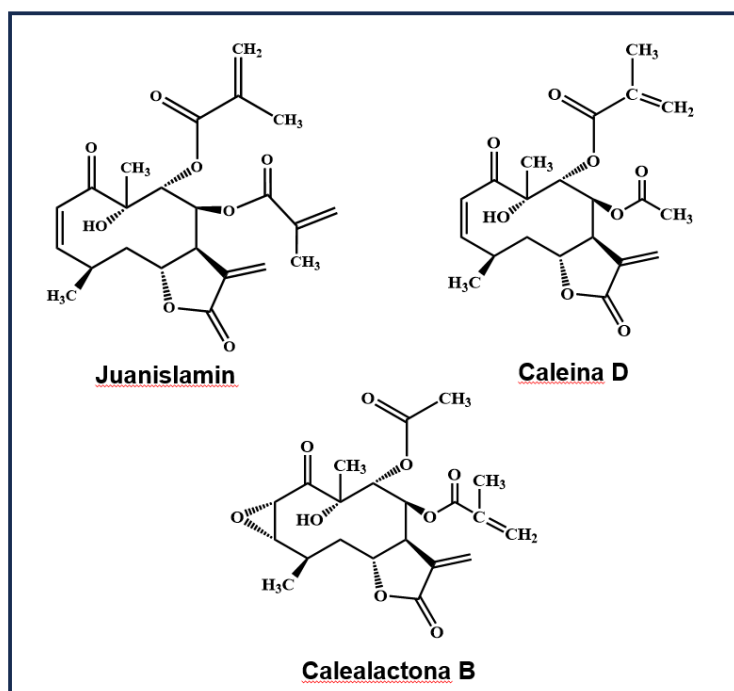


Figura 1. Lactonas sesquiterpénicas de *C. urticifolia*.

Actividad antisecretora

Los animales se anestesiaron mediante una inyección intraperitoneal de una mezcla de xilacina (45 mg/kg) y ketamina (12 mg/kg). Una vez anestesiados de forma inmediata se realizó una incisión debajo del diafragma del lado izquierdo para exponer el estómago y ligar el píloro. Posteriormente, se suturó el músculo y la piel, e inmediatamente se administraron vía oral los diferentes

Áreas temáticas

Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.

Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.

Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.

Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



tratamientos (0.5 mL/100 g): el vehículo (Tween 80 al 0.05%), juanislamin (30 mg/kg), caleina D (30 mg/kg), calealactona B (30 mg/kg) y omeprazol (30 mg/kg). Se utilizaron 7 animales por cada grupo. Cuatro horas después los animales se sacrificaron en un cámara de CO₂ e inmediatamente se realizó la disección de los estómagos. Se colectó la secreción gástrica de cada estómago y se centrifugó a 10 000 rpm durante 10 minutos (centrífuga refrigerada, modelo: CFGR-16DR, marca: Bioeopeak, China), posteriormente se determinó el pH y se midió el volumen total (Shay *et al.*, 1945).

Análisis estadístico

Los datos reportados se presentan como la media $\pm$ EEM (n=7). Los datos que se ajustaron a una distribución normal se analizaron con estadística paramétrica utilizando las pruebas de ANOVA y post hoc de Dunnett. En los datos no paramétricos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, y post hoc de Dunn. Para establecer una diferencia estadísticamente significativa se consideró un valor de $*p \leq 0.05$.

Resultados y discusión

En estudios previos nuestro grupo de investigación ha demostrado que algunas lactonas sesquiterpénicas con esqueleto de germacrano aisladas de *C. urticifolia* ejercen actividad gastroprotectora (Sánchez-Mendoza, *et al.*, 2019). De igual modo, la experiencia al trabajar con la planta evidenció el hecho de que no siempre es posible aislar el mismo tipo de lactonas y en la misma cantidad, aunque sean colectadas en la misma región y época del año (Sánchez-Mendoza, *et al.*, 2019). Lo anterior se atribuye a que los metabolitos secundarios presentes en una planta pueden variar de un año a otro debido a condiciones climáticas extremas (García *et al.*, 2003 y Cazaña-Martínez, *et al.*, 2004) como inundaciones, sequía, radiación solar, invasión de plagas, etc. Por lo que con la finalidad de poder obtener las lactonas juanislamin, caleina D, y calealactona B (Figura 1), en cantidad suficiente para el desarrollo de este trabajo, se colectaron las hojas de *C. urticifolia* en julio del 2022 y 2023.

Una vez que se confirmó que se tenían las tres lactonas el siguiente paso fue evaluar su actividad gastroprotectora, para ello se seleccionó la dosis de 30 mg/kg que fue una dosis en la que las tres lactonas mostraron actividad en estudios previos (García-Martínez *et al.*, 2016; Sánchez-Mendoza, *et al.*, 2018, Sánchez-Mendoza, *et al.*, 2020). Los resultados de dichas evaluaciones se presentan en la figura 2, como se puede observar las tres lactonas ejercieron una gastroprotección mayor del

34

Áreas temáticas





90%, y su actividad fue igual de eficaz que la carbenoxolona, que fue el fármaco que se utilizó como referencia. Estos resultados corroboran la actividad gastroprotectora de las tres lactonas en el modelo de lesiones gástricas inducidas por etanol en ratas Wistar. Cabe mencionar que en el caso de la caleina D se había evaluado en ratones (Sánchez-Mendoza, *et al.*, 2019), por lo que en este estudio se unificó la evaluación de las tres lactonas en ratas Wistar, encontrando actividades similares a las reportadas.

Con la finalidad de determinar si las lactonas juanislamin, caleina D, y calealactona B actúan como los fármacos antiseoretos tales como el omeprazol, fueron evaluadas en el modelo de la ligadura del píloro. Lo anterior con base a que existen reportes de que algunas lactonas sesquiterpénicas que en su estructura presentan grupos carbonilo α , β -insaturados, son susceptibles de interaccionar con los grupos sulfhidrido de los residuos de cisteína de las proteínas a través de una reacción de tipo Michael (Umemura, *et al.*, 2008, Yanaka, 2018). Esta reacción es importante, ya que se sabe que los fármacos antiseoretos que inhiben a la bomba de protones como el omeprazol, son profármacos que se unen covalentemente a los grupos sulfhidrido de los residuos de cisteína en el dominio extracelular de la bomba ATPasa H^+/K^+ a través de una reacción de tipo Michael y generan un complejo que inhibe la actividad enzimática. Los resultados de la evaluación de las lactonas se muestran en la tabla 1. Los resultados indican que el pH gástrico fue estadísticamente diferente respecto al control en todos los grupos con excepción del grupo de calealactona B quien presentó valores de pH cercanos al grupo control.

35

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



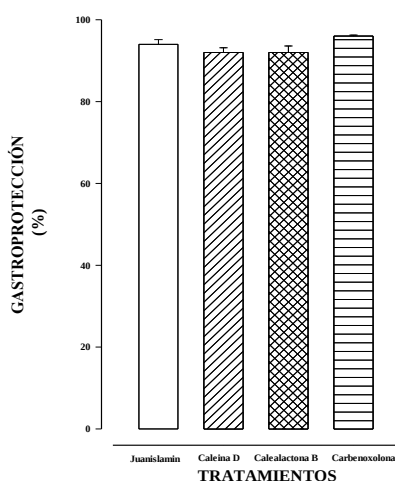
Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



36

Figura 2. Porcentaje de efecto gastroprotector de las lactonas sesquiterpénicas (30 mg/kg) y carbenoxolona (100 mg/kg) en el modelo de lesiones gástricas inducidas por la administración de etanol en ratas Wistar. (n=7)

Al comparar todos los grupos respecto al que recibió omeprazol se encontró que los tratados con juanislamin y calcina D no difieren estadísticamente, lo cual sugiere que estas lactonas podrían actuar en parte como el omeprazol, inhibiendo la bomba ATPasa H^+/K^+ en las células parietales, lo que no sucedió con la calcilactona B que presentó valores similares al grupo control. Una posible explicación a estos resultados es que aunque las tres lactonas estudiadas en este trabajo contienen grupos carbonilo α , β -insaturados, estas difieren en la cantidad de ellos, mientras que juanislamin presenta 4 grupos carbonilo α , β -insaturados, la calcina D contiene 3 y la calcilactona B solo 2, por lo que los resultados indican que a mayor cantidad de grupos carbonilo α , β -insaturados, se produce una mayor inhibición de la ATPasa H^+/K^+ , o quizá también influye la posición de estos grupos carbonilo α , β -insaturados dentro de la molécula que permiten una mayor o menor





interacción con los grupos sulfhidrilos, pero faltarían estudios en el futuro para poder corroborar estas hipótesis.

Respecto al volumen gástrico, solo el grupo de caleina D, fue diferente estadísticamente respecto al control lo que significa que el resto de los volúmenes fueron similares al control, sin embargo, al comparar con el omeprazol se encontró diferencia significativa con las tres lactonas, esto se puede atribuir a que las lactonas activan otros mecanismos que incrementan el volumen gástrico.

Tratamiento	pH	Volumen gástrico
Control	1.78 ± 0.05 *	1.6 ± 0.21
Juanislamin	6.09 ± 0.14 ‡	2.17 ± 0.12 #
Caleina D	6.15 ± 0.36 ‡	3.34 ± 0.06 **, #
Calealactona B	1.97 ± 0.20 *	1.73 ± 0.09 #
Omeprazol	6.67 ± 0.12 ‡	1.48 ± 0.08

37

Tabla 1. Determinación de pH y volumen gástrico de lactonas sesquiterpénicas y omeprazol, en el modelo de ligadura del píloro en ratas Wistar. (n=7). ‡ ANOVA y post hoc de Dunnett respecto a control ($p \leq 0.05$). * ANOVA y post hoc de Dunnett respecto a omeprazol ($p \leq 0.05$). ** Kruskal-Wallis y post hoc de Dunn respecto a control ($p \leq 0.05$), # Kruskal-Wallis y post hoc de Dunn respecto a omeprazol ($p \leq 0.05$).

Conclusiones

Las lactonas sesquiterpénicas juanislamin y caleina D aisladas de *Calea urticifolia* mantienen el pH gástrico en un rango similar al obtenido con omeprazol en el modelo antiselector.





Agradecimientos

Se agradece el apoyo recibido del proyecto SIP-20240389 para el desarrollo de este proyecto.

Literatura citada

Revistas

Cazaña-Martínez, Y., González-Lavaut, J.A., Prieto-González, S., Molina-Torres J., González Guevara, J., & Urquiola-Cruz, A. (2004). Evaluación fitoquímica preliminar de tres especies cubanas de *Erythroxylum*. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 23, 193-197. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/6639>

García, D.E., Ojeda, F., & Montejó, I. (2003). Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn). I. Análisis cualitativo de metabolitos secundarios. *Pastos y forrajes* 26, 335-346.

García-Martínez, L. E., Sanchez-Mendoza, M. E., Arrieta-Baez, D., CruzAntonio, L., Mejía-Barradas, C. M., Soto-Perulero, C. R., & Arrieta, J. (2016). Gastroprotection of 2,3-epoxyjuanislin, isolated from *Calea urticifolia*, against ethanol-induced gastric lesions in Wistar rats. *International Journal of Pharmacology*, 12, 893-900. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijp.2016.893.900>

Hari Babu, T., Manjulatha, K., Suresh Kumar, G., Hymavathi, A., Tiwari, A. K., Purohit, M., Madhusudana Rao, J., & Suresh Babu, K. (2010). Gastroprotective flavonoid constituents from *Oroxylum indicum* Vent. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 20(1), 117-120. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2009.11.024>

Holle G. E. (2010). Pathophysiology and modern treatment of ulcer disease. *International journal of molecular medicine*, 25(4), 483-491. <https://doi.org/10.3892/ijmm.00000368>

38

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Lam, J. R., Schneider, J. L., Zhao, W., & Corley, D. A. (2013). Proton pump inhibitor and histamine 2 receptor antagonist use and vitamin B12 deficiency. *JAMA*, 310(22), 2435–2442. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.280490>

Ribeiro, A. R., do Nascimento Valença, J. D., da Silva Santos, J., Boeing, T., da Silva, L. M., de Andrade, S. F., Albuquerque-Júnior, R. L., & Thomazzi, S. M. (2016). The effects of baicalein on gastric mucosal ulcerations in mice: Protective pathways and anti-secretory mechanisms. *Chemico-biological interactions*, 260, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2016.10.016>

Sánchez-Mendoza, M.E., Cruz-Antonio, L., Arrieta-Baez, D., Olivares-Corichi, I.M., Rojas-Martínez, R., Martínez-Cabrera D., & Arrieta, J. (2015). Gastroprotective activity of methyleugenol from *Peperomia hispidula* on ethanol-induced gastric lesions in rats. *International Journal of Pharmacology*, 11: 697-704. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijp.2015.697.704>

39

Sánchez-Mendoza, M. E., López-Lorenzo, Y., Cruz-Antonio, L., Cruz-Oseguera, A., García-Machorro, J., & Arrieta, J. (2020). Gastroprotective Effect of Juanislamin on Ethanol-Induced Gastric Lesions in Rats: Role of Prostaglandins, Nitric Oxide and Sulfhydryl Groups in the Mechanism of Action. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(9), 2246. <https://doi.org/10.3390/molecules25092246>

Sánchez-Mendoza, M. E., López-Lorenzo, Y., Cruz-Antonio, L., Matus-Meza, A. S., Sánchez-Mendoza, Y., & Arrieta, J. (2019). Gastroprotection of Calein D against Ethanol-Induced Gastric Lesions in Mice: Role of Prostaglandins, Nitric Oxide and Sulfhydryls. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 24(3), 622. <https://doi.org/10.3390/molecules24030622>

Sánchez-Mendoza, M. E., López-Lorenzo, Y., Matus-Meza, A. S., & Arrieta, J. (2018). Gastroprotective effect of calealactone B: Lack of involvement of prostaglandins, nitric oxide and sulfhydryls. *Drug development research*, 79(1), 11–15. <https://doi.org/10.1002/ddr.21415>

Shay, H., Komarov, S. A., Fels, S. S., Meranze, D., Gruenstein, M., Siplet, H. A. (1945). Simple method for the uniform production of gastric ulceration in rat. *Gastroenterology*. 5: 43-61.

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Umemura, K., Itoh, T., Hamada, N., Fujita, Y., Akao, Y., Nozawa, Y., Matsuura, N., Iinuma, M., & Ito, M. (2008). Preconditioning by sesquiterpene lactone enhances H₂O₂-induced Nrf2/ARE activation. *Biochemical and biophysical research communications*, 368(4), 948–954. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2008.02.018>

Yanaka A. (2018). Role of NRF2 in protection of the gastrointestinal tract against oxidative stress. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*, 63(1), 18–25. <https://doi.org/10.3164/jcbrn.17-139>

Páginas electrónicas

Universidad Nacional Autónoma de México. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. Jaral de castilla.
<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=calea-urticifolia>
 [Fecha de acceso: 28-08-2024]

40





Evaluación Económica de un proyecto de inversión para una empresa apícola en Chihuahua

Alvarado Venegas Iris Josefina⁵, Macías López María Guadalupe, Ortega Montes Fabiola Iveth, Alonso Gómez Martín Armando

Resumen:

Las abejas en México se ligan a la obtención de diversos productos alimenticios, medicinas y en lo particular a la producción de miel con una gran importancia socioeconómica y ecológica con beneficios indirectos en su utilización como un vector de polen en los cultivos. El objetivo de esta investigación fue elaborar un análisis económico de un proyecto de inversión para una empresa apícola en el norte de México. De acuerdo a la misión, visión y objetivos de la empresa se realizó el análisis económico del proyecto de inversión se evaluaron los costos de producción y los ingresos proyectados a cinco años para obtener los indicadores financieros. Los resultados mostraron una relación de b/c de 1.23, los indicadores financieros analizados indican que la empresa apícola puede hacer frente a la inversión y mejorar su productividad y su rentabilidad por lo que se muestra que es posible mejorar el ingreso de las familias dedicadas a la apicultura.

Palabras claves: análisis económico, costos fijos y variables, tasa interna de retorno, beneficio costo.

Abstract:

Bees in Mexico are linked to the production of various food products, medicines and, in particular, to the production of honey with great socioeconomic and ecological importance with indirect benefits in their use as a pollen vector in crops. The objective of this research was to prepare an

⁵ Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Km. 2.5 carretera a Rosales, Poniente, 33000 Delicias, Chihuahua.

Correos: iris.alvarado.venegas@gmail.com, macias519@gmail.com, fortega@uach.mx, malonsog@uach.mx

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



economic analysis of an investment project for a beekeeping company in northern Mexico. According to the mission, vision and objectives of the company, the economic analysis of the investment project was carried out, the production costs and projected income for five years were evaluated to obtain the financial indicators. The results showed a b/c ratio of 1.23 , the financial indicators analyzed indicate that the beekeeping company can cope with the investment and improve its productivity and profitability, which shows that it is possible to improve the income of families dedicated to beekeeping.

Keywords: economic analysis, fixed and variable costs, internal rate of return, cost benefit.

Introducción

Actualmente, la apicultura tiene una gran importancia socioeconómica y ecológica, se le considera entre las principales actividades pecuarias rurales generadoras de divisas, además de una parte fundamental de la economía local. De su crianza y cuidado se obtienen dos tipos de beneficios, directamente de la venta de productos apícolas como miel, polen y propóleos, y beneficios indirectos de su utilización como vector de polen en los cultivos. Actualmente existen dos tipos de apicultura, la sedentaria, cuando la ubicación de las colmenas es permanente, y la apicultura trashumante que consiste en cambiar la localización del apiario en búsqueda de la obtención del máximo de producción (INFOAGRO, 2011). El objetivo de este trabajo fue elaborar un análisis económico de un proyecto de inversión para una empresa apícola en el norte de México, la cual se enfoca en la obtención de beneficios directos por lo que actualmente la empresa produce y comercializa miel multiflora, miel de mezquite y propóleos, sin embargo, busca ampliar su negocio al logro de beneficios indirectos.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en una empresa apícola en el norte de México, estado de Chihuahua. El instrumento para la recolección de datos fue el formato FIRA, en el cual se recabar los costos de producción. La metodología utilizada fue primero determinar la situación actual de la empresa y sus necesidades de inversión, posteriormente se proyectaron inversiones en insumos, equipo y maquinaria requeridos para mejorar la producción y expandirse en ese rubro y finalmente se realizó el estudio económico financiero procesándose mediante el uso de Excel.

42





Análisis económico y financiero

Para el análisis del proyecto de inversión se calculó el costo total de la empresa apícola tomando en cuenta los costos fijos y costos variables. Se registraron todos los costos necesarios en cada proceso de la empresa. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de rentabilidad, considerando las variables financieras de Valor Actual Neto (VAN),

la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (B/C). El cálculo del VAN analiza la inversión de un proyecto basado en los futuros ingresos y egresos a realizar (Montes, 2023). Por lo tanto, se puede conocer cuánto se ganaría o cuánto se perdería al realizar determinada inversión (Le, 2021). Para calcular la relación B/C, indicador que representa la relación entre los costos y beneficios durante un periodo determinado, se emplea la fórmula: $\text{Beneficio Costo} = ((\text{Beneficio neto})/(\text{Costo neto})) \times 100$ (Ortega et al., 2023).

43

Para la integración del proyecto y llenado de fichas técnicas se siguió los pasos sugeridos por Baca Urbina (2016) en el libro Evaluación de proyectos y Yuri (2020).

Resultados y discusión

Se considera como inversión inicial a la mano de obra presupuestada, costos de servicios y materias primas de un año, así como la compra de un extractor nuevo de acero inoxidable con capacidad para extraer 24 bastidores a un tiempo, compra que se evidenció como necesaria en el estudio técnico, los montos de la inversión se muestran en la Tabla 1





Tabla 1 Inversión inicial

ESTRUCTURA INVERSION-FINANCIAMIENTO

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
Inversión Fija			\$45,000.00	\$45,000.00
Extractor de acero inoxidable 24 bastidores	Pz	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Inversión Diferida			\$0.00	\$0.00
Capital de Trabajo			\$7,700.00	\$43,900.00
Materia prima	lote mensual	1	3000	36000
Mano de obra	presupuesto	2	3200	6400
Servicios y otros	presupuesto	1	1500	1500
TOTAL			\$52,700.00	\$88,900.00
Porcentaje				100.00%

Fuente: Elaboración propia

Costos de producción

La planta de extracción de miel está planeada hasta el momento para laborar en un solo turno de trabajo, de inicio con 3 a 4 días por semana, con la posibilidad de incrementar el número de días. Se considera una producción anual de 3.2 toneladas a capacidad máxima y con un total de 40 colmenas productivas.

Presupuesto de costos.

El costo de producción se conforma por las partidas que intervienen de forma directa en la producción. Los costos de producción incluyen: la materia prima que es la miel, envase y embalaje





son los siguientes, se determinan para cada presentación en la que se maneja el producto, un ejemplo es la tabla 2

Tabla 2 Costo de producción de miel en envase de un litro.

MIEL EN ENVASE DE 1 L				
Producto	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Total
Miel	kg	1.3	\$ 30.00	\$ 39.00
Envase	pz	1	\$ 7.00	\$ 7.00
Etiqueta	pz	1	\$ 4.00	\$ 4.00
Sello	pz	1	\$ 0.01	\$ 0.01
TOTAL				\$ 50.01

45

Fuente; elaboración propia

El registro de los ingresos y egresos se obtiene finalmente una proyección de las ventas a 5 años, considerando un incremento de las ventas del 15% anual y antes de considerar los costos anuales, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3 Presupuesto de ventas

Producto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Miel 1 L	\$ 153,400.00	\$ 176,410.00	\$ 202,871.50	\$ 233,302.23	\$ 268,297.56
Miel 1/2 L	\$ 40,600.00	\$ 46,690.00	\$ 53,693.50	\$ 61,747.53	\$ 71,009.65
Miel 19 L	\$ 10,800.00	\$ 12,420.00	\$ 14,283.00	\$ 16,425.45	\$ 18,889.27
Miel 200 L	\$ 3,600.00	\$ 4,140.00	\$ 4,761.00	\$ 5,475.15	\$ 6,296.42
TOTAL	\$ 204,800.00	\$ 235,520.00	\$ 270,848.00	\$ 311,475.20	\$ 358,196.48

Fuente: elaboración propia





Se consideran los costos totales, con una proyección a 5 años, considerando una inflación promedio del 5%, divididos en costos fijos y variables como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 Proyección de costos totales a 5 años

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costos fijos	121,760.00	127,848.00	134,240.40	140,952.42	148,000.04
Costos Variables	102,945.00	108,092.25	113,496.86	119,171.71	125,130.29
Costos totales	224,705.00	235,940.25	247,737.26	260,124.13	273,130.33

Fuente: elaboración propia

Indicadores financieros

46

Se calculan indicadores financieros para determinar los beneficios que genera el proyecto, indicadores que deben ser mayores a cero para aseverar que la empresa tendrá éxito, en la tabla 5 se muestran los montos requeridos para obtener VAN, TIR y B/C que se muestran en tabla 6.

Tabla 5 Análisis financieros

Año de operación	Costos totales (\$)	Beneficios totales (\$)	Factor de actualización 10.0%	Costos actualizados (\$)	Beneficios actualizados (\$)	Flujo neto de efectivo act. (\$)
0	52,700	0	1.000	52,700.00	0.00	-52,700.00
1	226,205	234,800	0.909	205,640.91	213,454.55	7,813.64
2	237,440	283,521	0.826	196,231.61	234,314.88	38,083.26
3	249,237	326,049	0.751	187,255.64	244,965.55	57,709.91
4	261,624	374,957	0.683	178,692.80	256,100.35	77,407.55
5	274,630	431,200	0.621	170,523.83	267,741.28	97,217.45
Total	1,301,837	1,650,527		991,044.79	1,216,576.60	225,531.81

Fuente. Elaboración propia





Tabla 6 Indicadores financieros

VAN	225,531.81	Se acepta
TIR	78.38%	Se acepta
B/C	1.23	Se acepta

Fuente. Elaboración propia

El valor actual neto (VAN) es mayor a cero, por lo que indica que la empresa es rentable. La relación beneficio costo (B/C) obtenida es mayor a cero, indica que el proyecto es conveniente. Se calculan estos indicadores tomando en cuenta un factor de actualización del 10%.

Conclusiones

Del análisis realizado se concluye que con la venta anual de miel es posible cumplir con el objetivo del primer año, aumentando los costos un 5% anual, incrementando la producción un 15% anual, se pronostica que en el tercer año se recupere la inversión inicial y para el quinto año se tendrá una utilidad neta de \$150,166.19. Se puede garantizar la rentabilidad y viabilidad del proyecto, así como de la inversión en el equipo necesario para aumentar la capacidad instalada. El VAN con una tasa de actualización del 10% fue de \$225,531.81 durante los cinco años considerados en el proyecto. La TIR arroja un porcentaje de 78.38%, superior a la tasa de interés aplicada. Con los indicadores financieros analizados se muestra que la empresa apícola puede hacer frente a la inversión y mejorar su productividad y su rentabilidad.

Para mejorar las condiciones de la empresa, se recomienda tomar en cuenta que la apicultura presenta varias oportunidades de desarrollo, comenzando por la aceptación por ser un producto 100% natural es posible ofertar precios más elevados, lo que incrementaría la rentabilidad del negocio.

Además de miel, pueden comercializarse otros productos de la colmena, que pueden extraerse casi al mismo tiempo que la miel, como polen, propóleo y jalea real, mismos que pueden industrializarse para obtener otra clase de productos finales, como cosméticos, suplementos alimenticios, coadyuvantes con afecciones respiratorias, y golosinas. Integrarse adecuadamente a los canales de comercialización, incursionar en mercados más grandes, dado que se tiene producción para mantener algunos puntos. Y al incrementar la producción, hacerse más presente en mercados más amplios.

47





Literatura Consultada

Baca Urbina, G. (2016). Evaluación de Proyectos (Sexta edic). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Cajamarca Carrasco, D. I., Paredes Godoy, M. M., Cabrera Escobar, C. P., Velasco Matveev, L. A., & Vaca Cárdenas, M. L. (2020). Agroquímicos: enemigos latentes para los polinizadores y la producción de alimentos primarios que agonizan. Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales, marzo, 20. <http://hdl.handle.net/20.500.11763/ccss2003agroquimicos-enemigos-polinizadores>

Centro de Información de Estadística del Estado CIEE. (2016). Meoqui. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM08chihuahua/municipios/08045a.html>

Cervantes Sánchez J.M., Román de Carlos A.M. *, V. C. B. L. (2018). EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN APÍCOLA EN MÉXICO (1521-2010). 782–787.

Chavira Piñón, D. G. (2020). Estudio económico de un apiario en el municipio de Ahumada, Chihuahua.

Contreras-Escareño, F., Armendáriz, B. P., Echazarreta, C. M., Arroyo, J. C., Macías-Macías, J. O., & Tapia-González, J. M. (2013). Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, Mexico. Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias, 4(3), 387–398.

Contreras Lucely. (2018). Costos y rentabilidad de la apicultura a pequeña escala en comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán, México. August 2017. <https://doi.org/10.33064/iycaa201771600>

Google Maps. (2022).

<https://www.google.com.pe/maps/@28.3501478,-105.5384239,16.39z?hl=es-419>

48





INEGI. (2020). Número de habitantes. Chihuahua.

<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chih/poblacion/>

INFOAGRO. (2011). Apicultura. 1a parte.

https://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/apicultura.htm

INTA. (2016). Análisis económico de la producción de miel bajo protocolo. Indicadores de Actividad Económica, 70, 25–31.

Le, S. (2021). The application of NPV in different type of markets. In 3ed International Conference on Economics Management and Cultural Industry (ICEMCI 2021). Atlantis Press, pp 1054-1059.

49

Jiménez Paternina, L., Ziritt Trejo, G., & Prieto Baldovino, F. H. (2016). Una propuesta innovadora para afrontar la problemática de competitividad de la cadena apícola en el departamento de sucre. Diálogo de Saberes Desde Las Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, 6, 978–980.

Magaña Magaña, M. A., Tavera Cortés, M. E., Salazar Barrientos, L. L., & Sanginés García, J. R. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad * Productivity beekeeping in Mexico and its impact on profitability Resumen Introducción. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7, 1103–1115.

Montes, S. V., Uranga, V. L., Palacios, M. A., Ortega, M.F. I., & Macías, L. M. G. (2023). Business plan for the establishment of a sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) processing plant in Delicias, Chihuahua, Mexico. Agro Productividad. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i4.2458>.

Nicola Bradbear, F. (2005). La apicultura y los medios de vida sostenibles. Folleto de La FAO Sobre Diversificación 1. <http://www.fao.org/3/y5110s/y5110s00.htm#Contents>

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica y experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Ortega, M.F., Rubio, A. H., Clemente, S. F., & Uranga, V. I. (2023). Cost-benefit analysis of the best combination of organic and inorganic sources to supply zinc deficiency in pecan (*Carya illinoensis* [wangenh] k. Koch).





Las UMAs como factor de economía social, caso de estudio el rancho de Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná

Gerardo Alfonso Aviles-Ramírez⁶, Héctor Octavio Guerrero-Turriza, Mirsha Gabriela Magaña-Cruz, Larisa Genoveva Ordoñez-Ruiz⁷

Resumen

El presente estudio explora la implementación y el impacto de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en México, enfocándose en el caso del Rancho Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná (ITChiná), ubicado en Campeche. Desde su creación las UMAs tienen el objetivo de combinar la conservación de la biodiversidad con el desarrollo económico rural, aunque enfrentan desafíos significativos como desalineación con la caza de subsistencia, el enfoque económico sobre la conservación, políticas contradictorias y falta de participación local, lo que limita su efectividad y aceptación. El estudio pretende utilizar una metodología cualitativa para evaluar el impacto social y económico de establecer una UMA en el Rancho Xamantún, analizando tanto las percepciones de los estudiantes del ITChiná como de los habitantes del ejido de Chiná a través del uso de encuestas semi-estructuradas para entender los valores de uso y no uso de los ecosistemas presentes y su potencial para actividades de ecoturismo y conservación. Los resultados preliminares indican un alto potencial económico y social del rancho como UMA, destacando su capacidad para contribuir a la seguridad alimentaria local y al desarrollo educativo a través de la integración de actividades económicas tradicionales con la conservación de recursos naturales, el uso de la vegetación de selva mediana para el pago por servicios ambientales. Los hallazgos sugieren que, a pesar de los retos, las UMAs pueden desempeñar un papel crucial en la promoción del desarrollo rural sostenible y la educación ambiental en México.

Palabras clave: Sostenibilidad económica, seguridad alimentaria, conservación.

⁶ Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 s/n entre 22 y 28, Chiná, México. C. P. 24520
Correo: gerardo.ar@china.tecnm.mx; hector.gt@china.tecnm.mx; mirsha.mc@china.tecnm.mx

⁷ Instituto Tecnológico de Lerma, Km. 10 Carretera Campeche-Champotón, Lerma, Campeche, Lerma, México. C. P. 24500
Correo: larisa.or@lerma.tecnm.mx





Abstract

This study explores the implementation and impact of Wildlife Conservation Management Units (UMAs) in Mexico, focusing on the case of the Xamantún Ranch of the Instituto Tecnológico de Chiná (ITChiná), located in Campeche. Since their creation, UMAs aim to combine biodiversity conservation with rural economic development, although they face significant challenges such as misalignment with subsistence hunting, economic focus on conservation, contradictory policies and lack of local participation, which limits their effectiveness and acceptance. The study aims to use a qualitative methodology to evaluate the social and economic impact of establishing a UMA at Rancho Xamantún, analyzing both the perceptions of ITChiná students and the inhabitants of the ejido of Chiná through the use of semi-structured surveys to understand the use and non-use values of the ecosystems present and their potential for ecotourism and conservation activities. Preliminary results indicate a high economic and social potential of the ranch as a UMA, highlighting its capacity to contribute to local food security and educational development through the integration of traditional economic activities with the conservation of natural resources, the use of medium forest vegetation for payment for environmental services. The findings suggest that, despite the challenges, UMAs can play a crucial role in promoting sustainable rural development and environmental education in Mexico.

Key words: Economic sustainability, food security, conservation.

Introducción

El establecimiento de las denominadas Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) en México durante la década de 1990 tuvo como objetivo potenciar las economías rurales al tiempo que se promovía la conservación de los recursos naturales. Este doble objetivo ha dado lugar a diversas dinámicas socio-ecológicas que son importantes para entender la efectividad de estas herramientas de conservación.

Implementadas en 1997, las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre iniciaron como Unidades de Manejo Ambiental, de ahí que se haya quedado en la memoria el uso de las siglas UMA, en sus inicios fueron diseñadas para gestionar la vida silvestre de

52





manera sostenible y apoyar los medios de vida rurales al permitir que las comunidades utilicen legalmente los recursos de vida silvestre, al mismo tiempo que funcionarán como un elemento conector para preservar la biodiversidad y mantenimiento de la integridad del ecosistema (Álvarez-Peredo & Contreras-Hernández, 2023).

En sus inicios, la iniciativa tenía como objetivo el integrar los beneficios económicos con la conservación ecológica, abordando la pérdida de biodiversidad al tiempo que proporcionaba oportunidades de ingresos para las poblaciones rurales, ya que proporciona incentivos económicos a través del uso sostenible de los recursos naturales permitiendo la certidumbre de la tenencia de los predios en cualquiera de las modalidades, particular o comunal; estos apoyos económicos debían de apoyar en la conservación de los ecosistemas (Romero-de-Diego et al., 2021).

A pesar de su potencial, las UMA enfrentan diversos desafíos que han impedido su crecimiento como factor de crecimiento, Santos-Fita (2018) menciona algunos de estos desafíos: a) desalineación con la caza de subsistencia: las UMA no reconoce la importancia de la caza de subsistencia, que es una práctica tradicional en las comunidades rurales, lo que provoca un enfrentamiento entre las prácticas locales y los marcos regulatorios; b) enfoque económico sobre conservación: las UMA se han movido más hacia un enfoque de negocio, el cual prioriza la rentabilidad por encima de los esfuerzos de conservación, practica asociada el modelo neoliberal que suele marginar las necesidades y prácticas de las comunidades locales; c) ambigüedades regulatorias: aunque existe la Ley General para la Vida Silvestre (LGVS) y a través de ella se proporcionan las pautas legales de manejo, se consideran que estas no son claras con respecto a la caza de subsistencia, lo que dificulta que las comunidades naveguen por los requisitos legales, lo que conduce a la criminalización de las prácticas tradicionales; d) políticas contradictorias: existen leyes que causan conflictos al momento de ser implementadas, estas contradicciones surgen de diversos intereses económicos, sociales y políticos en diferentes regiones de México y e) falta de participación local: las UMA frecuentemente excluyen a las comunidades locales de los procesos de toma de decisiones, lo que termina en un desgaste de sus conocimientos tradicionales y prácticas de gestión, obstaculizando la gestión sostenible de los recursos y los esfuerzos de conservación

53





Se reconoce que las UMAs han contribuido al emprendimiento rural al permitir que las comunidades aprovechen los recursos locales, aunque se reconoce que la mercantilización de la naturaleza de las UMA puede dar lugar a conflictos, particularmente en contextos de propiedad colectiva, donde los actores locales pueden verse afectados negativamente por regulaciones estrictas, dada la tensión que se genera entre el Estado y las comunidades involucradas durante su instrumentación, quienes ven disminuidas sus posibilidades de uso y acceso al territorio y a los recursos naturales; sin embargo, ciertos tipos de UMAs han funcionado bien resaltando las de turismo cinegético y que se calcula que han generado una derrama económica cercana a los 3,000 millones de pesos (Cruz-Aguilar et al., 2023).

Es reconocido que los ecosistemas presentan flujos de bienes y servicios que pueden afectar de forma directa e indirecta a los agentes económicos y a la sociedad en general, todo esto basado en el uso del capital natural; sin embargo este flujo de bienes y servicios no es bien entendido, valorado y monitoreado teniendo como resultado que, en la actualidad, muchos de los ecosistemas se enfrentan a problemas de degradación y a la reducción de la calidad de los recursos naturales, por lo que la toma de decisiones sobre el uso de los recursos naturales es una tarea inevitable que está directamente relacionada con la definición de valor (Arango-Sánchez et al., 2023).

54

El objetivo del presente estudio es conocer el impacto social y económico que representaría una UMA en el Rancho de Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná (ITChiná), el cual se ubica cerca de la ciudad capital del estado de Campeche y en el cual se desarrollan diversas actividades económicas primarias, pero presenta una extensión de 100 hectáreas como macizo forestal con recursos florísticos y faunísticos en un buen estado de conservación, con el cual se pudieran realizar actividades de ecoturismo y turismo rural. La metodología empleada fue el análisis cualitativo analizando los aspectos social y económico de la comunidad de estudiantes que pertenecen al ITChiná y de los habitantes del ejido de Chiná, para lo cual se caracterizó primero el ambiente natural del rancho y posteriormente se aplicaron encuestas semi-estructuradas.

Material y Métodos

El rancho Xamantún pertenece al ITChiná, es una extensión de aproximadamente 160 hectáreas, en 60 de ellas se desarrollan actividades agropecuarias como apoyo para la carrera





de Ingeniería en Agronomía, las 100 restantes contienen un macizo forestal en un estado de conservación de bueno a intermedio y el cual sirve para apoyar las carreras de Ingeniero Forestal y la Licenciatura en Biología (figura 1).



Figura 1. Imagen de Google Earth Pro en la cual se aprecia el Rancho de Xamantún, en líneas amarillas, delimitándose las áreas con actividades agropecuarias y el macizo forestal.

Para evaluar el uso potencial del rancho como una UMA, se realizó un muestreo prospectivo en las áreas con actividad económica que fueron la plantaciones forestales y el apiario, y de igual forma en áreas forestales que no tienen actividad económica al momento y las cuales pueden ser sujetas a actividades de ecoturismo y conservación de los recursos naturales.

Se aplicaran encuestas semiestructuradas estas serán usadas para construir una herramienta que permita analizar la percepción de los usuarios del rancho que son los estudiantes de todos los programas educativos del ITChiná, siete programas a nivel licenciatura y los cuatro a nivel de posgrado, con el objetivo de realizar la valoración económica de los recursos naturales y agropecuarios presentes, esto a través del método de valoración contingente, en la cual se analizan los valores de uso y no uso de los ecosistemas, lo que permitirá conocer la opinión por cada una de los programas establecidos.





De igual forma, se realizarán la misma valoración pero con los habitantes del ejido de Chiná, en el cual se ubica el ITChiná y el rancho Xamantún. Una vez obtenidas las valoraciones se verán las relaciones que existen entre los programas de estudio y la comunidad de Chiná, calculando un valor contingente que se aplique para la conservación de los recursos del rancho de Xamantún.

Las entrevistas estarían diferenciadas, una para los habitantes de la comunidad de Chiná y otra para los estudiantes que componen el ITChiná. Para los habitantes de la comunidad, la entrevista estaría compuesta de cinco secciones: A) Conocimiento del concepto UMA, B) Impacto económico, C) Participación comunitaria, D) Beneficios sociales y E) Desafíos.

En el caso de los estudiantes la entrevista estaría compuesta de cinco secciones: A) Conocimiento académico del concepto UMA, B) Perspectiva de la gestión de la UMA, C) Investigación y desarrollo, D) Impacto en la formación profesional y E) Visión a futuro. El análisis de las entrevistas se analizará mediante la transcripción y organización de las entrevistas, posteriormente se deberán de organizar las transcripciones en un documento o base de datos para facilitar su análisis, una vez organizadas se realizará la codificación y categorización para su posterior análisis e interpretación terminando con la presentación de resultados, para lo cual se empleará el programa de Atlas.ti en su versión 9.

56

Resultados y discusión

A continuación, se presentan resultados preliminares basados en la caracterización ambiental y productiva del rancho, para lo cual se realizó la caracterización en nueve puntos entre las dos áreas diferentes, en la figura 2 se aprecian los tres puntos muestreados. En la fotografía A se esquematiza el límite entre la plantación de caoba y la de mango, se presenta una dominancia de hierbas sujetas a un constante impacto antropogénico. La fotografía B presenta el borde sureste de la plantación de mango, en los cuales se observan árboles de mango con una altura promedio de entre 6-9 metros y amplios espacios de callejones bajo el dosel. La fotografía C describe una la zona donde terminan las dos plantaciones en su zona noreste, la cual limita con un macizo de forestal que limita con la segunda zona muestreada.





Figura 2.- Puntos muestreados en el área con presencia de plantación forestal de caoba y de mangos.

La segunda zona se caracterizó por la presencia áreas forestales en buen estado limitada con un área que fue sujeta desmonte en el mes previo (figura 3).

En la fotografía A se aprecia el inicio de la zona forestal caracterizada por la presencia de árboles de alturas promedio de 10-12 metros en la parte profunda y en las zonas límites se observan los chilivitos (nombre vernáculo que se le da a los árboles de rápido crecimiento derivado del impacto antropogénico). En la fotografía B se puede apreciar la superficie que fue sujeta a desmonte con la presencia de herbáceas de rápido crecimiento como resultado de las lluvias recientes.

La fotografía C presenta un estrato arbóreo caracterizado por la presencia de lianas y chilivitos, esta zona tiene un sendero que une esta zona con la de las plantaciones





mencionadas previamente. En la fotografía D se puede observar árboles de mayor altura y una mayor presencia de lianas. La fotografía E muestra el apiario dentro de un área arbórea más madura y ubicada al interior de la zona forestal.



Figura 3.- Puntos muestreados en la zona del macizo forestal

Dentro de la zona arbórea *Bursera simaruba* fue la especie más dominante a simple vista, con troncos de alturas hasta de 12 m y diámetros de 30 a 35 cm, las siguientes especies con mayor presencia fueron *Lysiloma latisiliquum* y *Piscidia piscipula*; de igual forma destaca la presencia de *Sabal yapa*.

El rancho Xamantún, ubicado en Campeche, se divide en dos secciones, la primera donde se ubican las zonas de producción primaria (agricultura, ganadería y plantaciones forestales)





y la cual tiene una superficie de 60 hectáreas. La segunda sección es la forestal y la cual cubre una superficie de 100 hectáreas y en la cual se presenta una vegetación de tipo selva mediana. Este rancho se caracteriza por su doble funcionalidad, abarcando tanto áreas agrícolas como selváticas, la integración de estas secciones puede mejorar la sustentabilidad y la productividad a través de diversas prácticas. En cuanto al área de producción primaria de 60 hectáreas, esta apoya la agricultura y la ganadería, donde los sistemas silvopastoriles tradicionales (SSPt) son cruciales, y al mismo tiempo se aprovecha el conocimiento local para mejorar las percepciones ambientales y aumentar la productividad, como lo demuestran las interacciones positivas entre el ganado y la vegetación diversa (Matías-Juárez et al., 2023).

Las evaluaciones económicas indican que las unidades ganaderas en Campeche enfrentan retos como la baja eficiencia reproductiva y rentabilidad, con costos significativos atribuidos a alimentación y laboral (Torres-Aburto et al., 2022); alternativas como la del rancho de Xamantún, en la cual se pueden mezclar el uso de actividades económicas tradicionales y de conservación de recursos naturales, deben de ayudar en las economías locales.

59

La vegetación del rancho de Xamantún es de tipo selva mediana, con la presencia de especies que han sido reportadas en estudios de la zona de Calakmul y de Quintana Roo, la presencia de *Bursera simaruba* puede ser un indicador de que exista una mayor cantidad de carbono orgánico, a este respecto Hurtado-Torres et al., (2022) encuentran que en selvas bajo manejo forestal *Bursera simaruba* con presentó 87.42 kg de carbono por hectárea, seguida de *Guazuma ulmifolia* con 47.09 kg de carbono por hectárea y *Lysiloma latisiliquum* con 42.14 kg de carbono por hectárea.

Esta vegetación de selva mediana puede juega un papel vital en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y junto con los sistemas agrosilvopastoriles, pueden contribuir al bienestar familiar al proporcionar diversos productos, mejorar la seguridad alimentaria y mejorar los resultados nutricionales, Fraire-Cordero et al., (2023) mencionan que el aporte de los sistemas agrosilvopastoriles son un componente importante en los aspectos económicos, nutricionales y de salud para las familias de Escárcega y Champotón, Campeche, esto a través la presencia de árboles multipropósito los cuales contribuyen significativamente al bienestar familiar, tanto por el uso forrajero, forestal, frutícola y





ornamental, como por la obtención de productos extras como postes, leña, madera y medicina.

Conclusiones

Los resultados preliminares indican que el potencial del rancho Xamantún como instrumento de economía local es alto, con los análisis preliminares se aprecia la importancia de las actividades económicas primarias que tienen un aspecto importante en el componente de seguridad alimentaria. La diversidad de la vegetación de selva mediana tiene un potencial para el pago por servicios ambientales a través de la captura de carbono orgánico junto con la diversidad de especies presentes.

Los resultados de los análisis sociales y económicos ayudarán a tener una mayor visión sobre la importancia como herramienta de economía social y en este caso en particular, el uso del rancho como generador de educación formal dentro de los estudiantes del ITChiná.

60

Literatura Citada

- Álvarez-Peredo, C., y Contreras-Hernández, A. (2023). Nuevos paradigmas en la gestión de esquemas de conservación en México. *Regions and Cohesion*, 13(2), 1-24. <https://doi.org/10.3167/reco.2023.130202>
- Arango-Sánchez, J. F., Pacheco-Figueroa, C. J., y Vargas-Marín, L. A. (2023). Valoración económica de los servicios ecosistémicos: Una revisión sistemática. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28(103), 948-964. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.103.3>
- Cruz-Aguilar, R., Cruz-León, A., Fernández-Rebollo, P., Uribe-Gómez, M., Ramírez-Valverde, B., y Cuevas-Reyes, V. (2023). La mercantilización de la naturaleza en áreas naturales protegidas mexicanas. Caso Sierra de Huautla, Morelos. *Revista ESPAMCIENCIA*, 14(2), Article 2. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v14i2.393
- Fraire-Cordero, S., Rosales-Martínez, V., Flota-Bañuelos, C., y Bautista-Ortega, J. (2023). Aporte de los sistemas agrosilvopastoriles de Escárcega y Champotón, Campeche, al bienestar familiar. *Avances en investigación agropecuaria*, 27(Suplemento II), ágs 21-23. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.23.27.40>
- Hurtado-Torres, M. C., Dupuy-Rada, J. M., Montañez-Escalante, P., y Jiménez-Osornio, J. (2022). Diversidad arbórea y carbono almacenado en selvas bajo manejo forestal comunitario en Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 28(3), e2832449. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2832499>

Áreas temáticas





- Matías-Juárez, M., Alayón-Gamboa, J. A., Aguilar-Cordero, W., y Aldasora-Maya, E. M. (2023). Percepciones y conocimientos de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Campeche, México, un enfoque multiespecie. *Sociedad y Ambiente*, 26, Article 26. <https://doi.org/10.31840/sya.vi26.2748>
- Romero-de-Diego, C., Dean, A., Jagadish, A., Witt, B., Mascia, M. B., y Mills, M. (2021). Drivers of adoption and spread of wildlife management initiatives in Mexico. *Conservation Science and Practice*, 3(7), e438. <https://doi.org/10.1111/csp2.438>
- Santos-Fita, D. (2018). Subsistence Hunting in Rural Communities: Incompatibilities and Opportunities within Mexican Environmental Legislation. *Journal of Ethnobiology*, 38(3), 356-371. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-38.3.356>
- Torres-Aburto, V. F., López-Reyes, L. Y., Pérezgrovas-Garza, R. A., Espinosa-Ortiz, V. E., Peralta-Torres, J. A., y Severino-Lendechy, V. H. (2022). Evaluación económica de la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas productivos con ganado criollo en Campeche, México. *Acta Universitaria*, 32, 1-15. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3501>

61

Áreas temáticas

 Matemáticas y Física Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.	 Economía, Ciencias Sociales y Humanidades Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.	 Ciencias Biológicas y Agronómicas Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.	 Química Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica y experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.
--	--	--	---



prehispánicas hasta nuestros días. (Aguilar y López, s.f.) El ajolote, pone de manifiesto la importancia que representa no solo para la conservación de la biodiversidad endémica, sino que, al mismo tiempo, es parte fundamental de nuestra identidad como nación. La pérdida de biodiversidad obedece a varios factores: cambio climático global, cambio de uso de suelo y desertificación, contaminación de su hábitat con basura y desperdicios orgánicos, comercio ilegal y sobre explotación, tan solo por mencionar algunas.

Palabras clave: Axolotl, Neotenia, *ex situ* reproducción

Abstract

The axolotl (*Ambystoma mexicanum*) is a Mexican amphibian that is on the list of NOM-059-SEMARNAT-2010, that is, it is on the list of Mexican species in danger of extinction. Although there are still specimens in their natural habitat, they have been decreasing over the years due to the destruction of their habitat and water pollution, in addition to having invasive species such as the Asian carp (*Cyprinus carpio carpio*) and the African tilapia (*Oreochromis mossambicus*) (Aguilar and Aguilar, 2019). The Mexican axolotls have decreased their population due to misuse by people who engage in illegal trade, as well as those who traffic to obtain their DNA for research purposes in other countries and in Mexico. Axolotls have also been used as pets, which are sold indiscriminately in fish markets and private aquariums. It is a mystical animal and closely related to the country's history. Aztec mythology considered it a god who refused to die, thus becoming a water monster. (Photo Ark, n.d.). Therefore, for our country, the conservation and protection of the axolotl is of utmost importance, not only for the role it plays in biodiversity, but also because this specimen has unique characteristics, among which its endemic condition stands out, since it is only found in some bodies of water in the Valley of Mexico; its ability to reproduce while maintaining its larval or juvenile characteristics, better known as the neotenic state; its peculiar quality of regenerating certain organs and members of its body (legs and tail); and that it has medicinal and aphrodisiac properties; all this together with the fact that it is considered a succulent food from pre-Hispanic times to the present day. (Aguilar and López, n.d.) The axolotl, demonstrates the importance it represents not only for the conservation of endemic biodiversity, but at the same time, it is a fundamental part of our identity as a nation. The loss of biodiversity is due to several factors:

63

Áreas temáticas



Matemáticas y Física

Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades

Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas

Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química

Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



global climate change, change in land use and desertification, contamination of its habitat with garbage and organic waste, illegal trade and overexploitation, just to mention a few.

Keywords: Axolotl, Neotenia, *ex situ* reproducción

Introducción

En los años 80s, los profesionales de la producción en alimentos introdujeron Tilapia (*Oreochromis aureus*), a los canales de Xochimilco, ocasionando con ello, pérdidas casi totales, no solo del ajolote, sino que también están desapareciendo otras especies endémicas del lugar y de gran importancia histórica y cultura, tal es el caso del Acocil (*Cambarellus montezumae*) endémico de la región y parte importante en la alimentación prehispánica.

64

A pesar de que existan ejemplares de ajolote en el Jardín des Plantes en París, es necesario evitar llegar al punto en que sean los últimos en todo el mundo, por lo cual existen distintos lugares y centros de investigación que se dedican a la conservación y reproducción de este anfibio mexicano. Algunas de estos lugares son pequeños y no suelen tener la difusión suficiente para que la gente conozca o puedan ser apoyados, por lo que se busca aprovechar el auge que ha tenido el ajolote para dar a conocer uno de estos pequeños lugares a través del uso de lo que se conoce como estrategias de marketing.

Ahora bien, sobre las estrategias de mercadotecnia, hay que mencionar que son un plan de acción en el que se describen los procedimientos que sigue una empresa, para que tener la oportunidad para poder lograr sus objetivos, siendo su principal importancia radica en el hecho de que permiten optimizar los recursos de las empresas y tener una coordinación efectiva dentro de las organizaciones (Pursell, 2023).

Dentro de la mercadotecnia actual existen una gran variedad de diversos tipos de estrategias de mercadotecnia, de la cuales se puede mencionar las siguientes: estrategias de segmentación, que consisten en que elegir un público objetivo mucho más específico de acuerdo las características del producto que se ofrece; estrategias de posicionamiento de marca, que





buscan generar un lugar para la empresa dentro de la mente de los consumidores; estrategia de marketing digital, que se buscan posicionar a la empresa en los medios digitales actuales para así aumentar la difusión que tienen; estrategias de marketing de contenidos, que se basa en la redacción y publicación de diferentes artículos, infografías e- books; estrategias de fidelización, que busca acercar mucho más a los consumidores a nuestra empresa; entre otras (Pursell, 2023).

Sin embargo, a pesar de esa gran variedad de estrategias de mercadotecnia, en el presente proyecto, se planea usar la estrategia de mercadotecnia del boca a boca que consiste en realizar una serie de acciones que motivan a otros a hablar espontáneamente de sus productos, servicios o marca (Ortega, 2022).

65

De manera que, mientras que, si bien es cierto que en el pasado el boca a boca solía estar limitado por el número de lugares que un individuo podría visitar y las personas que podría conocer físicamente, hoy en día, gracias a los medios de comunicación online y sociales, principalmente redes sociales, lo que un individuo comparte puede llegar a millones de personas en cuestión de segundos, pero no se detiene ahí, ya que tras una interacción: una persona se lo dirá a otra, y a otra, y así sucesivamente, por lo que con cada reenvío el marketing boca a boca tiene un potencial de crecimiento exponencial (Ortega, 2022), siendo la estrategia elegida para el presente proyecto por el hecho de que con ella será posible que los participantes de las actividades sean los encargados de difundir entre las personas de su círculo cercano la importancia de la conservación y la protección del ajolote como del papel que juega el Acuario Invernadero Chapingo en esta situación.

En resumen, la conservación y protección del ajolote es una pieza fundamental para la preservación de la biodiversidad biológica de nuestro país, por lo que, con las estrategias de mercadotecnia que se desarrollen, se busca lograr una mayor difusión de este espécimen, y así se le de divulgación a las actividades que en diferentes lugares y centro a lo largo de todo el país realizan para su protección, reproducción y posible introducción a nuevas áreas naturales, a fin de que tengan un mayor apoyo y una mayor posibilidad de tener éxito en los objetivos por lo que fueron creados.





En México el billete de 50 tiene el dibujo de un ajolote al reverso, este es real y se encuentra en Axolotitlán Museo Nacional del Ajolote. Este cuenta con refugio y cuidado de ejemplares, programas de educación ambiental, red médica, recorridos bioculturales y colaboraciones pedagógicas y creativas. Este museo ha aprovechado el auge que empezó a tener el ajolote para llamar la atención de las personas y mostrarles el gran anfibio que México tiene.

Además, varios lugares en la Ciudad de México se dedican a la conservación y reproducción de distintas especies de ajolote, siendo que muchos de ellos se dedican a concientizar sobre la importancia de la preservación de este organismo, ejemplo de ello es El Papalote Museo del Niño en su sala “Oztoc Axolotl”, el cual cuenta con diversas actividades interactivas para educar e informar a los niños sobre el ajolote y la importancia que tiene en distintos ámbitos, sin embargo, todo estos lugares realmente no cuenta con el marketing suficiente como para poder difundir todas y cada una de sus actividades.

66

Por otro lado, instituciones como Chapingo se han dedicado a la conservación, reproducción y reintroducción del ajolote en su hábitat natural dentro del Acuario-Invernadero. A pesar de ser una institución conocida a nivel nacional se sabe poco de que cuenta con un ajolotario, en el cual se realizan recorridos guiados donde se explican a grandes rasgos los aspectos relacionados a la especie y a su conservación, pero es claro que el alcance de estos es muy limitado, por lo que se busca implementar nuevas estrategias para que la gente pueda conocerlo, visitarlo y apoyar a su conservación. Un proyecto de difusión y mercadotecnia para el ajolote es esencial por varias razones. En primer lugar, el ajolote es una especie única y emblemática de México, con características biológicas sorprendentes, como su capacidad de regeneración y su importancia en la investigación científica. Promover la difusión sobre esta especie permitiría aumentar la conciencia pública sobre su valor ecológico y cultural.

Además, el ajolote tiene un potencial comercial considerable. Su imagen como una especie única y exótica podría atraer a visitantes interesados en la biodiversidad mexicana. Además, existen oportunidades en el mercado de mascotas para la cría en cautiverio y la venta legal y responsable de ajolotes como animales de compañía, siempre y cuando se realice de manera sostenible y ética.





Por último, al promover el ajolote como un símbolo de conservación y biodiversidad, se fomenta la protección de su hábitat natural y se generan oportunidades para la educación ambiental. Este tipo de proyectos no solo contribuyen a la conservación de una especie en peligro de extinción, sino que también promueven valores de responsabilidad ambiental y respeto por la vida silvestre en la sociedad. En resumen, un proyecto de difusión y mercadotecnia para el ajolote puede beneficiar tanto a la conservación de la especie como al desarrollo económico y cultural de las comunidades locales.

Materiales y Métodos

El proyecto se divide en dos fases: la primera implica la colecta de los ejemplares y su procesamiento en cautiverio. Este paso consta de la aclimatación, alimentación y control de factores fisicoquímicos básicos para el mantenimiento y reproducción del ajolote mexicano. La fase dos se enfoca en el trabajo de comercialización y costos de mantenimiento dentro de las instalaciones de la UACH.

Se necesita obtener información para desarrollar las estrategias de marketing, por lo que, primeramente, se deberá analizar el entorno interno y externo. Es necesario tener en cuenta aspectos como: si alrededor hay otro lugar que tenga el mismo giro que el Acuario-Invernadero Chapingo, las tendencias que existen en cuanto a la educación ambiental y los recursos que se tienen disponibles, dicha información que se obtendrá mediante una investigación bibliográfica y de campo, y este último se hará a través de la realización de encuestas, las cuales se harán de la siguiente: se construirá una primera versión del cuestionario para someterlo a una prueba piloto donde se evalúen los fallos de comprensión y redacción de esta versión preliminar, y con base en ella se harán las correcciones necesarias para construir la versión final de la encuesta la cual será el aplicada.

Por otro lado, para aplicar las encuestas, se determinará una muestra representativa, que se construirá de la siguiente manera: para estimar el tamaño de muestra será necesario aplicar la siguiente fórmula:

67





$$n = z^2pq/B^2$$

Donde n= Tamaño de la muestra, z= 1,96 por el 95% de confianza p= al 50%

q= al 50%

B= precisión de error del 0.03%

obteniendo un tamaño de muestra que realmente represente a la población, la cual, para los fines del presente proyecto será de 1,068 encuestados (Mateu & Casal, 2003).

Una vez determinado el tamaño de la muestra, se utilizará el procedimiento del muestreo sistemático para elegir a los miembros de ésta, el cual consiste en que, usando de base a un arreglo aleatorio, se selecciona un número entre el 1 y 10, para posteriormente, dependiendo del tamaño de la población, seleccionar un intervalo de selección, el cual debe ser directamente proporcional al tamaño poblacional (Badii, s.f.), y para poder aplicarlo se usará de base la lista de asistencia de las actividades del Acuario Invernadero Chapingo.

68

Los resultados obtenidos, serán analizadas y evaluados a través del programa SPSS, centrando el análisis en los estadísticos descriptivos como son: la media, moda, rango, desviación estantalar, la varianza, entre otras (Ortega, 2021).

Después, con los datos obtenidos se segmenta la audiencia a la que serán dirigidas las estrategias que se llevarán a cabo, a fin de crear estrategias y experiencias personalizadas que tengan una mayor probabilidad de éxito.

Posteriormente, se definirán los objetivos que tienen las estrategias de marketing, ya que serán su base. Con estas bases se desarrollará el mensaje clave que será dirigido a la audiencia que elegimos anteriormente. El mensaje de “de la importancia que tiene conservación y del ajolote para la biodiversidad mexicana” se deberá transformar en actividades, talleres, cursos, exposiciones y experiencias para ser transmitidas.

Al tener preparadas las estrategias que se ocuparán para difundir el mensaje clave, necesitamos que lleguen a la audiencia que se definió anteriormente, por lo que se deberá de realizar una investigación de mercado sobre cuáles son los medios que frecuentan diariamente o por los cuales reciben información para asegurar su correcta difusión los cuales podrían ser redes sociales, revistas, periódicos, radio y televisión.





Desde el inicio del desarrollo de las estrategias se deberá considerar las posibles alianzas estratégicas que se formarán, esto podría ayudar a construir una red de apoyo. Al término de la realización de las estrategias se deben medir los resultados obtenidos mediante los indicadores que se definen en los objetivos para poder analizar los datos obtenidos. Igualmente, se debe escuchar a la audiencia para tener un feedback continuo y poder mejorar las estrategias.

El lugar en el que se llevarán las estrategias podrá ser tanto físico como virtual, ello dependerá de la audiencia a la que sea dirigida y de su objetivo. La actividad interactiva se llevará a cabo de manera presencial en todas las ocasiones. Para la creación de publicidad se empleará el software Adobe Photoshop y otros programas de edición, y para el análisis de información en el caso de hacer encuestas se usará el software IBM SPSS Statistics.

Finalmente se medirá el impacto del presente proyecto a través del análisis de las tasas de visitas que se registran en el acuario y/o con los recorridos guiados en el ajolotario, ya que con ello será posible identificar si las actividades realizadas tienen un verdadero impacto en la importancia que la población le da a la conservación del ajolote, porque un mayor número de vistas significa un mayor número de personas que quieren acercarse al ajolote.

69

Resultados

Este proyecto inicia en colaboración con ejidatarios del pueblo San Gregorio en Xochimilco, quienes dieron las facilidades para extraer ejemplares de los canales de esa región

La información recabada con los vendedores señala que es una actividad familiar cuya recolección es de manera tradicional con la utilización de redes a la orilla de los canales de Xochimilco. En cuanto a la comercialización, actualmente no se comercializa como otras especies prehispánicas, el ajolote de acuerdo con las encuestas ha sido olvidado porque comentan que ya no existe. Pero no hay documentación que señale la forma de venta en la época prehispánica. Su alto valor adquisitivo radicaba en su trayectoria como un dios que trajo la luz y el movimiento de la tierra. En el proceso de la recolección y como es muy poca la gente dedicada a esta actividad, hace que su precio sea elevado y que además se ha utilizado en su comercialización como mascota, incrementando con esto, la utilización de la especie dentro del mercado negro, con lo cual se hace mas susceptible a la extinción.

En cuanto a la encuesta realizada hacia los asistentes a la demostración, la mayoría expresó su desconocimiento, lo que ocasiona que dan importancia a que a pesar de no conocerlo muy bien,





saben que es importante, pues mencionaron que forma parte de la identidad cultural, es decir, que ellos perciben la gran relevancia que este organismo tiene dentro de la cultura mexicana.

Los encuestados calificaron la demostración como interesante, pues es una forma de difusión que contribuirá que este animal místico no desaparezca.

Encuesta aplicada en el mercado Texcoco y en Universidad autónoma Chapingo.

“¿Sabías que son los ajolotes? No.

¿Qué importancia le das a este tipo de especie? Pues es algo muy representativo
¿Crees que este llegue a desaparecer? Yo creo que sí, aunque con este tipo de eventos, se podría tener una esperanza”.

La gente que conocía el ajolote, señalaron que lo han visto en reportajes y en ocasiones los vieron en venta en acuarios comerciales. Nunca lo vieron como alimento

“¿Sabías que es el ajolote? Sí.

¿Qué importancia le das a este tipo de animales? Mucha ya que es algo de nuestra cultura

¿Qué te parece esta exposición? Muy buena ya que rescatan animales en peligro de extinción y se rescata la cultura

¿Te gustó? Sí.

¿Crees que este animal llegue a desaparecer? A lo mejor, pero hay que hacer lo necesario porque sea lo contrario”.

En la parte inferior se observa la exposición de alimentos prehispánicos y se muestran vivos a los ajolotes producidos en la UACH. Este evento se realizó durante la Semana de Preparatoria Agrícola, en el mes de mayo del presente año en el exterior del Invernadero de Especies Tropicales, con el platillo de tortas de ahuate.

70





Como parte del trabajo de difusión, se elaboraron trípticos, en ellos se describe la importancia de los ajolotes.

Las exposiciones desarrolladas dentro de la Universidad Autónoma Chapingo fueron difundidas en los medios electrónicos y en físico a través de lonas y mantas.

Semana de Preparatoria Agrícola 2023

Primera Feria de la Ciencia 2023

Feria Nacional de la Cultura Rural 2023

71

Muestra de los organismos realizada por los alumnos de la UACH.

Dentro de la primera fase, se realizó el análisis proximal del material colectado en los canales de Xochimilco, los cuales se muestran en los siguientes cuadros:

ANÁLISIS PROXIMAL

CONTENIDOS	BSD	BS	BH
HUMEDAD (%)		0	16.41
MATERIA SECA (%)		100	83.59
CENIZAS (%)		6.62	5.53
MATERIA ORGÁNICA (%)		93.38	
PROTEÍNA CRUDA (%)		81.94	68.50
EXTRACTO ETERO (%)		0.36	
FIBRA CRUDA (%)	1.97	1.96	
ESTRATO LIBRE DE N (%)		9.12	

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Cuadro 1.Muestra 1 de Ajolote; BS: Base Seca,BH: Base Húmeda

AJOLOTE			
CONTENIDOS	BSD	BS	BH
HUMEDAD (%)		0	16.29
MATERIA SECA (%)		100	83.71
CENIZAS (%)		6.79	5.68
MATERIA ORGÁNICA (%)		93.21	
PROTEÍNA CRUDA (%)		81.86	68.52
EXTRACTO ETERO (%)		0.44	
FIBRA CRUDA (%)	2.05	2.04	
ESTRATO LIBRE DE N (%)		8.88	

72

Cuadro 2.Muestra 2 de ajolote;BS:Base Seca,BH: Base Húmeda

AJOLOTE		
CONTENIDOS	AHUAUTLE	des vest
HUMEDAD (%)	16.35	0.084
MATERIA SECA (%)	83.65	0.084
CENIZAS (%)	6.70	0.118
MATERIA ORGÁNICA (%)	93.30	0.118
PROTEÍNA CRUDA (%)	81.90	0.059
EXTRACTO ETERO (%)	0.40	0.056
FIBRA CRUDA (%)	2.00	0.055
ESTRATO LIBRE DE N (%)	9.00	0.170

Análisis de los contenidos del ajolote y su desviación estándar





73

(*Ambystoma mexicanum*), colectados en Xochimilco D.F.
mexicanum. Acuario-Invernadero Chapingo

Exposición anual *Ambystoma*

Reproducidos en el Acuario-Invernadero Chapingo

PREPARACIÓN DE LAS INSTALACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y CRÍA DEL AJOLOTE

Se ubicaron peceras de 50 L en estantes metálicos

Se instaló el sistema de filtración wet- drive

Sistema de iluminación

Sistema de abastecimiento de agua

Sistema de tratamiento de agua

Equipo de monitoreo de los factores físico-químicos del agua

Sistema de Oxigenación

Método de alimentación e insumos.

Áreas temáticas



Matemáticas y Física

Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades

Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas

Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química

Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica y experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Figura que muestra los contenedores calibrados con factores fisicoquímicos básicos para reproducción de *Ambystoma mexicanum* dentro del Acuario-Invernadero Chapingo.





75

Fotografías que indican el proceso y materiales para el desove del ajolote mexicano y su alimentación a través de gusano Tubifex procesado y desinfectado para su utilización como alimento base .

Áreas temáticas

 Matemáticas y Física Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.	 Economía, Ciencias Sociales y Humanidades Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.	 Ciencias Biológicas y Agronómicas Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.	 Química Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.
---	---	--	---



Morfometría y sexado de *ambystma mexicanum*. Tarea realizada a través de instrumentos como microscopio, cánulas y colorantes. Macho mostrando el espermatóforo como señal de madurez sexual.

Conclusiones

La producción en cautiverio es una opción, no sólo en la conservación de la fauna, sino, para buscar nuevas alternativas de generación de especímenes con altas probabilidades de ser utilizado en la alimentación actual. Su alto contenido proteínico los ubica dentro de los animales



con mas sustancias nutritivas, a diferencia de las carnes rojas.

El Axolotl, es una especie con potencial para iniciar un cultivo, ya que no necesita insumos e infraestructura costosa.

El Axolotl posee gran aceptación con los conocedores; esto ha provocado que mas personas se interesen en la cría y reproducción de este animal prehispánico.

Áreas temáticas

 Matemáticas y Física Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.	 Economía, Ciencias Sociales y Humanidades Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.	 Ciencias Biológicas y Agronómicas Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.	 Química Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica y experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.
--	--	---	---



El conocimiento del ajolote se está relacionado con el turismo y las costumbres de las regiones abordadas.

Las encuestas realizadas sobre el ajolote mexicano muestran la importancia de la especie debido a su conocimiento actual, su tradición cultural, su forma de vida y su posición dentro de la diversidad mexicana.

Se debería de dar difusión como parte del rescate y preservación de la cultura precolombina mexicana. Apoyando de esta manera a la supervivencia de la especie.

Literatura citada

Aguilar, R. y Aguilar, R. (2019). El mítico monstruo del lago: la conservación del ajolote de Xochimilco. Revista Digital Universitaria, 20(1), https://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/v20_n1_a1_El-mitico-monstruo-del-lago-la-conservacion-del-ajolote-de-Xochimilco.pdf

Aguilar-López, J. L., & López-Sánchez y Constantino Villar-Salazar, J. (s/f). Axolotl, letra por letra. Edu.mx. Recuperado el 17 de marzo de 2024, de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/64_2/PDF/Axolote.pdf

Badii, M. H., Prado, J. L., Abreu, J. L., & Valenzuela, J. (s/f). Concepto y Aplicación de Muestreo Conglomerado y Sistemático. Spentamexico.org. Recuperado el 17 de marzo de 2024, de [http://www.spentamexico.org/v6-n2/6\(2\)186-194.pdf](http://www.spentamexico.org/v6-n2/6(2)186-194.pdf)

Espinosa, A. (26 de junio de 2023). 7 lugares dónde ver ajolotes en cdmx. ¡Algunos son gratis! DÓNDE IR. <https://www.dondeir.com/listas/lugares-donde-ver-ajolotes-en-cdmx/>

Mateu, E., & Casal, J. (2003). TAMAÑO DE LA MUESTRA. Neuroclinica.org. <https://neuroclinica.org/wp-content/uploads/2021/09/TamanoMuestra3.pdf>

Museo del Ajolote. (s.f.). Quiénes somos. <https://museodelaxolote.org.mx/museo-del-axolote/>

Ortega, C. (2021, mayo 18). Estadística descriptiva: Qué es, objetivo, tipos y ejemplos. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/estadistica-descriptiva/>

77





Ortega, C. (2022, enero 30). Marketing boca a boca: Qué es ventajas y cómo realizarlo. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/marketing-boca-a-boca/>

Photo Mark. (s.f.). Ajolote: un misterioso animal vinculado al dios azteca del fuego y el rayo. NATIONAL GEOGRAPHIC. <https://www.nationalgeographicla.com/animales/ajolote-un-misterioso-animal-vinculado-al-dios-azteca-del-fuego-y-el-rayo>

Pursell, S. (2023, marzo 16). Manual de estrategias de marketing: definición, tipos y ejemplos. Hubspot.es. <https://blog.hubspot.es/marketing/estrategias-de-marketing>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Ciudad de México: SEMARNAT.

78

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Determinación del potencial antagonista de extractos del musgo *Dendropogonella rufescens* (Schimp.)

Néstor Emanuel Hernández-Vidal¹⁰, Holber Zuleta-Prada¹¹, Diana Becerra-Morales¹² y Diana Guerra-Ramírez¹³

Resumen

El pastle amarillo (*Dendropogonella rufescens*) es un musgo que tiene distintos usos etnobotánicos en distintas comunidades indígenas, entre las que destacan las poblaciones zapotecas del estado de Oaxaca. Uno de los usos más destacados de esta planta es medicinal, como tratamiento de dolores postparto, dolor corporal y óseo, problemas renales y pulmonares. Sin embargo, las actividades biológicas de esta planta aún no han sido estudiadas, y por lo tanto tampoco sus metabolitos secundarios. En este trabajo se estudió la actividad antagonista del extracto metanólico e hidroetanólico, en seis hongos aislados de frutos de fresa y papaya. Con la intención de descubrir alternativas menos agresivas que los productos químicos tradicionales en el control de patologías, abriendo la posibilidad de aplicaciones innovadoras en la industria agroindustrial. Utilizando pruebas de antagonismo *in vitro* (fase de contacto en medio PDA y extensión por superficie). Se observaron porcentajes de inhibición de crecimiento (para el extracto metanólico en un intervalo del 20.72% al 2.5% y para el acuoso en un intervalo de un 15.48 al 1.4%) en los hongos evaluados. El extracto metanólico mostró una mayor capacidad de inhibición sobre los hongos con respecto al extracto hidroetanólico, sin embargo, ambos extractos de *D. rufescens* tuvo actividad antagonista contra cinco hongos fitopatógenos aislados de papaya y fresa. Una separación más detallada podría potenciar la actividad antagonista de estos extractos

79

¹⁰ Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Texcoco, Edo. de México. Tel 01 (55) 5133-1108 Ext 5760.

¹¹ Laboratorio de Productos Naturales, Área de Química, Departamento de Preparatoria Agrícola

¹² Estancia Posdoctoral CONAHCYT

¹³ Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Texcoco, Edo. de México. Tel 01 (55) 5133-1108 Ext 5760.

Correo: emahernanv@gmail.com: hzuletap@chapingo.mx: dianabecerram@gmail.com y dguerrar@chapingo.mx

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



en hongos de importancia agroalimentaria, con la finalidad en la búsqueda de nuevas alternativas para el control de estos problemas.

Palabras clave: *Dendropogonella rufescens*, extractos vegetales, hongos fitopatógenos, frutos de fresa y papaya.

Abstract

One of the most prominent uses of this plant is medicinal, as a treatment for postpartum pain, body and bone pain, kidney and lung problems. However, the biological activities of this plant have not yet been studied, and therefore neither have its secondary metabolites.

In this work, the antagonistic activity of the methanolic and hydroethanolic extract was studied in six fungi isolated from strawberry and papaya fruits. With the intention of discovering less aggressive alternatives than traditional chemical products in the control of pathologies, opening the possibility of innovative applications in the agrifood industry. Using in vitro antagonism tests (contact phase in PDA medium and surface extension). Growth inhibition percentages were observed (for the methanolic extract in a range from 20.72% to 2.5% and for the aqueous extract in a range from 15.48 to 1.4%) in the evaluated fungi. The methanolic extract showed a greater capacity to inhibit fungi than the hydroethanolic extract, however both extracts of *D. rufescens* had antagonistic activity against five phytopathogenic fungi isolated from papaya and strawberry. A more detailed separation could enhance the antagonistic activity of these extracts on fungi of agricultural and food importance, with the aim of finding new alternatives for the control of these problems.

Keywords: *Dendropogonella rufescens*, plant extracts, phytopathogenic fungi, strawberry and papaya fruits.

Introducción

El pastle amarillo (*Dendropogonella rufescens*) es una planta perteneciente al grupo de las briofitas. Se ha documentado que las comunidades zapotecas del sureste de México le atribuyen

80





diversos usos etnobotánicos entre los que destacan: artesanal, ambiental, ceremonial, combustible, construcción, ornamental y medicinal. Sin embargo, se destaca su uso con fines medicinales y de consumo, donde se suelen utilizar para el tratamiento de dolores postparto, dolor corporal y óseo, problemas renales y pulmonares, así como para el tratamiento de diabetes y ceguera, así como para estimular el apetito y como infusiones (Hernández-Rodríguez y López-Santiago, 2022). Los usos mencionados sugieren que esta planta puede contener metabolitos con posible actividad biológica, como la actividad antagonista.

El tratamiento químico es el principal método de control para reducir las pérdidas poscosecha; en la actualidad existe una tendencia hacia la reducción del uso de fungicidas de origen químico y encontrar métodos alternativos como biocontroles, aceites esenciales y biofungicidas (Zakaria, 2023). El creciente interés por los alimentos orgánicos y saludables y el bienestar del medio ambiente han llevado al desarrollo de nuevas estrategias ecológicas que tienen como objetivo minimizar el uso de fungicidas químicos. Los extractos de plantas han demostrado poseer actividad antimicrobiana y se considera una alternativa prometedora como alternativa a los fungicidas sintéticos (Peralta-Ruiz et al., 2023).

Los musgos tienen una amplia capacidad de producción de metabolitos secundarios (Lunić et al., 2022), aunque estos no han sido aprovechados de manera regular, ya que estas plantas son de tamaño pequeño, por lo tanto se dificulta su uso, su identificación taxonómica y por lo tanto su investigación. Sin embargo comúnmente estas plantas se utilizan para tratar heridas externas, quemaduras, mordeduras de serpientes, tuberculosis pulmonar, neumonía, convulsiones, neurastenia, entre otras enfermedades (Asakawa et al., 2022; Benek et al., 2022).

Los compuestos aislados de briofitas (constituido por 3 linajes: musgos, hepáticas y antocerotes) destacan principalmente por ser agentes antibacterianos y antifúngicos (Commisso et al., 2021; Sahu, 2022). Otras bioactividades presentes en los compuestos aislados de briofitas son antioxidantes, anticancerígenos y antivirales (Dziwak et al., 2022; Horn et al., 2021; Ludwiczuk and Asakawa, 2019; Martínez-Abaigar y Núñez-Olivera, 2021; Novakovic et al., 2021).

A la fecha, aún no se ha reportado la capacidad antagonista de *Dendropogonella rufescens*. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad antagonista contra diversos hongos aislados de papaya y fresa, con la intención de descubrir alternativas menos agresivas que los

81

Comentado [DBM1]: A qué te refieres con "manera regular". Especificar la capacidad de estos metabolitos secundarios.

Comentado [JCMP2R1]: No se han aprovechado de manera regular, porque son de tamaño pequeño, por lo tanto se dificulta su uso y su investigación, además de que es difícil su identificación taxonómica.





productos químicos tradicionales en el control de patologías, abriendo la posibilidad de aplicaciones innovadoras en la industria agroindustrial.

Material y métodos

Obtención del material vegetal: La muestra utilizada se colectó de la central de abastos de Oaxaca y fue identificada como *Dendropogonella rufescens*. El material se acondicionó eliminando todo el material que no corresponde a la especie y posteriormente se almacenó a 4 °C hasta su uso.

Preparación de extractos: El material vegetal (50 g) se sometió a una primera maceración con metanol durante 3 días. Al término de este periodo, el extracto fue filtrado y el disolvente eliminado utilizando un evaporador rotatorio al vacío a 45 °C. Este proceso se repitió dos veces más sobre el residuo vegetal, obteniendo un total de tres extracciones. Posteriormente, se permitió la evaporación completa de los residuos presentes en el material vegetal. Para la obtención del extracto hidroetanólico, el residuo vegetal se maceró con una mezcla de agua destilada:etanol:ácido acético glacial (1:1:0.1%), siguiendo el mismo procedimiento empleado para el extracto metanólico. Los extractos fueron almacenados a 4 °C en frascos de vidrio color ámbar hasta su uso.

Aislamiento de hongos: Se obtuvieron muestras de tejido vegetal de frutos de papaya (*Carica papaya*) y fresa (*Fragaria ananassa*). Con síntomas de antracnosis o manchas de pudrición. Se realizó la desinfección del tejido vegetal en una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 2 min (se realizaron 2 lavados con agua destilada estéril de 5 min cada uno). Se sembraron 4 fragmentos de tejido vegetal en placas de agar PDA (papa, dextrosa y agar), posteriormente se incubaron a una temperatura de 25 °C para permitir el crecimiento de las cepas. Las colonias fueron purificadas mediante la técnica punta de hifa, y almacenadas en placas de agar PDA hasta su uso. La identificación a nivel de género de los hongos se llevó a cabo mediante análisis morfológico por microscopía óptica.

Pruebas de antagonismo *in vitro*: se realizaron Mediante la técnica de Fase de contacto en medio PDA y Extensión por superficie (Kishore, N. et al., 2004), el cual de manera general consiste en extender 100 µL del tratamiento (cada extracto a una concentración de 5 mg/mL de agua destilada) en una placa Petri de 9 cm de diámetro con PDA, distribuyéndose uniformemente en la superficie,

82

Áreas temáticas

Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.

Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.

Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.

Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



posteriormente se colocó un disco de 5 mm de diámetro de PDA con micelio de los hongos de 12 días de crecimiento. Para el caso del testigo solo se colocó un disco de micelio en una caja Petri con PDA. Cada uno de los tratamientos y el testigo se realizó por triplicado. Las placas Petri se incubaron a 25 °C durante siete días en posición invertida.

El porcentaje de inhibición del crecimiento se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación (1):

$$\% \text{ de inhibición} = \left[\frac{(CMT - CMTr)}{CMT} \right] \times 100 \quad (1)$$

donde:

CMT = Crecimiento micelial del testigo negativo.

CMTr = Crecimiento micelial del tratamiento.

El crecimiento se determinó a través del registro del diámetro micelial cada 24 hrs durante 7 días. Las mediciones se realizaron en las placas Petri y se expresaron como % de inhibición del promedio de las tres repeticiones. Para posteriormente ser calculado el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial.

Resultados y discusión

De los seis hongos evaluados (en proceso de identificación morfológica y molecular), se observó que en la colonia del género *Epicoccum spp.* no se produjo inhibición, sino un fenómeno de hornesis, donde la colonia creció más que el testigo. Sin embargo, se registró un porcentaje de inhibición del 20% en la colonia denominada C8 (en proceso de identificación) y del 15.48% para los extractos metanólico e hidroetanólico, respectivamente. En cuanto al resto de las colonias del género *Cladosporium spp.*, colonia denominada como “PF1” (en proceso de identificación) y *Fusarium spp.*, los porcentajes de inhibición de los extractos metanólico e hidroetanólico fueron





menores (12.67% y 12%; 11.66% y 8.83%; 13.05% y 10.48%). A pesar de esto, la disminución del crecimiento representa una ventana de exploración para la bioactividad de esta especie.

Conclusiones

Los resultados indican que el extracto metanólico es más efectivo en la inhibición de hongos que afectan a los frutos de fresa y papaya, aunque el extracto hidroetanólico muestra un desempeño similar. Esto sugiere que ambos extractos tienen potencial como agentes antifúngicos. Una investigación más profunda y una separación detallada de sus componentes podrían mejorar aún más su actividad antagonista, ofreciendo nuevas alternativas para el control de hongos de importancia agroalimentaria. Esto podría contribuir significativamente a la protección de cultivos y la sostenibilidad en la producción agrícola.

84

Literatura citada

Libros

Martínez-Abaigar, J. & Núñez-Olivera E. (2021). Novel biotechnological substances from bryophytes. In: Sinha, R. P. and Häder D. P. (eds). *Natural Bioactive Compounds*. Academic Press. London. p. 233-248. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820655-3.00011-2>

Revistas

Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., Novakovic, M., Bukvicki, D. & Yongabi-Anchang K. (2022). Bis-bibenzyls, Bibenzyls, and Terpenoids in 33 Genera of the Marchantiophyta (Liverworts): Structures, Synthesis, and Bioactivity. *Journal of Natural Products*, 85 (3), 729-762. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.1c00302>

Benek, A., Canli, K. and Altuner, E.M. (2022). Traditional medicinal uses of mosses. *Anatolian bryology*, 8:1, 57-65. <https://doi.org/10.26672/anatolianbryology.1061190>

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Commisso, M., Guarino, F., Marchi, L., Muto, A., Piro A. & Degola, F. (2021). Bryo-Activities: A Review on How Bryophytes Are Contributing to the Arsenal of Natural Bioactive Compounds against Fungi. *Plants*, 10, 203. <https://doi.org/10.3390/plants10020203>

Dziwak, M., Wróblewska, K., Szumny, A. & Galek, R. (2022). Modern Use of Bryophytes as a Source of Secondary Metabolites. *Agronomy* 12, 1456. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061456>

Hernandez-Rodríguez, E., & López-Santiago, J. (2022). Uses and traditional knowledge of *Dendropogonella rufescens* (Bryophyta: Cryphaeaceae) in a Zapotec community of southeastern Mexico. *Botanical Sciences*, 100, 153-168. <https://doi.org/10.17129/botsci.2859>

Horn A., Pascal, A., Lončarević, I., Marques, R. V., Lu, Y., Miguel, S., Thorsteinsdóttir, F.B.M., Cronberg, N., Becker, J. D., Reski, R. & Simonsen, H. T. (2021). Natural Products from Bryophytes: From Basic Biology to Biotechnological Applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 40:3, 191-217. <https://doi.org/10.1080/07352689.2021.1911034>

Kishore, N., Dubey, N. K., & Tripathi, R. D. (2004). Antimicrobial activity of essential oils of some *Artemisia* species. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 66(3), 347-348. <https://doi.org/10.3390/molecules25102390>

Lunić, T.M., Mandić, M.R., Oalde Pavlović, M.M., Sabovljević, A.D., Sabovljević, M.S., Božić-Nedeljković, B.Đ. and Božić, B.Đ.(2022). The Influence of Seasonality on Secondary Metabolite Profiles and Neuroprotective Activities of Moss *Hypnum cupressiforme* Extracts: In Vitro and In Silico Study. *Plants*, 11,123. <https://doi.org/10.3390/plants11010123>

Ludwiczuk, A. & Asakawa, Y. (2019). Bryophytes as a source of bioactive volatile terpenoids – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 132: 110649. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110649>

Novakovic, M., Ludwiczuk, A., Bukvicki, D. & Asakawa Y. (2021). Phytochemicals from bryophytes: Structures and biological Activity. *Journal Serbian Chemistry Society*, 86 (12) 1139–1175. <https://doi.org/10.2298/JSC211027100N>

85

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Peralta-Ruiz, Y., Rossi, C., Grande-Tovar, C.D. & Chaves-López, C. (2023). Green Management of Postharvest Anthracnose Caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Fungi*, 9, 623. <https://doi.org/10.3390/jof9060623>.

Zakaria, L. (2023). Fusarium Species Associated with Diseases of Major Tropical Fruit Crops. *Horticulturae*, 9, 322. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030322>.

Áreas temáticas

Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
 Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.

Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento

Química

Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.





Abstract

This work contributes to the development of proposals or guides for the comprehensive development of forest communities, with a focus on sustainable forest management, environmental care, food self-sufficiency, job creation, economic and social development, and the self-managing participation of local populations in directing their social and economic progress. This approach is particularly applicable in communities or ejidos where members have a consolidated level of organization and experience in community work and are notable for their environmental stewardship while promoting local development through the initiation or incubation of forestry projects and businesses. These initiatives aim to create jobs for the inhabitants of agricultural centers, focusing especially on women and young people, thereby promoting gender equality and access for vulnerable groups to the resources available within their territories. To achieve this, a base document will be prepared in each case, outlining the works, projects, and businesses to be established, as well as the needs to be addressed and the actions to be implemented. This document will ensure that the support provided, often dispersed across different government programs, is channeled effectively to meet the actual needs of the communities. Additionally, it will establish the foundation for obtaining support for specific projects, thus promoting the generation of local jobs and improving social and economic development levels for the inhabitants of these localities.

Keywords: Forest ejidos, sustainable forest management, comprehensive development, business incubation.

Introducción

Este trabajo se circunscribe en el marco de los objetivos de la Agenda 2030, de las Naciones Unidas, para el Desarrollo Sostenible que plantea erradicar el hambre y la pobreza, para lograr una agricultura sostenible, garantizar una vida saludable y un trabajo decente para todos, reducir la desigualdad y promover el crecimiento económico inclusivo, para todos los habitantes del planeta, ya que actualmente se enfrentan problemas como el que las personas que abandonan la agricultura emigran a las zonas urbanas, donde muchas veces viven en condiciones precarias (FAO, 2017).

88





El mismo está dirigido a las comunidades forestales que practican una agricultura familiar para el autoconsumo, ya que se pretende desarrollar una metodología para elaborar un documento donde se delineen sus necesidades y requerimientos más inmediatos para implementar un desarrollo que surja de la autogestión comunitaria en base al aprovechamiento sustentables de los recursos con los que cuenten para impulsar empresas comunales y de grupos tendientes a crear fuentes de empleo, además de la conservación de la biodiversidad presente en sus bosques y territorios.

El cuidado y la conservación de los bosques, las selvas, la vida silvestre y el medio ambiente son elementos vitales para la sobrevivencia de la humanidad ya que brindan una serie de servicios y beneficios de los cuales depende la calidad de vida de la sociedad en general; como son el oxígeno y el aire limpio, la captura de carbono y otros contaminantes, la captación y purificación del agua de la lluvia y su aporte como agua limpia, la protección al suelo, protección a la biodiversidad y la vida silvestre. Sin embargo, los humanos, desde sus inicios como sociedades hemos transformado al planeta, primero lentamente después a mayor velocidad. Hoy la biosfera atraviesa un periodo de profundos cambios, que ponen en riesgo todas las formas de vida, cambios provocados por las actividades humanas, entre los cuales las emisiones de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles fósiles están acelerando el cambio climático, cuyo resultado más evidente es el calentamiento global y cuyas consecuencias son imprevisibles para la vida y la sociedad (Cristian, 2022). Por ello se hace necesario establecer una serie de estrategias para conservar e incrementar las áreas arboladas, así como el manejo y la conservación de los bosques, las selvas y otros tipos de vegetación natural.

89

Situación actual en la organización forestal

En la actualidad el 80% de los bosques y selvas de México son propiedad social de unos 14 mil ejidos y comunidades, ello como resultados del reparto agrario de tierras después de la revolución de 1910, cuando en varias regiones de México se dotó de terrenos arbolados a los peones de las haciendas y a los descendientes de los pueblos originarios. La mayoría de esos pueblos eran de agricultores, quienes desmontaron los terrenos para desarrollar una agricultura de subsistencia, ya que no se les enseñó, y en muchos casos no se les ha capacitado para vivir del aprovechamiento forestal.

Además, esos bosques por décadas estuvieron concesionados a empresas privadas y paraestatales. Fue hasta que a finales de la década de 1970 e inicios de la década de 1980, cuando los dueños de





varios ejidos y comunidades se organizaron, recuperaron sus recursos forestales y solicitaron apoyos técnicos para manejarlos, iniciándose con ello la silvicultura comunitaria, la cual consiste en aprovechar los bosques en forma sustentable, con la participación de los ejidatarios y comuneros en su conjunto, para impulsar el desarrollo interno de los núcleos agrarios dueños de esos recursos, situación que hoy es una realidad en varios ejidos y comunidades con tal éxito que esas experiencias son reconocidas a nivel nacional e internacional por el buen manejo que hacen de los bosques y selvas (Bray, 2022).

Para aprovechar los bosques y selvas se requiere realizar estudios silvícolas y elaborar programas de manejo forestal los que deben ser autorizados por la SEMARNAT, situación que solo es posible en núcleos organizados para gestionarlos en conjunto, ya que la mayoría de las veces los terrenos forestales están bajo el régimen de propiedad comunal, siendo dueños todos los integrantes del núcleo agrario con derechos reconocidos sobre los mismos.

No obstante, las ventajas de la silvicultura comunitaria todavía son pocos los lugares donde se práctica. Es un modelo de aprovechar los bosques y selvas que requiere ser difundido y apoyado, para ampliar el número de núcleos agrarios que hagan un mejor aprovechamiento de los terrenos forestales, dado que actualmente en varios de los ejidos y comunidades de México lo que predomina es la agricultura y la ganadería de subsistencia. Así lo revela un estudio realizado en 103 núcleos considerados como forestales, ejidos y comunidades, correspondientes a los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco y Durango, donde se encontró que la agricultura se practicaba en el 98% de las comunidades por el 75% de las familias, con el maíz como cultivo principal para la subsistencia en el 93% de los casos. La ganadería se tenía como actividad en el 82% de esas comunidades, realizada por el 31.4% de las familias integrantes de los núcleos agrarios. Mientras las actividades forestales se realizaban en menos del 50% de las comunidades consideradas y empleaban a poco menos de 10% de las familias que viven en esos bosques (Merino y Martínez, 2014).

En cuanto a los niveles de organización de las comunidades forestales, quienes las han estudiado las agrupan en cinco categorías, desde aquellas sin organización a las más organizadas y con mayor desarrollo (Hodgdon *et al* 2013; Bray, 2022). Considerando los 14,341 ejidos y comunidades que en el año 2020 contaban con al menos 200 hectáreas de bosques (CONAFOR, 2020), los niveles de organización, las características de las comunidades o los productores y los porcentajes de cada nivel son los siguientes:

90





Tipo I. Productores potenciales sin aprovechamiento forestal

Ejidos o comunidades que no cuentan con organización, son poseedoras de bosques o selvas con potencial comercial, pero no tienen programas de manejo forestal ni la capacidad para implementarlos en el ámbito del aprovechamiento forestal comercial. Los boques se deterioran ya que son afectados por los incendios, el sobrepastoreo y el cambio de uso del suelo. Las estimaciones indican que estas condiciones existen el 48% de los ejidos y comunidades que cuentan con bosques en todo el territorio nacional.

Tipo II. Aprovechamiento mediante intermediarios y venta de madera en pie

Son comunidades poseedoras de recursos forestales, que no realizan directamente el aprovechamiento forestal. Venden la madera en pie a intermediarios o concesionarios y solo reciben un pago mínimo por derechos de montes. Los estudios, las autorizaciones y los aprovechamientos los gestionan los intermediarios, quienes se quedan con las ganancias, no se generan empleos debido a que quienes aprovechan los bosques llevan sus trabajadores. Se estima que representan cerca de un 30% de los ejidos y comunidades forestales de México.

91

Tipo III. Productores primarios con baja capacidad productiva y venta de madera en rollo

Son ejidos y comunidades poseedoras de recursos forestales que cuentan con programas de manejo forestal y permisos de extracción de madera, donde los dueños participan directamente en la cosecha, así como en alguna actividad de transporte, venta de madera en rollo y/o transformación primaria en aserraderos pequeños. Con ello se generan algunos empleos y desarrollo económico interno, además de algunos apoyos a las comunidades para mejorar las condiciones de vida de los habitantes. Se estima que son cerca del 10% del total. Ocasionalmente algunos cuentan con aprovechamiento no maderable y proyectos ecoturísticos.

Tipo IV. Productores con capacidad para la transformación y la comercialización

Son comunidades poseedoras de recursos forestales, cuentan con programas de manejo y permisos de aprovechamiento maderable y no maderable, disponen de maquinaria, camiones y equipo para la extracción de madera, además de poseer la infraestructura necesaria para la transformación primaria como son aserraderos y en algunos casos estufas de secado de la madera. Principalmente venden madera aserrada, generando un mayor número de empleos directos y apoyando a las





comunidades con obras sociales necesaria para su desarrollo. Se estima que están entre el 8% y 9% del total de ejidos y comunidades que cuentan con bosques. Algunos cuenta con proyectos de aprovechamientos no maderables y ecoturismo.

Tipo V. Con capacidad para transformación, la industrialización y la comercialización de productos acabados

Núcleos agrarios poseedores de bosques que tienen programas de manejo y permisos de aprovechamiento maderable y no maderable, además de infraestructura para la transformación primaria y secundaria, mediante aserraderos, estufas de secado de madera, talleres y fábricas para la elaboración de productos terminados como muebles, molduras, puertas, ventanas y elaboración de triplay o madera contrachapada. Algunas comunidades exportan sus productos. Generan un mayor número de empleos directos e indirectos y se apoya el desarrollo social y económico de las comunidades mediante la realización de obras comunitarias. En este grupo existe mayor diversificación de proyectos de diversos tipos, como productos no maderables, proyectos de ecoturismo y venta de servicios profesionales, así como servicios ecosistémicos como captura de carbono. Se estima que representan menos del 1% del total de las comunidades forestales.

92

Así, se concluye que el 80% de las comunidades y ejidos no cuentan con organización para aprovechar sus bosques y solo el 20% los trabajan directamente, generando empleos y desarrollo en sus comunidades. Esta propuesta estará diseñada para aplicarse a niveles de organización tipo III y IV, que son los que se encuentran en la fase donde se requiere de una mayor consolidación de las actividades productivas que desarrollan.

Sobre la importancia de las empresas comunitarias forestales Chapela (2018), indica que las empresas sociales forestales tienen como finalidad; a) el aprovechamiento más integral de las existencias de materias primas provenientes de los recursos naturales, b) la creación de empleos locales y su repercusión en derrama económica, sobre todo la ampliación de oportunidades para los vecindados sin derechos agrarios, que son una de las principales amenazas para la gobernabilidad local y de los recursos naturales, c) la suma de utilidades de los eslabones de las cadenas productivas, d) obtener beneficios económicos, y, e) efectos positivos a través del impacto del desarrollo económico local, sobre el desarrollo regional y retorno en mejora de la provisión de bienes públicos y de sinergia.





Por su parte Bray (2022), plantea que los múltiples objetivos de las empresas forestales comunitarias (EFC), pueden clasificarse en cuatro áreas: 1) generación de empleos y prestaciones; 2) dotación de bienes públicos para las comunidades; 3) reinversión en las empresas forestales comunitarias, y, 4) reparto de utilidades a los miembros legales de la comunidad o núcleo agrario.

Justificación e importancia de la propuesta

Con el desarrollo de esta propuesta se pretende apoyar a las comunidades con una herramienta o documento que permita que sean los mismos pobladores quienes aprovechen los recursos naturales con los que cuentan. Toda vez que cada vez más se reconoce que en nuestro país y otros de Latinoamérica sus riquezas naturales y culturales se ven amenazadas por las estrategias de desarrollo que se impulsan en los gobiernos para favorecer a empresas transnacionales y nacionales que buscan quedarse los recursos naturales de las comunidades (Delgado, *et al*, 2018), así como explotarlos en beneficio de intereses privados de unos cuantos.

La propuesta tiene como finalidad desarrollar un planteamiento para el uso integral y sostenible de los recursos forestales, la agricultura, la ganadería y el turismo de naturaleza, en ejidos y comunidades forestales que se han organizado para implementar un manejo integral de sus territorios mediante el aprovechamiento sustentable de los bosques comunales con los que cuentan, cuyos casos exitosos son ejemplos de buen manejo de los bosques y selvas de México.

Las condiciones necesarias para lograr el desarrollo de las comunidades son; la organización comunal, la elaboración de un ordenamiento territorial participativo que destine espacios a diferentes usos; contar con apoyos institucionales; manejo transparente de los recursos y rendición de cuentas claras a las asambleas, así como a las dependencias que apoyan los proyectos (Geréz y Purata, 2008; Bray; 2022).

Objetivos generales

- Establecer las bases para desarrollar una propuesta para el manejo integral de los recursos y ecosistemas forestales, que tenga como prioridad garantizar la seguridad alimentaria





mediante el cultivo de básicos para el autoconsumo, la generación de empleos y el bienestar de la población, a la vez que los bosques persistan para que contribuyan a proporcionar los servicios ecosistémicos necesarios para el sostenimiento de la vida en el planeta.

- Apoyar a las comunidades forestales para elaborar un programa de desarrollo interno que contemple el manejo integral y sustentable de los recursos naturales, considerando la producción de alimentos para el consumo familiar, la creación de empresas comunales y la generación de empleos para los ejidatarios, grupos de mujeres y los jóvenes de esas comunidades.
- Fomentar el aprovechamiento de los recursos naturales bajo un enfoque de silvicultura comunitaria, considerando el manejo sustentable de los bosques y la conservación de los recursos naturales.
- Impulsar la gobernanza de las comunidades sobre su desarrollo y manejo de los recursos naturales con los que cuentan en sus territorios.

94

Metodología para elaborar proyectos de desarrollo sustentable e integral

Esta es una investigación que se basa en el método descriptivo donde se recuperan los datos de las condiciones existentes de la comunidad a estudiar, analizando sus prácticas agrícolas, los procesos agroforestales, así como las experiencias en sus formas de producción, organización y empleos generados. La investigación descriptiva reporta lo que se encuentra e interpreta los significados y los analiza para, posteriormente, tomar decisiones de atención e intervención. En la descripción se vinculan procesos como la comparación, el contraste, la clasificación, el análisis y la interpretación (Best, 1982). La misma se complementa con información bibliográfica y cartográfica.

Para la obtención de información se elaboran y utilizan guías y cuestionarios diversos, mismos que se basan en la experiencia del trabajo de campo y en guías de investigación como la Guía CIES (Mauricio, 1979). Además, se realizan entrevistas abiertas a las autoridades e informantes de calidad. El esquema será como delinear la silueta de un rompecabezas donde cada una de las piezas es un elemento para lograr los objetivos planteados, para ello cada pieza deberá ubicarse en el lugar que le corresponda.





La estrategia por seguir, para elaborar las propuestas de desarrollo comunal, considerará las siguientes actividades o etapas: 1) Definición de comunidades participantes para ensayar la metodología. 2) Revisión documental histórica. 3) Elaboración de guías, cuestionarios y formatos de concentración de información. 4) Realización de un diagnóstico participativo y obtención de información con informantes de calidad. 5) Elaboración de una primera versión o borrador de la propuesta de desarrollo integral. 6) Difusión de la propuesta inicial y consulta entre los integrantes de la comunidad y el ejido. 7) Ajustes e integración de la propuesta final. 8) Aprobación de la propuesta para el desarrollo integral de la comunidad. 9) Conformación de grupos de trabajo y desarrollo de capital humano. 10) Implementación de la propuesta de desarrollo integral y sustentable. 11) Evaluación y ajustes periódicos.

95

Definición y elección de comunidades participantes

La implementación de esta propuesta será en ejidos y comunidades que reúnan las siguientes condiciones: 1) Un nivel de organización interna de medio a alto, cuyos miembros tengan deseos de establecer los lineamientos para un desarrollo integral y sustentable. 2) Donde los integrantes de los núcleos agrarios estén interesados en realizar un manejo sustentable de los recursos forestales, conservar los bosques y crear fuentes de empleo para los habitantes del núcleo. 3) Ejidos o comunidades cuyos integrantes cuenten con experiencia en el trabajo comunal y la administración de empresas sociales, así como en el cumplimiento de los compromisos asumidos con las dependencias oficiales que los han apoyado anteriormente. 4) Donde se impulse la igualdad de género y las oportunidades para las mujeres, los jóvenes y otros grupos vulnerables. 5) Comunidades a las que les interese avanzar en una mayor organización interna y en la generación de nuevas fuentes de empleo para un mayor número de integrantes de la población. 6) Que al interior cuenten con grupos interesados, con disposición para realizar las diferentes actividades que conlleva el manejo sustentable de los recursos naturales y la buena marcha de las empresas comunales o de grupos.

Entre las comunidades elegidas para implementar este ejercicio, se está trabajando y ya se cuentan con avances importantes en los ejidos Peñuelas Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla y Canalejas de Otates de Zacualpan, Veracruz (tabla 1). Después se incorporarán otras comunidades.





Tabla 1. Comunidades participantes

Nombre de la comunidad o ejido	Número de ejidatarios	Superficie (hectáreas)	
		Total	Bosques
Peñuelas Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla ⁽¹⁾	110	1,692	835
Canalejas de Otates, Zacualpan, Veracruz ⁽²⁾	95	1,195	900
Carbonero Jacales, Huayacocotla, Veracruz ⁽³⁾	200	3,152	1,345

Fuentes: (1) Bastida, *et al*, 2021; (2) Comunicación personal de Filiberto Maldonado, presidente del comisariado ejidal de Canalejas de Otates (2021 – 2024); (3) Romo, 2016.

96

En las comunidades que a la fecha se cuentan con mayores avances son Canalejas de Otates, Zacualpan, Veracruz y Peñuelas Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla. En ellas se está probando esta metodología con la finalidad de hacer los ajustes que sean necesarios para su implementación.

El primer paso consiste en entablar contacto con los representantes legales y solicitarles permiso para iniciar la investigación, señalando los beneficios y compromisos que ellos les traería para mejorar la organización interna y desarrollar sus comunidades.

Revisión documental histórica del ejido y la comunidad

Como marco referencial se realizará una revisión documental para conocer las características físicas y ambientales, los aspectos sociales, económicos e históricos de relevancia, así como los principales acontecimientos que propiciaron el estado actual de desarrollo de la comunidad o ejido. Información que se complementará con la que aporten los integrantes de esas comunidades.





Elaboración de guías, cuestionarios y formatos para concentración de información

Para obtener la información se elaborarán guías y cuestionarios en los que se registrarán los datos e información recabada en las comunidades mediante entrevistas a informantes claves o de calidad.

Una vez obtenida la información esta se sistematizará y ordenará para su análisis con miras a integrar los antecedentes y situación actual de la comunidad, aspectos que servirán de base para las propuestas de infraestructura y empresas a crear, mismas que darán pauta para el desarrollo integral y sustentable de la comunidad, según las necesidades de los habitantes.

Realización de un diagnóstico participativo y sistematización de información

Se realizará un diagnóstico participativo, donde informantes claves, aporten información importantes, para ello se entrevistará a las autoridades, las personas con mayor experiencia, los responsables de los grupos de trabajo o empresas, las mujeres y los jóvenes. En esta etapa se recabará información sobre la historia y acontecimientos importantes para la conformación del ejido o la comunidad, para conocer sus necesidades y carencias, mismas que deben contemplarse en la primera versión de la propuesta de desarrollo integral. Algunos análisis se realizarán mediante la metodología FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) (García y Cano 2013).

Elaboración de una primera versión de la propuesta de desarrollo integral

Con la información anterior se procederá a elaborar una versión preliminar de la propuesta de desarrollo integral y sustentable para el manejo de los bosques, los recursos naturales y la generación de empleos locales.

La propuesta deberá contemplar las necesidades de infraestructura pública y los servicios con los que no se cuente, para solicitarlos o gestionarlos. Además de las empresas comunales y de grupos a generar para la creación de fuentes de empleos locales.

97





De acuerdo con las indicaciones de autoridades y líderes de la comunidad, se establecerán prioridades en las actividades o proyectos a desarrollar, así como una propuesta de calendario de las actividades, considerando acciones a corto, mediano y largo plazo, en su caso.

Difusión de la propuesta inicial y consulta entre los integrantes de la comunidad

Una vez elaborada la primera versión o borrador de la propuesta, se procederá a su difusión entre la población del ejido y las comunidades implicadas, por los medios y vías que los responsables de las comunidades y los núcleos agrarios consideren más apropiados, con la finalidad de recibir opiniones, propuestas y sugerencias de mejoras sobre los proyectos y empresas a establecer y la infraestructura comunal que se plantee realizar.

En esta etapa se agregará los aspectos que no se hayan sido incluidos, así como algunos ajustes sobre plazos para desarrollar las actividades que la realización de las obras y empresas propuestas requieran.

Así mismo, en esta etapa también se empezarán a definir qué grupos o núcleos serán los responsables de las implementación de las diferentes actividades a realizar. Un aspecto importante será la definición de proyectos que contemplen a los jóvenes y las mujeres, sobre todo quienes no sean titulares de derechos agrarios.

Integración de la propuesta final de desarrollo integral y sustentable

Las observaciones y propuesta surgidas de la consulta se integrarán a la propuesta, la cual nuevamente será difundida entre los miembros de la comunidad a la que beneficiará, para su conocimiento y aprobación. La propuesta contemplará objetivos, metas y acciones a desarrollar en el corto y mediano plazo y algunas en el largo plazo, además de las acciones a realizar para el manejo sustentable de los recursos naturales.

Deberá contener listado de obras públicas o trabajos a realizar para la mejora de las condiciones de vida de los pobladores, las empresas comunales o sociales a establecer, los grupos de trabajo a conformar y los apoyos a solicitar. Así como las necesidades de capacitación, asesoría y acompañamiento necesario para implementar los nuevos proyectos y establecer las nuevas empresas.

98





Aprobación de la propuesta para el desarrollo integral del ejido y la comunidad

Después de una difusión amplia de la propuesta definitiva de desarrollo integral y sustentable, para su conocimiento por todos los miembros de la comunidad, ejidatarios y no ejidatarios, se procederá a someterla a aprobación, por las vías y mecanismos que en la comunidad y el ejido se acuerde, buscando consensos amplios para su aprobación y aceptación.

Conformación de grupos de trabajo y desarrollo de capital humano

Para la conformación de las empresas forestales comunales se requiere de cinco tipos de capitales (Bray, 2022), los cuales son los siguientes:

- 1) *Capital natural*. Constituido por los elementos de la naturaleza utilizados en un proceso de producción, como los bosques, los arroyos y otros cuerpos de agua, los minerales, el viento, el sol, los paisajes y los servicios ambientales, entre otros. Las comunidades arriba mencionadas cuentan con varios de estos elementos naturales, para aprovechar los bosques de forma sustentable.
- 2) *Capital humano*. Se refiere a la preparación, estudios y capacidades técnicas que las personas tienen o pueden adquirir, ya sea mediante enseñanza formal o informal. Entre ellas cuentan las experiencias y capacitación para el trabajo, para operar maquinaria y otros equipos, personas con experiencia en el manejo y administración de empresas forestales comunitarias y desarrollo de procesos productivos, además de los profesionistas de diversas áreas del conocimiento y sus aportes. De acuerdo con las necesidades del proyecto de desarrollo se conformarán los grupos necesarios y se les capacitara para desarrollar sus funciones.
- 3) *Capital social y cultural*. Son los valores compartidos, los usos y las costumbres, los conocimientos, normas o disposiciones que facilitan los entendimientos, los reglamentos, la cultura del cumplimiento y entrega de informes, la difusión y análisis de los resultados, así como la experiencia generada para la coordinación de actividades productivas para el desarrollo económico y social.

99





4) *Capital físico o producido*. Está constituido por los medios de producción y los bienes que contribuyen al proceso de producción; los caminos de extracción de madera dentro del bosque, la maquinaria, aserraderos, cabañas, oficinas, bodegas y almacenes, así como los senderos y la infraestructura ecoturística. Si no existe o no es suficiente se complementará, empezando por establecer la infraestructura más básica.

5) *Capital económico o financiero*. Es el dinero o el capital necesario para invertir y producir bienes de consumo, para comprar maquinaria, herramientas, materia prima e insumos, así como para pagar los salarios. Puede provenir de aportaciones de los socios, subsidios gubernamentales, inversión privada, préstamos y reinversiones de las ganancias de las empresas.

Implementación de la propuesta de desarrollo integral y sustentable

Después de la aprobación de la propuesta de desarrollo integral de la comunidad, ejido o núcleo poblacional, las autoridades y los representantes de los comités o grupos interesados en determinados temas de la propuesta, realizarán las gestiones de apoyos para implementar las obras o empresas sociales en los que estén interesados. Se definirán las acciones y trámites a realizar y de cuyos resultados se informará a las comunidades, ya sea mediante asambleas, reuniones de trabajo o por los medios que previamente se hayan acordado.

Se espera que el documento desarrollado sea una guía de trabajo que apoye a la comunidad y el ejido en la consecución de empresas forestales ejidales y empresas o proyectos productivos para los habitantes de las comunidades ubicadas dentro de su perímetro, con lo que el núcleo agrario se convertirá en un ente incubador de proyectos.

Evaluación y ajustes periódicos

La implementación de la propuesta de desarrollo integral generada se evaluará periódicamente y se le harán los ajustes que se requieran.

100





Resultados y discusión

Algunas comunidades y ejidos forestales de México han desarrollado la silvicultura comunitaria en base a empresas forestales sociales (EFS), generando empleos e ingresos para los miembros de estas, así como desarrollo social y económico interno, las cuales son ejemplo de desarrollo sustentable. Con esta propuesta se espera contribuir a un mayor fortalecimiento de algunas comunidades forestales.

Como ya se indicó, con este ejercicio se espera que se logren los siguientes resultados: a) Elaboración de propuestas de desarrollo integral para las comunidades rurales que estén interesadas en seguir avanzando en el bienestar de su población, el cuidado de los bosques y otros recursos naturales de forma sostenible y sustentable. b) Establecer planteamientos para el desarrollo interno de la comunidad en forma independiente. c) Una mayor integración y organización, que contribuya a fortalecer el tejido social de las comunidades participantes. d) Enfocar los apoyos de los diferentes niveles de gobierno a resolver necesidades prioritarias de las poblaciones o comunidades participantes. e) Fomentar empresas sociales y de grupos para la generación de empleos locales, impulsando el desarrollo de la economía regional. f) Establecer proyectos para la obtención de productos agrícolas básicos para abastecer a las poblaciones locales. g) Fomentar la participación de los jóvenes y las mujeres en la economía local y en la toma de decisiones.

101

Conclusiones

- En el sector forestal existen comunidades con niveles de organización consolidados para continuar fortaleciendo el aprovechamientos sustentable e integral de las actividades primarias, los servicios ambientales y el ecoturismo.
- Son comunidades que cuentan con elementos con experiencia en el trabajo comunitario y la administración de empresas sociales comunitarias, aspectos necesarios para un mayor desarrollo y manejo integral de los recursos naturales de los que disponen.
- Con la implementación de esta propuesta se dotará a las comunidades de un plan de desarrollo integral, donde se proyecte e implemente nuevas empresas sociales de los ejidos y comunidades, así como de grupos de jóvenes y mujeres, para la creación de empleos y desarrollo social de forma autogestora.





- Se fomentará que las comunidades sean rectoras y artífices de su propio desarrollo social y económico, donde los entes externos sean facilitadores y no quienes impongan las acciones a realizar.
- Se pretende fomentar mejores condiciones para el manejo sustentable de los recursos naturales y los bosques.
- Se buscará incentivar y aumentar el número de núcleos agrarios que aprovechen en forma sustentable sus bosques.

Literatura citada

Bastida Tapia, Aurelio. 2021. Propuesta para el aprovechamiento integral de los recursos en comunidades forestales. Memorias del 10º Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas. Universidad Autónoma Chapingo. 21 y 22 de octubre de 2021. Chapingo, México. En línea; <https://dicea.chapingo.mx/memoria-mesa3-2021-2/>

Bastida Tapia, Aurelio; Martínez Gómez, Gladys y Hernández Montes, Nancy Belén. 2023. El Manejo Forestal Sustentable, la Silvicultura comunitaria y el Programa Sembrando Vida en el ejido Peñuelas Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla. In “Los Sistemas Socio - Ecológicos para la Sustentabilidad en México. Francisco Pérez Soto, Rosa María García Núñez, Esther Figueroa Hernández, Martha Jiménez García, Rebeca Alejandra Pérez Figueroa y Pablo Emilio Escamilla García (Compiladores). Asociación Mexicana de Investigación Interdisciplinaria A.C. (ASMIIA, A.C.). Universidad Autónoma Chapingo. En línea: <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/publicaciones/SISTEMAS-SOCIO-ECO-para-LA-SUSTENTABILIDADr.pdf>

Best, J.W. (1982). Cómo investigar en educación. Morata, España

Bray, David B. 2022. Las empresas forestales comunitarias de México. Editorial La Cigarrá. México.

CONAFOR. 2020. El Sector Forestal Mexicano en Cifras. Bosques para el bienestar social y climático. Comisión Nacional Forestal. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/644967/El_Sector_Forestal_Mexicano_en_Cifras_2020_compressed__1_.pdf, fecha de consulta; 18/10/2022.

102

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agropecuaria y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitaes/Vuelo_Pajaro.pdf, fecha de consulta. 02/07/2020.

Romo Guzmán, Domingo. 2016. Organización social y recursos forestales maderables en el ejido Carbonero – Jacales, Huayacocotla, Veracruz. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. En línea: http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3592/Romo_Guzman_D_DC_Forestal_2016.pdf?sequence=1, fecha de consulta: 08/03/2023.





La Agricultura Protegida en México, una Historia de Medio Siglo de Desarrollo

Aurelio Bastida Tapia¹⁵

Resumen

En este trabajo se expone el desarrollo de la agricultura protegida en México, la cual en 50 años paso de una 100 hectáreas, en 1970, a más de 80 mil hectáreas en la actualidad. Las principales estructuras y técnicas son los invernaderos, los túneles altos, los túneles bajos, las casas sombra y enmallados diversos. Mientras entre las principales técnicas están la hidroponía, los acolchados, el fertirriego y los riegos localizados como la aspersión la nebulización y el goteo. Entre los principales cultivos están las hortalizas de fruto; jitomate, pepino, pimiento morrón, las hortalizas de hoja, principalmente lechugas; las flores de corte; rosas, crisantemos, lilis y gerberas, así como las frutillas; fresa, zarzamora, frambuesa y arándano, además de los higos. Los datos oficiales de tres dependencias difieren en cuanto a la superficie, estos van desde una 55 mil hectáreas hasta más de 80 mil hectáreas con agricultura protegida. Los más bajos los presenta la SADER, que daría un total de 63,200 hectáreas, en 2023. El INEGI establece una superficie de 77,417 hectáreas y el SIAP indica que para el año 2024, la superficie de agricultura protegida en México seria de unas 86,777 hectáreas con diferentes tipos de cubiertas.

105

Palabras clave: Agricultura protegida, cultivos protegidos, estructuras de protección.

Abstract

The development of protected agriculture in Mexico is presented. In 50 years, it has expanded from about 100 hectares in 1970 to more than 80 thousand hectares today. The main crops include fruit vegetables such as cucumber and bell pepper; leafy vegetables, mainly lettuce; cut flowers like roses, chrysanthemums, lilies, and gerberas, on top of container plants; and berries, including strawberry, blackberry, raspberry, and blueberry. In fruit trees, apples stand out, and figs are

¹⁵ Profesor investigador de la Preparatoria Agrícola de la UACH. Correo: abastidat@chapingo.mx





beginning to gain prominence. Official data on the area vary, ranging from about 60 thousand hectares to more than 86 thousand hectares. The SADER estimated 63,200 hectares in 2023. The INEGI (2023) reported an area of 77,417 hectares, with 19,653 hectares dedicated to tomatoes; 10,378 hectares to apples; chili peppers, including bell peppers, 7,996 hectares; cucumbers, 6,360 hectares; strawberries, 6,397 hectares; blueberries, 2,803 hectares; and blackberries, 2,290 hectares. Regarding the types of facilities used, the distribution is as follows: greenhouses 28.1%, shade nets 27.9%, macro tunnels 20.1%, shade houses 10.4%, micro tunnels 5.1%, nurseries 3.0%, shade roofs 1.0%, and pavilions 0.5%. The SIAP indicates that by 2024, the area of protected agriculture is projected to be 86,777 hectares, with different types of structures. Of this total, 48.50% are in the Western Central Region, 29.90% in the Northwest Region, 14.51% in the Central Region, 4.6% in the Northeast Region, and 2.43% in the South Southeast Region (SIAP, 2024).

Keywords: Protected agriculture, protected crops, protection structures.

106

Introducción

La finalidad de este trabajo consiste en presentar algunos datos sobre la evolución y situación actual de la agricultura protegida en México, en cuanto a la superficie que ocupa, cultivos más importantes en los sistemas de producción que en ella participan y las regiones donde más se ha desarrollado este tipo de sistemas de producción.

Entre las principales tecnologías de la agricultura protegida están estructuras y técnicas de cultivo. Entre las técnicas de cultivo destaca la hidroponía, el fertirriego y los acolchados; entre las estructuras que permiten el desarrollo de los cultivos en su interior se cuenta con enmallados sombra o techo sombra, estructuras para sostener mallas antigranizo, las casas sombra, los pabellones agrícolas, los túneles bajos conocidos como micro túneles, los túneles altos o macro túneles, los techos con cubiertas de plásticos y los invernaderos, con niveles que van de rústicos hasta alta tecnología y completamente automatizados (UACH, 2008, Bastida, 2012). Actualmente se agregan otras tecnologías como la agricultura vertical o agricultura de interior.

Entre los principales cultivos en la agricultura protegida están las hortalizas de fruto; pepino, pimiento morrón, jitomate y berenjena; las hortalizas de hoja, principalmente lechugas y la producción de nopal para verdura, las flores de corte; rosas, crisantemos, lilis y gerberas y planta





de Nochebuena, producción de planta forestal y esquejes de ornamental, así como las frutillas; fresa, zarzamora, frambuesa y arándano, además de los higos. Así mismo empieza a destacar la producción de plantas aromáticas y medicinales. También se utilizan invernaderos para la producción de forraje verde hidropónico y engorda de ganado (Bastida, 2012).

Materiales y métodos

Para este trabajo se utilizó el método de investigación documental, el cual consistió en la búsqueda, sistematización e interpretación de los datos obtenidos referentes al tema (Vargas, 2022 y 2023). La información se obtuvo de diversas fuentes oficiales y no oficiales, entre ellos los datos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), la SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) y el SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), así como otras fuentes. El enfoque para este análisis fue predominantemente cuantitativo, en base a los datos de las fuentes consultadas, tratando de profundizar en la situación actual de la agricultura protegida mexicana.

107

Resultados y discusión

El desarrollo de la agricultura protegida mexicana

Sobre el desarrollo de la agricultura protegida, en México, las referencias indican que este sector creció desde unas 100 hectáreas de invernaderos, reportados hace unos 50 años a más de 80 mil hectáreas en la actualidad, en este proceso se diversificaron la estructuras de los invernaderos a túneles altos y bajos, a las casas sombra y los enmallados, entre otras estructuras y técnica que hoy integran la agricultura protegida mexicana (SAGARPA, 2010; INEGI, 2023). Este crecimiento se aceleró en las tres últimas décadas, con un incremento exponencial de la superficie bajo cubiertas, para producir algunos de los alimentos que en agricultura a cielo abierto resulta cada vez más difícil debido al efecto del cambio climático, el calentamiento global y factores adversos como las sequías, las plagas y enfermedades, las bajas temperaturas y los vientos fuertes, entre otros elementos que afectan el desarrollo de los cultivos y disminuyen la producción agrícola.





La primera referencia al uso de invernaderos en México data de la tercera década del siglo pasado, descrita por Gajón (1930), en su libro “Las mejores orquídeas de México”, donde señalaba que pocas personas desconocen lo que es un invernadero y lo que éste es y representa para el cultivo de plantas, cita de la cual se deduce que, en esa época, los invernaderos ya eran usados y conocidos por un sector de aficionados dedicados a la floricultura. Por lo tanto, es de suponer que en esa fecha existían invernaderos para la producción de ornamentales y usos suntuarios o decorativos.

Al respecto, Viramontes menciona que las primeras estructuras tipo invernaderos llegaron a México en la década de 1950, cuando un productor de la capital mexicana las instaló para la producción de plantas ornamentales y flores para decorar los camellones, glorietas y áreas verdes de la metrópoli (AMCI, 2017).

El enfoque comercial de los invernaderos, como parte de la agricultura protegida, ocurrió en la década de los años setenta del siglo pasado e inicio en la floricultura, con la instalación de los primeros invernaderos en las regiones de Texcoco y Villa Guerrero del Estado de México, así como en el Estado de Morelos, impulsado por emigrantes japoneses y alemanes, destacando la casa Matsumoto como empresa pionera en la construcción y manejo de invernaderos. Fueron construcciones de concreto, herrería y cristal que estaban enfocadas a la producción de flores de corte y plantas ornamentales (Gómez, 2002; Sánchez, 2005).

Por esas fechas y a la par que se desarrollaba la floricultura protegida, los invernaderos, se empezaron a utilizar en la producción de plantas de hortalizas, para trasplantarlas a campo abierto. Posteriormente, entre 1970 y 1980 se establecieron los primeros proyectos de producción de hortalizas de fruto bajo cubiertas por empresarios que decidieron adoptar los invernaderos para la producción comercial de hortalizas de exportación, mismos que eran de uso común en otras regiones del Mundo (Molina, 2004). Entre los primeros cultivos destacaron jitomate, pepino, pimiento morrón y algunas hortalizas de hoja como lechugas.

El registro de los datos sobre la superficie ocupada por la agricultura protegida inicio en la década de 1970, cuando se reportaban unas cien hectáreas. A la fecha los datos oficiales indican que existen más de 86 mil hectáreas. Ello corresponde a una historia de medio siglo de desarrollo de la agricultura protegida, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

108

Áreas temáticas			
			
Matemáticas y Física Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.	Economía, Ciencias Sociales y Humanidades Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.	Ciencias Biológicas y Agronómicas Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.	Química Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Tabla 1. Desarrollo de la agricultura protegida en México
(Invernaderos, casas sombras y túneles altos)

Año	Superficie (ha)	Fuente
1970	100	SAGARPA, 2010.
1980	300	AMHPAC, 2008; citado por SAGARPA, 2009.
1999	721	
2005	3,214	
2008	9,948	
2009	15,000	AMHPAC, 2009.
2012	20,000	SAGARPA, 2012.
2013	22,508	SAGARPA, citado por AMHPAC, 2013.
2015	23,251	SAGARPA, 2015.
2016	25,000	SIAP/SAGARPA, 2016.
2017	40,000	SAGARPA, Citado por AMCI, 2017.
2021	47,795	AMHPAC, 2022.
2023	52,853	SADER, 2023 (más 12,000 hectáreas de malla antigranizo en manzana).
	(64,853)	
	77,417	SADER/SIAP, 2023.
2024	86,777.56	SADER/SIAP, 2024.

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes citadas.

De la tabla anterior se desprende que en 50 años la agricultura protegida paso de unas 100 hectáreas de invernaderos a más de 86 mil hectáreas de agricultura protegida, ello representa un crecimiento promedio de 1,550 nuevas hectáreas por año. Los datos oficiales indican que de 2003 a 2022 ocurrió el mayor desarrollo, cuando la superficie se incrementó en promedio unas 2,700 hectáreas anuales (INEGI, 2023; SADER, 2023). Ello considerando las estructuras de protección en cuyo interior se desarrollan los cultivos, sin tomar en cuenta la superficie de acolchados y la que está bajo fertirriego al aire libre, que son modalidad menos desarrolladas de la agricultura protegida.

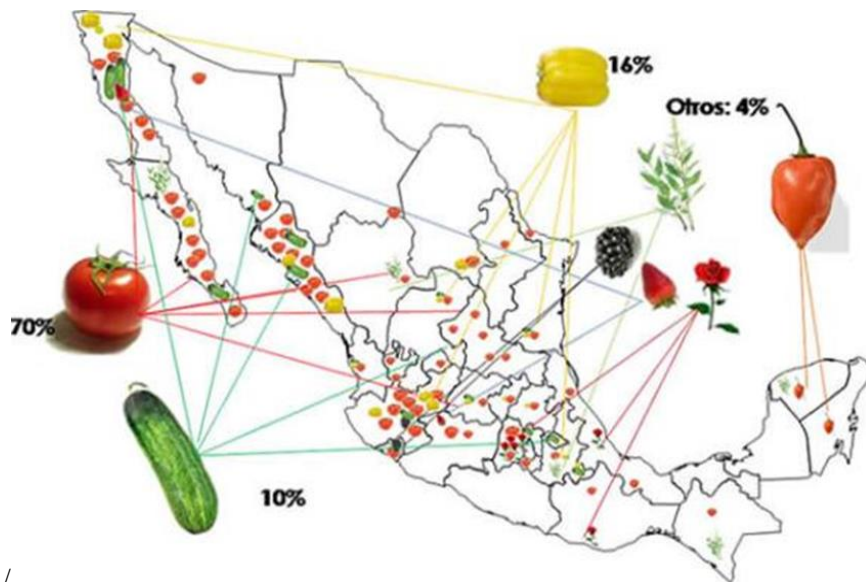
Para el año 2010 se presentaba el siguiente panorama de la agricultura protegida, sobre todo con cultivos que corresponden a la agricultura empresarial (figura 1). Como se observa, destacaba que el 70% se centraba en cultivo del jitomate, otro 16% estaba con pimiento morrón, un 10 se destinaba





al pepino y el 4% restante se dividía entre chile habanero, ornamentales y frutillas. En ese entonces, la superficie ocupada por la agricultura protegida correspondía a unas 15 mil hectáreas, según los datos oficiales. En este ámbito se consideraba principalmente la agricultura protegida destinada a la exportación.

Los datos de todo el espectro de la agricultura protegida se empezaron a considerar a finales de la primera década del presente siglo, incluida la agricultura protegida a nivel familiar, con el censo del año 2007, realizado por el INEGI y los trabajos del SIAP.



110

Figura 1. Principales cultivos de la Agricultura Protegida y su distribución en México (Fuente: SAGARPA, 2010.)

La agricultura protegida mexicana en el contexto mundial





El desarrollo experimentado en México se corresponde con el desarrollo de la agricultura protegida a nivel mundial. Así, en lo que se refiere a invernaderos, en el año 2018 se estimaba en un millón de hectáreas en el mundo, de ellas 40 mil hectáreas eran con cubiertas de vidrio y el resto con cubiertas de plástico. China se le ubicaba con 82 mil hectáreas, seguida de España con 70 mil y Corea del Norte con 51,787 hectáreas. Por regiones, en Europa se ubicaban 210 mil hectáreas, seguida de Asia con 180 mil hectáreas (Fyh, 2018).

Datos más recientes indican que en el mundo existen 24.83 millones de hectáreas de acolchados y 5,613,790 hectáreas de agricultura protegida (figura 2). En 1980, esta cifra era de 150 mil hectáreas y para 1995, el área de cultivos protegidos había aumentado en 500 mil hectáreas de acuerdo con estadísticas de World Greenhouse Vegetable (Agriplastics communit, 2023).

111

La situación actual de la agricultura protegida mundial se presenta en la tabla siguiente, donde se observa que los acolchados cubren más de 24.8 millones de hectáreas y los cultivos protegidos 5.6 millones (tabla 2).





**

Figura 2. Situación de la agricultura protegida a inicios del año 2023.
 Fuente: Agriplastics Communit.

Por regiones, la mayor superficie de agricultura protegida se ubica en Asia, con unos cinco millones de hectáreas y 23 millones de acolchados. La región con menor superficie de agricultura protegida se ubica en Norte y Centro América con 25 mil hectáreas.

Tabla 2. Situación de la agricultura protegida mundial por regiones. Año 2023

Región	Acolchados	Cultivos protegidos
		(hectáreas)
Norte y Centro América	600,000	25,000





América del Sur	500,000	113,790
Europa y Cercano Oriente	550,000	400,000
Asia – Pacífico	23,000,000	5,000,000
África y Medio Oriente	180,000	75,000
Total	24,830,000	5,613,790

Fuente: Agriplastics communit, 2023.

Es previsible que el futuro que estas cifras se sigan incrementando ante la necesidad de lograr una mayor producción de alimentos que demandan más de ocho mil millones de personas, en un mundo donde las condiciones ambientales como el cambio climático y el calentamiento global cada día hagan más difícil la producción de alimentos a cielo abierto.

Situación contemporánea de la agricultura protegida en México

En la actualidad, según los datos más optimistas, el crecimiento de la agricultura protegida mexicana supera las 80 mil hectáreas, considerando todos los tipos de estructura de protección. Si embargo las diferentes fuentes oficiales no coinciden en cuanto a la superficie que ocupa y cada dependencia presenta los suyos, como se expondrá a continuación con los datos de tres fuentes oficiales; la SADER, el INEGI y el SIAP.

Los datos de la SADER sobre agricultura protegida

Los datos más bajo los presento el titular de la SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural), Víctor Villalobos Arámbula, al inaugurar el 15º Congreso Anual de la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC), en 2023, quien señaló que en México existían unas 51 mil 853 hectáreas de superficie bajo cubierta para la producción de hortalizas, frutales y ornamentales (tabla 3).

Tabla 3. Superficie de agricultura protegida por tipo de instalación (SADER2023)

Tipo de instalacion	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Malla sombra	20,000	40.0
Macrotúnel	16,000	30.5





Invernaderos	15,200	29.3
Total	51,200	99.8

Fuente: SADER, 2023.

En este panorama señalo que del total el 40% serian mallas o casas sombra, otro 30.5% estaría macro túneles y otro 29.3% con invernaderos. Subrayó que Jalisco, Sinaloa, Coahuila, Michoacán y Sonora sumaban 34 mil hectáreas con estas tecnologías y representaban el 67 por ciento de la agricultura protegida nacional (SADER, 2023).

Detalló que en la producción de agricultura protegida, la tecnología más utilizada era la malla sombra en más de 20 mil hectáreas (40 por ciento de la superficie), le seguía el macro túnel con 16 mil hectáreas (30.5 por ciento) y los invernaderos, con 15 mil 200 hectáreas (29.3 por ciento del total).

Señalo que de 2003 a 2022 la superficie se incrementó en dos mil 700 hectáreas anuales (SADER, 2023). A esa superficie deben sumarse unas 12 mil hectáreas de malla sombra utilizadas en la producción de manzanas, lo que daría un total de 63,200 hectáreas.

Datos del INEGI referentes a la agricultura protegida

Por otro lado, los resultados del Censo Agropecuario 2022, (INEGI, 2023), indican que en México había 30,179 unidades de producción bajo el sistema de agricultura protegida, que, en conjunto, abarcaron una superficie de 77,417 hectáreas. En el estado de México se ubicaban 35 de cada 100 de estas unidades, las cuales son de poca superficie, comparadas con algunas grandes unidades de producción del occidente y el noroeste de México.

En cuanto al tipo de instalaciones en las que se desarrolla la agricultura protegida, el porcentaje era de; invernadero (28.1%), malla sombra (27.9%), macro túnel (20.1%), casa sombra (10.4%), micro túnel (5.1%), vivero (3.0%), techo sombra (1.0%) y pabellón (0.5%) (INEGI, 2023). Los datos anteriores llegan a un 96.1% (tabla 4).

Tabla 4. Tipo de instalaciones en la agricultura protegida

Tipo de instalación	Porcentaje (%)
Invernadero	28.1
Malla sombra	27.9





Macro túnel	20.1
Casa sombra	10.4
Micro túnel	5.1
Vivero	3.0
Techo sombra	1.0
Pabellón	0.5
Total	96.1

Fuente: Censo Agropecuario 2022. INEGI, 2023

En cuanto a los cultivos de mayor relevancia en la agricultura protegida se indica que serían; el jitomate, pepino, chiles pimientos, fresa, arándano, zarzamora y manzana. Esta última protegida con mallas antigranizo, sobre todo en Chihuahua y la Sierra de Arteaga en Coahuila (INEGI, 2023). Así, en los datos para el año 2022, se puede apreciar que del total de la superficie de agricultura protegida, una tercera parte corresponde para jitomate, seguida de la manzana, el chiles, pepino y fresa (tabla 5).

115

Tabla 5. Superficie sembrada y producción de los principales cultivos

Cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)			Producción (toneladas)		
	Total	Agricultura protegida		Total	Agricultura protegida	
		Hectareas	Porcentaje		Toneladas	Porcentaje
Jitomate	56,709	19,653	34.7	3,835,146	2,405,207	62.7
Manzana	52,890	10,378	19.6	542,967	218,843	40.3
Chile	137,321	7,996	5.8	2,590,247	629,473	24.3
Pepino	18,257	6,360	34.8	886,444	660,552	74.5
Fresa	20,121	6,397	31.8	680,275	251,234	36.9
Arándano	11,223	2,803	25.0	35,101	32,422	92.4
Zarzamora	16,482	2,290	13.9	237,329	46,648	19.7
Total	313,003	55,877	17.65	8,807,509	4,244,379	48.19

Fuente: Censo Agropecuario 2022 (INEGI, 2023).

La sumatoria de total de las hectáreas en las que se siembran los siete productos indicados en la tabla es de 313,003 hectáreas y la superficie de agricultura protegida corresponde a 55,877 hectáreas, ello representa que el 17.65% de la superficie total sembrada con los cultivos indicados.





Sin embargo, faltan las superficies protegidas que ocupan cultivos como frambuesa, flores de corte y plantas ornamentales en maceta. Lo novedoso son las más de 10 mil hectáreas con mallas antigranizo para el cultivo de la manzana, que en datos anteriores no se consideraban.

La agricultura protegida según los datos del SIAP

De acuerdo con los datos aportados por el SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera), para el año 2023, la superficie con agricultura protegida superaría las 85 mil hectáreas. De ella cerca del 80% se ubica en el Centro Occidente y Noroeste de México, por el contrario, la región Sur Sureste y la región Norte cuenta con poca superficie (tabla 6).

Tabla 6. La agricultura protegida por regiones

Región	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Región Centro Occidente	42,131.48	48.50
Región Noroeste	25,949.56	29.90
Región Centro	12,587.82	14.51
Región Noreste	3,998.07	04.61
Región Sur Sureste	2,110.63	02.43
Total	86,777.56	99.95

Fuente: SADER/SIAP, 2024

116



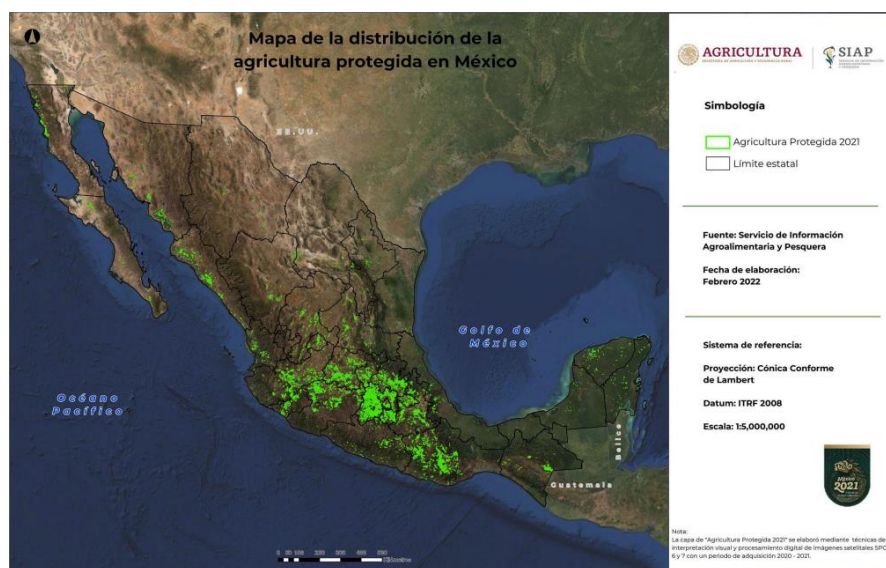


Figura 3. Distribución de la agricultura protegida en México. Año 2021.
Fuente: SADER/SIAP. 2024

Sobre el panorama de las frutillas, en este año 2024, se reporta que en México existen unas 62,000 hectáreas con estos cultivos, tanto en agricultura protegida como a cielo abierto, de esa superficie unas 18,000 hectáreas son de fresas, 15,000 hectáreas de frambuesa, otras 15,000 de zarzamora, y alrededor de 12,000 hectáreas están destinadas para el cultivo de arándanos (Adriano, 2024).

Tabla 7. Superficie cultiva con frutillas

Cultivo	Superficie ocupada (hectáreas)	Porcentaje (%)
Fresas	18,000	30.00
Frambuesa	15,000	25.00





Zarzamora,	15,000	25.00
Arándano	12,000	20.0
Total	60,000	100.00

Adriano, 2024

Los datos anteriores se refieren tanto a cultivos en agricultura protegida como aquellos a cielo abierto.

En lo que corresponde a ornamentales, la AMHPAC (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, A. C.), informa que las ornamentales ocupan en 4% de la superficie con agricultura protegida en México (AMHPAC, 2022).

Las principales debilidades que los productores del centro de México señalan, en recorridos de campo realizados por los estados de México, Puebla, Morelos, Michoacán y Jalisco, para la agricultura protegida; son la falta de mano de obra, la escasez del agua y las extorsiones del crimen organizado.

118

Conclusiones y recomendaciones

- En 50 años la agricultura protegida mexicana creció de unas 100 hectáreas a más de 80 mil hectáreas, con un promedio de 1,550 nuevas hectáreas por año, con años donde se establecieron 2,700 hectáreas anuales.
- Los datos oficiales de las dependencias sobre la superficie que ocupa la agricultura protegida para un mismo año presentan contrastes y pocas veces coinciden.
- Los datos actuales de la agricultura protegida rondan las 86 mil hectáreas bajo diferentes estructuras de protección.
- En México existen unas 30,179 unidades de producción bajo diferentes sistemas de agricultura protegida.





- Ante la problemática ambiental del cambio climático, el calentamiento global y las sequías y la falta de lluvia que cada año son más frecuentes en varias regiones de México, la superficie destinada a la agricultura protegida seguirá incrementándose y los sistemas de producción diversificándose para garantizar altos rendimientos.

Literatura citada

Adriano, José Luis. 2024. México se consolida como un gran jugador global en la industria de las berries. Redagícola. En línea; https://web.facebook.com/story.php?story_fbid=817499333745585&id=100064565778715&mibextid=xfxF2i&rdid=cYAtvrQQM95nrWV7, fecha de consulta: 02/04/2024.

Agriplastics communit. 2023. Incremento en la agricultura protegida en el mundo. En línea: <https://agriplasticscommunity.com/es/incremento-en-la-agricultura-protegida/>, fecha de consulta: 08/01/2024

AMCI 2017. Agricultura protegida, evolución y éxito en México. Agricultura Protegida. Revista Digital. Año 1. Volumen 2. marzo 2017. AMCI. En línea; <http://amcimexico.org/revista-agricultura-protegida-numero-2/>, fecha de consulta: 22/06/2017.

AMHPAC. 2009. Estudio de Oportunidades Externas para el Desarrollo de la Inteligencia Comercial del Mercado de Exportación de la Horticultura Protegida Nacional. En línea; <http://www.amhpac.org/menu%20principal/CensoGHmexico/censo.php>, fecha de consulta: 23/09/10).

AMHPAC. 2013. Agricultura protegida en México. En línea <http://www.amhpac.org/es/index.php/homepage/agricultura-protegida-en-mexico>, fecha de consulta: 08/01/2013.

AMHPAC. 2022. AMHPAC Informa. Situación de la Agricultura Protegida en México. Edición 2022. En línea; https://amhpac.org/negociosymercados/socios/v2/wp-content/uploads/2023/09/AMHPAC-te-informa-2022_V3.pdf, fecha de consulta: 13/08/2024.

Bastida Tapia, Aurelio. 2012. Los invernaderos y la agricultura protegida en México. Universidad Autónoma Chapingo. En línea; <https://horticulturaefectiva.blogspot.com/2012/12/agricultura-protegida-mexico.html>

119

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Fyh. 2018. España el segundo país en superficie invernada a nivel mundial. En línea; <https://fyh.es/espana-es-el-segundo-pais-en-superficie-invernada-a-nivel-mundial/>, fecha de consulta: 08/01/2023.

Gajón Sánchez, Carlos. 1930. Las mejores orquídeas de México. Bartolomé Trucco, Editor. México, D. F.

Gómez P. G. 2002. Agro plástico en México. Editorial del Gobierno del Estado de Veracruz. Veracruz, México.

INEGI. 2009. Censo Agropecuario 2007. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. . Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. En línea; [http://www.inegi.org.mx/sistemas/ TabuladosBasicos](http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos), fecha de consulta; 16/05/2010).

INEGI. 2023. Resultados definitivos del censo agropecuario 2022. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. En línea; https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_Def/CA_Def2022.pdf

120

Molina R., J. 2004. Perspectivas de la industria de invernaderos en México. *In Memoria del Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos*. Leal C., C. A y Garza G., J. A. Editores. Facultad de Agronomía. Universidad de Nuevo León. México.

SADER. 2023. Impulsa agricultura protegida la seguridad alimentaria de México, con soberanía y potencial exportador agroalimentario. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Gobierno de México En línea; <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/impulsa-la-agricultura-protegida-el-potencial-exportador-agroalimentario-de-mexico>

SADER/SIAP. 2023. De Nuestra cosecha... Informar para más y mejores alimentos en bien de todos. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En línea; https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/830409/DE_NUESTRA_COSECHA_JUNIO_2023.pdf, fecha de consulta: 01/03/2024.

SADER/SIAP. 2024. Distribución de la Agricultura Protegida en México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Dirección de Soluciones Geoespaciales. En línea; <https://www.gob.mx/siap/documentos/agricultura-protegida-200653>

SAGARPA. 2009. Agricultura protegida. Programa de ejecución directa. Gobierno Federal. SAGARPA. Subsecretaría de Agricultura. En línea; <http://www.amhpac.org/>, fecha de consulta: 01/04/2010.





- SAGARPA. 2010. Proyecto Integral de Agricultura protegida 2011. En línea; www.sagarpa.gob.mx/.../Presentación%20Cadena%20de%20Invernaderos.pptx, fecha de consulta 11/11/2016. SADER, 2023. Impulsa agricultura protegida la seguridad alimentaria de México, con soberanía y potencial exportador agroalimentario. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. En línea; <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/impulsa-la-agricultura-protegida-el-potencial-exportador-agroalimentario-de-mexico>
- SAGARPA. 2012. Agricultura protegida 2012: En línea; <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012.aspx>, fecha de consulta: 14/11/2012.
- SAGARPA. 2015. Programa de fomento a la agricultura 2015. Componente de producción intensiva y cubiertas agrícolas (PROCURA). En línea; <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/DGFA2015/Convocatoria%20PROCURA%202015.pdf>, fecha de consulta: 28/01/2015.
- Sánchez del C., F. 2005. Notas del Primer Diplomado Internacional de Agricultura Protegida. Modulo V. Diseño agronómico y manejo de invernaderos. Realizado del 1 al 6 de agosto de 2005. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- SIAP/SAGARPA. 2016. Atlas Agroalimentario 2016. En línea; http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016, fecha de consulta: 11/12/2017.
- SIAP(a). 2023. Distribución de la Agricultura Protegida en México – Región Sur Sureste. En línea.
- UACH. 2008. Proyecto educativo de la licenciatura: Agronomía en horticultura protegida. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Vargas Canales, Juan Manuel. 2022. El sector agroalimentario mexicano y las nuevas tecnologías. En línea; <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/6156/6095>. Fecha de consulta; 25/03/2024.
- Vargas Canales, Juan Manuel. 2023. Tendencia de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector agroalimentario y los agronegocios en México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. En línea; http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/5051/Vargas_Canales_JM_DC_Ciencias_Investigacion_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y, fecha de consulta; 25/03/2024.

121

Áreas temáticas





Creación del laboratorio de geomática en el área académica de agronomía del departamento de Preparatoria Agrícola- UACH

Julián Mares Valverde¹⁶, Paul Reyes Ayala¹⁷

Resumen

La información digital geográficamente referida es el objeto de estudio de la Geomática, disciplina que tiene su origen en la unión de elementos de las Ciencias de la Tierra y de la informática. El Laboratorio de Geomática refleja el progreso continuo en la tecnología y la ciencia de la información geoespacial, desde las técnicas tradicionales hasta las avanzadas aplicaciones actuales, su puesta en marcha en la Preparatoria Agrícola representa un salto importante en la innovación y vanguardia tecnológica para los estudiantes del tercer año. Implica una reestructuración constante y evaluación permanente. Por lo que este trabajo se expone el procedimiento detallado y la importancia de su creación en la Preparatoria Agrícola, específicamente en el área de Agronomía.

122

Palabras clave: Preparatoria Agrícola, Geomática, Geociencias, Tecnologías de la Información, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Cartografía Dinámica, Laboratorio de Geomática, Agronomía, Análisis Espacial, Tecnología Geoespacial.

Abstract

Geographically referred digital information is the object of study of Geomatics, a discipline that has its origins in the union of elements of Earth Sciences and computer science. The Geomatics Laboratory reflects the continuous progress in technology and geospatial information science, from traditional techniques to current advanced applications, its implementation at the Agricultural High School represents an important leap in innovation and technological vanguard for students of the third year. It involves constant restructuring and permanent evaluation. Therefore, this work

¹⁶ Profesor de topografía, en el área de agronomía de la Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.

¹⁷ Profesor de topografía, en el área de agronomía de la Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.





exposes the detailed procedure and the importance of its creation in the Agricultural Preparatory, specifically in the area of Agronomy.

Key words: Agricultural High School, Geomatics, Geosciences, Information Technologies, Geographic Information Systems (GIS), Dynamic Cartography, Geomatics Laboratory, Agronomy, Spatial Analysis, Geospatial Technology.

Introducción

La Preparatoria Agrícola es una Institución de Educación Media Superior, perteneciente a la Universidad Autónoma Chapingo. Cuenta con dos modalidades: La Preparatoria, propiamente, que brinda atención a estudiantes egresados de secundaria y el Propedéutico, que prepara a las alumnas y alumnos que terminaron su educación Media Superior, para ingresar a las especialidades que ofrece la Universidad. En este sentido, el Departamento de Preparatoria Agrícola forma a sus estudiantes con particular atención en las disciplinas relacionadas con el campo y el medio rural mexicano, sin descuidar la formación integral, por lo que el Plan de Estudios, incluye, además, asignaturas de las áreas de Ciencias, Matemáticas y Humanidades, así como actividades Deportivas y Culturales.

Es una realidad que los estudiantes de la Preparatoria Agrícola necesitan apreciar y evaluar acciones que provocan las fuerzas productivas y la naturaleza sobre la Producción Agrícola, Pecuaria y Forestal, de acuerdo con el Perfil de Egreso, que constituye su objeto de estudio. Dichas acciones ocurren a escalas locales, territoriales y nacionales, debiendo tomar decisiones relativas al ordenamiento territorial, agronegocios, el manejo del medioambiente rural y la gestión agraria en estas tres dimensiones, para lo cual necesita conocer herramientas tecnológicas que le permitan cumplimentar tales objetivos.

El objetivo de un laboratorio de geomática suele ser proporcionar a los estudiantes y profesionales las herramientas y el conocimiento necesarios para realizar y analizar datos espaciales y geoespaciales. La geomática integra diversas disciplinas, incluyendo la cartografía, la fotogrametría, la teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG), para gestionar y analizar datos relacionados con la superficie terrestre.

123





Objetivos comunes del Laboratorio de Geomática:

1. Desarrollar Habilidades Técnicas: Familiarizar a los estudiantes con el uso de equipos y software geomático, como instrumental topográfico, GNSS, drones, y SIG.
2. Adquirir Conocimientos sobre Métodos de Recolección de Datos: Enseñar los diferentes métodos para recolectar datos geoespaciales, incluyendo la fotogrametría aérea, la teledetección por satélite y la medición terrestre.
3. Analizar Datos Espaciales: Proporcionar habilidades para analizar datos espaciales, interpretar imágenes y mapas, y realizar análisis geoespaciales para resolver problemas específicos.
4. Aplicar Métodos de Procesamiento y Análisis: Capacitar en técnicas de procesamiento de datos, como la corrección de imágenes, la integración de datos, y el análisis espacial.
5. Desarrollar Proyectos y Aplicaciones Reales: Implementar proyectos prácticos que involucren la aplicación de técnicas geomáticas para resolver problemas reales, como el monitoreo de cultivos, toma de decisiones en agronegocios, gestión de recursos naturales o la respuesta a desastres.
6. Fomentar el Trabajo en Equipo: Promover el trabajo colaborativo entre los miembros del laboratorio para llevar a cabo proyectos de mayor envergadura y desarrollar habilidades de comunicación y coordinación.
7. Evaluar y Validar Resultados: Enseñar métodos para la validación de resultados y la evaluación de la precisión y exactitud de los datos recolectados y procesados.

124

El Laboratorio de Geomática está diseñado para brindar conocimiento de las técnicas y herramientas utilizadas en la recolección, análisis y gestión de datos espaciales, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos en el campo a través de la modelación de datos espaciales.

Al conjunto de técnicas y herramientas que permiten abordar soluciones para el tratamiento de diversas variables, a partir de la visión integral del espacio geográfico en sus diferentes escalas, que proporcionan el conocimiento y manejo de datos geoespaciales y su representación





cartográfica, se conocen como técnicas Geomáticas o Geo informáticas. Para el caso particular de la Ingeniería agronómica, se han denominado como “Geo informática Agrícola”.

Las técnicas geo informáticas, integran el conjunto de los conocimientos, competencias y destrezas que aportan las siguientes temáticas: la teledetección aeroespacial, que proporciona la visión espacial, temporal, radiométrica y espectral de los fenómenos agrícolas mediante el uso de imágenes analógicas y/o digitales; los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten la captura y entrada de datos geospaciales, su almacenamiento, procesamiento y análisis, contribuyendo a la representación espacial de los fenómenos y a la toma de decisiones efectivas; los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), que facilitan la ubicación de objetos y fenómenos del medio físico geográfico, con elevada precisión; la Topografía; para conocer las características del terreno donde se van a desarrollar los procesos agrarios; y la Cartografía, que permite conocer las leyes de la representación cartográfica de los mismos.

125

El hecho de que se proporcionen estos conocimientos al profesional agrónomo, no significa se pretenda hacer de él un especialista en la temática, sino, dotarlo de un conjunto de conocimientos, competencias y destrezas elementales que le permitan la aplicación y/o la promoción de estas herramientas durante su desempeño profesional, para dar solución a algunas tareas relacionadas con: el ordenamiento territorial, el uso y ocupación del suelo, el seguimiento de los cultivos, el catastro rural, agricultura de precisión y la evaluación y monitoreo del medioambiente rural, toma de decisiones basado en el análisis espacial para agronegocios entre las más importantes.

Es por ello por lo que se crea el Laboratorio de Geomática de la Preparatoria Agrícola para los estudiantes del tercer año, contribuyendo así a una mayor preparación rumbo a las especialidades con el conocimiento de las herramientas geomáticas.

En México el uso de estas herramientas geomáticas es una necesidad de desarrollo, tanto en dependencias como SAGARPA, INEGI, CONABIO, CONAFOR e instituciones educativas, la implementación tecnológica contribuye a la Innovación educativa.





Métodos para su establecimiento

Área de oportunidad

Un laboratorio de geomática es un entorno especializado dedicado al estudio, desarrollo y aplicación de tecnologías relacionadas con la recolección, procesamiento, análisis y gestión de datos espaciales y geográficos. Este laboratorio está equipado con herramientas y tecnologías avanzadas que permiten trabajar con información geoespacial para una variedad de aplicaciones técnicas y científicas.

Un laboratorio de geomática ofrece múltiples ventajas para estudiantes de educación media superior en las ciencias agronómicas. Aquí te detallo algunas de las principales ventajas:

1. **Desarrollo de Habilidades Técnicas:** Los estudiantes aprenden a manejar herramientas y software de geomática, como sistemas de información geográfica (SIG), teledetección, y sistemas de posicionamiento global (GPS). Estas habilidades son valiosas tanto para la educación como para la carrera profesional.
2. **Comprensión Espacial:** La geomática ayuda a los estudiantes a entender y analizar datos espaciales. En ciencias agronómicas, esto se traduce en la capacidad de estudiar la distribución de cultivos, el análisis de suelos, y la planificación de uso del suelo, entre otros.
3. **Optimización de Recursos:** Los estudiantes pueden aprender a aplicar técnicas de geomática para optimizar el uso de recursos, como agua y nutrientes, en la agricultura. Esto permite una gestión más eficiente y sostenible de los recursos agrícolas.
4. **Resolución de Problemas Reales:** El laboratorio proporciona herramientas para abordar problemas reales en la agricultura, como la identificación de áreas con problemas de erosión o la planificación de cultivos en función de la topografía y el clima.
5. **Análisis de Datos Complejos:** Los estudiantes pueden analizar grandes volúmenes de datos espaciales y temporales, lo que les permite realizar estudios más detallados y precisos sobre fenómenos agronómicos.

126

Áreas temáticas





6. **Investigación y Proyectos:** Facilita la realización de proyectos de investigación aplicada. Los estudiantes pueden trabajar en proyectos que implican el análisis de imágenes satelitales, mapas de suelo, y otros datos espaciales relevantes para la agricultura.
7. **Innovación y Tecnología:** Introduce a los estudiantes a tecnologías emergentes en el campo de la geomática, como drones y sensores remotos, que están revolucionando la manera en que se realiza la agricultura moderna.
8. **Preparación para el Futuro:** Las habilidades en geomática son cada vez más demandadas en el campo agrícola y en otros sectores relacionados. Tener experiencia en este ámbito puede mejorar las oportunidades laborales y educativas de los estudiantes.
9. **Interdisciplinariedad:** La geomática integra conocimientos de distintas disciplinas, como geografía, ingeniería, informática y ciencias ambientales. Esto enriquece la formación de los estudiantes al proporcionar una perspectiva más amplia.
10. **Toma de Decisiones Informada:** Los estudiantes aprenden a utilizar datos geoespaciales para tomar decisiones informadas sobre prácticas agrícolas, como la selección de cultivos y la gestión de plagas.
11. **Visualización de Datos:** La capacidad de crear mapas y visualizaciones facilita la interpretación de datos complejos y permite comunicar de manera efectiva los hallazgos y recomendaciones.

127

En resumen, un laboratorio de geomática no solo proporciona habilidades técnicas esenciales para los estudiantes de ciencias agronómicas, sino que también les permite aplicar estos conocimientos a problemas reales, optimizar prácticas agrícolas y prepararse para una carrera en un campo en constante evolución.

Componentes y equipos del Laboratorio de Geomática:

Componentes y equipos

1. **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Software que permite la visualización, análisis y gestión de datos espaciales en formato digital. Ejemplos incluyen ArcGIS y QGIS.



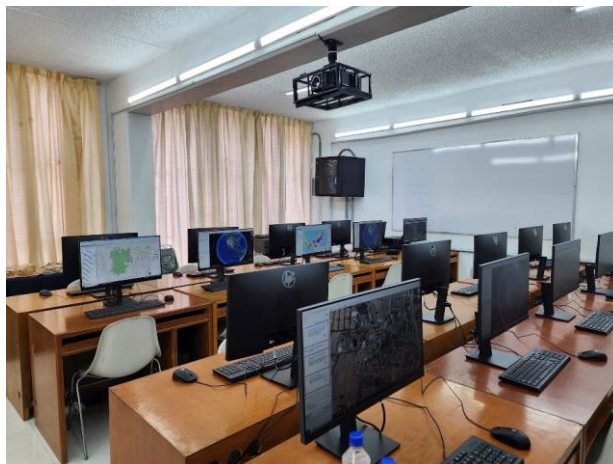


2. Estaciones Totales y Equipos de Medición: Dispositivos para la medición precisa de distancias, ángulos y coordenadas en el campo, utilizados en levantamientos topográficos y geodésicos.
3. Vehículos aéreos no tripulados y sensores que capturan imágenes aéreas y datos geoespaciales desde el aire, útiles para la fotogrametría y el mapeo.
4. Equipos de Imágenes Satelitales: Software y hardware para la adquisición y análisis de imágenes provenientes de satélites, que pueden proporcionar datos para la monitorización ambiental, la planificación urbana, etc.
5. Dispositivos de impresión: Plotter e impresoras.

128



Inauguración del Laboratorio de Geomática en el Área Académica de Agronomía. Corte de listón por la M.C Lavinia Enid Espinosa Heredia (Directora de la Preparatoria Agrícola) y el M en Val. Ismael Domínguez Marzano (Representante de la Academia de Topografía)



Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Resultados esperados

Funciones y actividades para desarrollar en el laboratorio de geomática

1. Recolección de Datos: Adquisición de datos espaciales a través de métodos como encuestas de campo, imágenes satelitales, y teledetección.
2. Procesamiento de Datos: Manipulación y transformación de datos espaciales para su análisis, que puede incluir la corrección de imágenes, la integración de datos de diferentes fuentes, y la creación de bases de datos geoespaciales.
3. Análisis Espacial: Aplicación de técnicas analíticas para interpretar datos geoespaciales, identificar patrones, realizar modelización espacial y tomar decisiones basadas en la información geográfica.
4. Visualización: Creación de mapas, gráficos y otras representaciones visuales de datos espaciales para facilitar la comprensión y la comunicación de los resultados.
5. Investigación y Desarrollo: Experimentación con nuevas tecnologías y métodos en geomática, desarrollando soluciones innovadoras para problemas específicos.
6. Educación y Capacitación: Formación de estudiantes y profesionales en técnicas y herramientas geomáticas, proporcionando experiencia práctica y conocimientos técnicos.
7. Aplicaciones Prácticas: Implementación de datos y análisis geomáticos en áreas como la planificación urbana, la gestión ambiental, la evaluación de riesgos, y la gestión de recursos.

129

El Laboratorio de Geomática es un centro de recursos técnicos y humanos diseñado para trabajar con datos espaciales y geográficos, facilitando desde la investigación avanzada hasta aplicaciones prácticas en diversas áreas.





Importancia del laboratorio de geomática en el área académica de agronomía

El Laboratorio de Geomática desempeña un papel crucial en diversas áreas de la investigación y aplicación técnica relacionadas con la recolección, análisis y gestión de datos espaciales entre las que destacan:

1. Desarrollo y Validación de Tecnologías: Permite probar y perfeccionar nuevas tecnologías y técnicas en el campo de la geomática, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), el procesamiento de imágenes satelitales, y la fotogrametría.
2. Investigación y Desarrollo: Facilita la investigación en aplicaciones avanzadas de la geomática, incluyendo el análisis de datos espaciales, la modelización de fenómenos geoespaciales, y el desarrollo de nuevas metodologías y algoritmos.
3. Educación y Formación: Ofrece un entorno para la formación de estudiantes y profesionales en el uso de herramientas y técnicas geomáticas, proporcionando experiencia práctica y conocimientos técnicos esenciales para su futuro profesional.
4. Análisis de Datos Espaciales: Permite el procesamiento y análisis detallado de datos espaciales para aplicaciones en planificación urbana, gestión de recursos naturales, estudios ambientales, y más. Esto incluye la interpretación de imágenes de satélite, la creación de mapas temáticos, y el análisis de patrones espaciales.
5. Monitoreo y Gestión Ambiental: Facilita la vigilancia de cambios en el medio ambiente, como la deforestación, la erosión del suelo, y el cambio climático, proporcionando datos precisos y actualizados para la toma de decisiones.
6. Evaluación de Riesgos y Respuesta a Emergencias: Contribuye a la evaluación de riesgos naturales y antropogénicos, como inundaciones, terremotos y desastres industriales, y proporciona herramientas para la respuesta y gestión de emergencias.
7. Optimización de Recursos: Mejora la eficiencia en la gestión de recursos, como el agua, la energía y los bienes inmobiliarios, al proporcionar datos precisos y herramientas para la planificación y administración de estos recursos.

130





1. Formación Técnica y Aplicada

- **Desarrollo de Competencias:** Los estudiantes deben adquirir habilidades prácticas en el uso de tecnologías geomáticas, como Sistemas de Información Geográfica, teledetección, y técnicas de fotogrametría. Estas habilidades les permiten aplicar conocimientos técnicos en situaciones reales.
- **Aplicación de Técnicas Específicas:** Capacitación en el uso de herramientas y técnicas que son directamente aplicables a la agronomía, como el análisis de imágenes satelitales para monitoreo de cultivos, gestión de recursos hídricos y evaluación de suelos.

2. Integración con Prácticas Agrícolas

- **Análisis de Datos Agrícolas:** Los estudiantes deben aprender a recolectar, analizar e interpretar datos espaciales relacionados con la agricultura, como el mapeo de propiedades del suelo, monitoreo de salud de los cultivos, y gestión de plagas.
- **Proyectos Prácticos:** Implementar proyectos que integren los conceptos geomáticos con la agricultura, tales como la elaboración de mapas de uso de suelos, planificación de cultivos, y optimización de prácticas agrícolas basadas en datos espaciales.

3. Comprensión de Metodologías Avanzadas

- **Modelado y Simulación:** Aprender sobre técnicas avanzadas de modelado y simulación que pueden ayudar a predecir el rendimiento de los cultivos, evaluar el impacto de diferentes prácticas agrícolas, y gestionar riesgos ambientales.
- **Tecnologías Emergentes:** Familiarización con tecnologías emergentes como drones, sensores remotos y análisis de grandes datos (big data) aplicados a la agronomía.

4. Capacitación en Herramientas Específicas

- **Software SIG:** Dominio de software especializado en SIG (por ejemplo, ArcGIS, QGIS) para la creación de mapas, análisis espacial y gestión de datos geoespaciales.

132





- **Teledetección:** Uso de imágenes satelitales y drones para la recolección de datos en campo, análisis de vegetación, y evaluación de condiciones agrícolas.

5. Aplicación en Investigación y Desarrollo

- **Investigación Aplicada:** Fomentar la capacidad de realizar investigaciones que utilicen técnicas geomáticas para resolver problemas específicos en la agricultura, como la optimización del uso de fertilizantes y el monitoreo de la salud del suelo.
- **Proyectos de Innovación:** Participación en proyectos que desarrollen nuevas metodologías o tecnologías geomáticas aplicables a la agronomía.

6. Interdisciplinariedad y Colaboración

- **Trabajo en Equipo:** Experiencia en colaboración con otros estudiantes y profesionales en proyectos interdisciplinarios que combinan la agronomía con la geomática.
- **Vinculación con Profesionales:** Oportunidades para interactuar y colaborar con expertos en geomática y agronomía, facilitando la transferencia de conocimiento y la creación de redes profesionales.

7. Preparación para el Campo Profesional

- **Capacitación Profesional:** Preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos en el campo profesional mediante la aplicación de habilidades geomáticas en contextos reales de la agronomía.
- **Visión Integral:** Desarrollar una comprensión integral de cómo la geomática puede integrarse en las prácticas agrícolas modernas para mejorar la eficiencia y sostenibilidad.

8. Evaluación y Mejora Continua

- **Retroalimentación Constructiva:** Proporcionar retroalimentación continua sobre el desempeño en proyectos y ejercicios prácticos, ayudando a los estudiantes a mejorar sus habilidades.

133





- **Adaptación a Nuevas Tecnologías:** Mantenerse al día con las últimas innovaciones y metodologías en geomática para asegurar que los estudiantes estén bien preparados para los cambios en el sector agrícola.

El Laboratorio de Geomática debe enfocarse en proporcionar una formación técnica sólida, integración práctica con los sectores agropecuarios, forestales e impacto ambiental, capacitación en herramientas específicas, y oportunidades para investigación y colaboración. Este enfoque asegura que los estudiantes puedan aplicar eficazmente las tecnologías geomáticas para mejorar prácticas agrícolas y enfrentar desafíos en el campo profesional.

134



Uso de SIATL para modelado 3D

1 SIATL es una aplicación web geoespacial que se accede a través del portal de internet del Instituto. Fue desarrollado para facilitar el estudio del comportamiento del recurso hídrico superficial en las cuencas de México, orientado a la simulación con métodos de redes geométricas y funciones para análisis hidrológico





Literatura Citada

- Arranz Justel, J. J. (2008). *Apuntes de cartografía II. Representación del relieve*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía. Recuperado de: <http://pdi.topografia.upm.es/jjarranz/apuntes/Representacion%20del%20relieve.pdf>
- Azcárate Luxán, M. (Coord.), Alcázar González, A., García Cancela, X., Gorrotxategi Nieto, M. y Vives Pérez i Piquer, A. (2011). *Directrices Toponímicas de uso internacional para editores de mapas y otras publicaciones*. Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y O. A. Centro Nacional de Información Geográfica.
- Carrascal Galindo, I. E. (2007). *Metodología para el análisis e interpretación de los mapas*. México D. F.: Instituto de Geografía UNAM.
- Cortizo, T. (2009). *El tratamiento geográfico de la información*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Dent, B. et al. (2009). *Cartography: thematic map design*. Boston: McGraw Hill.
- Instituto Geográfico Nacional y Universidad Politécnica de Madrid-LatinGEO (s. f.). *Conceptos Cartográficos*. Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y O. A. Centro Nacional de Información Geográfica.
- López Vilchez, I. y Cabezas Gelabert, L. (2015). *Dibujo y territorio: Cartografía, topografía, convenciones gráficas e imagen digital*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Martín López, J. (2002). *Historia de la cartografía y de la topografía*. Madrid: O. A. Centro Nacional de Información Geográfica.
- Murphy, A. (2019). *Geografía ¿Por qué importa?* Madrid: Alianza editorial.
- Robinson, A. et al. (1987). *Elementos de cartografía*. Barcelona: Omega.
- Santamaría Peña, J. (2011). *La cartografía y las proyecciones cartográficas*. Logroño: Editorial de la Universidad de la Rioja.
- Thrower, N. J. W. (2002). *Mapas y civilización: historia de la cartografía en su contexto cultural y social*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Vázquez Maure, F. y Martín López, J. (1989). *Lectura de mapas*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.

135





Leyes

Ley 7/1986, de 24 de enero, de Ordenación de la Cartografía. *Boletín Oficial del Estado*, 25, de 29 de enero de 1986. <https://www.boe.es/eli/es/l/1986/01/24/7>

Páginas web

Asociación Cartográfica Internacional. <https://icaci.org/>

Biblioteca del Congreso de Estados Unidos. *Mapas generales*. <https://www.loc.gov/collections/general-maps/>

Instituto Geográfico Nacional. *Nomenclátors*

Geográficos. <https://www.ign.es/web/ign/portal/rcc-nomenclator-nacional>

Instituto Nacional de Estadística. <https://www.ine.es/welcome.shtml>

Geoportal del Ministerio de Agricultura, Pesca y

Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/cartografia-y-sig/default.aspx>

136





Control de ácaros en el lagarto de collar *Sceloporus torquatus* por medio de bioinsecticidas

Robledo y Monterrubio María Sol¹⁸, Arias Velázquez Higinio Francisco, Arias Robledo Mara Joselin, Arias Robledo Marisol, Guerrero Ameca Otoniel¹⁹

Resumen

El género *Sceloporus* es uno de los lacertilios más diversos de Norte y Centroamérica; entre estos, *S. torquatus* tiene una amplia distribución geográfica, con poblaciones que ocurren desde el sur de Estados Unidos hasta Guatemala. Es una especie endémica de México, que se distribuye en las zonas altas de la región centro-norte. Los reptiles en vida silvestre y cautiverio son sujetos de ectoparásitos, en particular de garrapatas hematófagas cuya distribución es mundial. El control de los ácaros en reptiles principalmente es por medio de compuestos químicos, lo que ha provocado resistencia en los parásitos. En el Acuario Invernadero Chapingo se conserva una población de Lagartos de collar, los que fueron atacados por un ácaro de la piel. El objetivo del presente trabajo fue controlar la población de ectoparásitos de *S. torquatus* por medio de micoinsecticidas a base de *B. bassiana* y *M. anisopliae*. Se realizaron bioensayos con dos productos comerciales de la marca PHC® ambos tuvieron efectos positivos, disminuyendo la población de ácaros en un 65% a los 10 días del inicio del experimento y después de dos aplicaciones y a los 10 días se obtuvo el 100% de reducción después de una tercera aplicación. Estos resultados indican que *B. bassiana* y *M. anisopliae* son candidatos para ser utilizados en el control biológico de este ectoparásito.

Palabras clave: micoinsecticida, ácaro, reptil, hongo entomopatógeno, control biológico.

Abstract

The genus *Sceloporus* is one of the most diverse lacertili in North and Central America; among these, *S. torquatus* has a wide geographic distribution, with populations occurring from the southern United States to Guatemala. It is an endemic species of Mexico, which is distributed in the highlands of the north-central region. Reptiles in the wild and in captivity are subject to

¹⁸Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230, MÉXICO. mrobledoym@yahoo.com.mx. HARIASV@chapingo.mx marattiaarias@gmail.com

¹⁹ Estudiante del Departamento de Parasitología Agrícola.

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica y experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



ectoparasites, particularly hematophagous ticks whose distribution is worldwide. The control of mites in reptiles is mainly through chemical compounds, which has caused resistance in parasites. In the Chapingo Greenhouse Aquarium there is a population of collared lizards, which were attacked by a skin mite. The objective of this study was to control the population of *S. torquatus* ectoparasites by means of mycoinsecticides based on *B. bassiana* and *M. anisopliae*. Bioassays were carried out with two commercial products of the PHC® brand, both had positive effects, reducing the mite population by 65% 10 days after the start of the experiment and after two applications and 10 days a 100% reduction was obtained after a third application. These results indicate that *B. bassiana* and *M. anisopliae* are candidates to be used in the biological control of this ectoparasite.

Keywords: mycoinsecticide, mite, reptile, entomopathogenic fungus, biological control.

138

Introducción

Los anfibios y reptiles requieren especial atención por parte de la comunidad conservacionista, científica y administradora de recursos, ya que son considerados como valiosos indicadores de calidad ambiental y ecológica, poseen múltiples papeles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres. La herpetofauna cuenta con un valor cultural y económico significativo para la sociedad, representan un recurso que proporciona un valor incalculable en tradiciones y servicios naturales (Brambila, 2005).

México, es considerado un país Megadiverso, y los reptiles representan gran parte de esa diversidad en el país; de las 9,547 especies que se conocen en el mundo, en México se encuentran citadas 864, de las cuales 417 son lagartijas, 393 serpientes, 3 anfisbénidos, 3 cocodrilos y 48 tortugas. Estas especies se incluyen en 159 géneros y 40 familias que representan el 8.7% de los reptiles del mundo. La familia de lagartijas con mayor riqueza de especies es Phrynosomatidae (15.9% del total de especies en México) y para las serpientes es Colubridae (15.3%); mientras que los géneros más diversos son *Sceloporus* (10.5%), *Aspidoscelis* (5.5%), *Anolis* (4.7%) y *Crotalus* (3.7%) (Flores y García 2014).

El género *Sceloporus* es uno de los lacertilios más diversos de Norte y Centroamérica aproximadamente con 70 especies. Entre estos, *S. torquatus* tiene una amplia distribución geográfica, con poblaciones que ocurren desde el sur de Estados Unidos hasta Guatemala. Es una

Áreas temáticas





especie de saurópido escamoso de la familia Phrynosomatidae. Se caracteriza por poseer un patrón de coloración negro a modo de "collar" en la región nual de cuatro a cinco escamas de grosor, con dos bordes blancos de una a dos escamas de grosor. Es una especie endémica de México, que se distribuye en las zonas altas de la región centro-norte abarcando los estados de Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Veracruz, Estado de México, Ciudad de México, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Jalisco y Michoacán (Martínez y Méndez, 2007; Martínez et al., 2019).

Los reptiles en vida silvestre y cautiverio son sujetos de ectoparásitos, en particular de garrapatas hematófagas cuya distribución es mundial (Rodríguez et al., 2022). En México, las garrapatas *Ornithodoros talaje*, *O. turicata* (Argasidae) y *Amblyomma dissimile*, *A. mixtum*, *A. rotundatum*, *A. sabanerae* y *A. scutatum* (Ixodidae) parasitan anfibios y reptiles. *Amblyomma dissimile* tiene como hospederos a iguanas, serpientes, lagartos y tortugas. Existen también, registros de hospederos no convencionales como caninos, bovinos e incluso humanos. Sin embargo, la infestación alta de ácaros hematófagos provoca debilidad, anemia, disminución en la coloración de la piel que afecta por consecuencia el cortejo y la reproducción de los hospederos, además estos ectoparásitos son transmisores de bacterias patógenas, protozoarios, virus y rickettsias, entre otros, produciendo neumonía o septicemia y por consecuencia la muerte. Esto ocurre tanto en su hábitat natural como en cautiverio (Herrera, 2008; Galicia, 2020; Rodríguez et al., 2022). La distribución de los ectoparásitos sobre el cuerpo de su hospedador puede variar con la especie, sin embargo, se ubican preferentemente debajo de las escamas de manera homogénea en regiones específicas del cuerpo como axilas, ingle, cuello y cola (Herrera, 2008; Juárez et al., 2020). La fauna de ácaros conocida asociada con esta especie de lagarto incluye cuatro especies de Trombidiformes (Acariformes): tres Pterygosomatidae, *Geckobiella texana* (Banks, 1904), *Geckobiella pelaezi* (Cunliffe, 1949), *Geckobiella trombidiformis* (Berlese, 1920) y un Trombiculidae, *Eutrombicula alfreddugesi* (Oudemans, 1910) (Paredes-León et al., 2008; Guzmán, García y Zúñiga 2018).

139

El control de los ácaros en reptiles principalmente es por medio de compuestos químicos (acaricidas), entre ellos la ivermectina (0.4 mg/Kg) en aplicaciones tópicas sobre el dorso durante 28 semanas y eliminación manual del ectoparásito sobre sapos (Sladky et al., 2000); afoxolaner ha sido citado como efectivo en el tratamiento del ácaro de los terrarios (*Ophionyssus natricis*) en serpientes (Fuentes, et al., 2020). El uso de estos acaricidas químicos ha sido de manera generalizada e indiscriminada, sin tomar en cuenta las normas de uso y aplicación, lo que ha





ocasionado resistencia en *Rhipicephalus microplus* garrapata del ganado bovino (Pérez. 2016); estudios han mostrado que su administración puede dar lugar a efectos tóxicos, como consecuencia de la sobredosificación o por hipersusceptibilidad al compuesto, ya que aún no se conocen los posibles efectos tóxicos derivados de su uso y, más aún, cuando se emplea en especies distintas, o para indicaciones diferentes, a aquellas en las que está autorizado (González *et al.*, 2010).

El control biológico por medio de agentes microbianos y en particular con hongos entomopatógenos (HE) es una alternativa relevante en el manejo de insectos plaga en el mundo. Los HE se encuentran de manera natural en ambientes como suelo, plantas, aire, sus mecanismos de acción sobre los insectos plaga es de relevante importancia debido a su ataque directo sobre la cutícula. De las 700 especies que se han aislado de diferentes insectos plaga, los más estudiados pertenecen solo a unos pocos géneros como *Beauveria* Vuill., *Metarhizium* Sorok., *Isaria* Pers., *Hirsutella* Pat. y *Lecanicillium* W. Gams & Zare. Algunos de ellos son base de micoinsecticidas desarrollados para el control de una gran variedad de plagas agrícolas, forestales, de productos almacenados o sinantrópicas. En la actualidad hay alrededor de treinta formulaciones de estos agentes fúngicos de control biológico comercializadas en el mundo, con trece especies fúngicas como materias activas, si bien el 80% de ellas se basan en los géneros *Beauveria* y *Metarhizium* (Garrido y Moraga, 2019). Por lo que el uso de micoinsecticidas sería benéfico para el control de ectoparásitos de reptiles toda vez que no ocasionan resistencia ni efectos colaterales.

140

Materiales y Métodos

En el Acuario Invernadero de Chapingo se encontraron ejemplares de *S. torquatus*, donados por un particular, a los cuales se les acondicionó un hábitat adecuado para su estancia (Figura 1), sin embargo, se observó que venían contaminados con ácaros, incluso presentaban laceraciones en donde los ectoparásitos se encontraban sobre la carne viva (Figura 3), por lo que fue necesario atenderlos y controlar estos ectoparásitos con el uso de bioinsecticidas a base de hongos. El poder controlar esta plaga con métodos biológicos proporcionará a los curadores de colecciones biológicas como zoológicos y herpetarios un método amigable con los animales y el ambiente que los rodea.





Montaje de terrarios. Para el establecimiento del bioensayo, se adecuaron terrarios en peceras de 20 L, con sustrato a base de aserrín para prevenir la contaminación con otros organismos, así como evitar el exceso de humedad. Se proporcionó agua a libre toma, en bebederos para reptiles y fueron alimentados con grillos del bioterio criados en cautiverio sin contaminación.

Cría de grillos (*Acheta domestica*). Se realizó una cría libre de contaminación en el bioterio del área de Biología, se instalaron peceras y como sustrato cartones de huevo para que tengan lugares para su oviposición y cría, fueron alimentados con nutricubos, y los adultos se retiraron continuamente para ser el alimento de las lagartijas de collar.



Figura 1. *Sceloporus torquatus* “lagarto de collar” en un terrario del Acuario Invernadero Chapingo

Bioinsecticidas. Se utilizaron micoinsecticidas marca PHC®, el primero a base de esporas de *B. bassiana* y el segundo con esporas de *M. anisopliae*, los que fueron almacenados en condiciones de refrigeración a 5 °C para evitar su deterioro.

Bioensayos. Los individuos de lagartijas fueron colocados dos en cada pecera, en un lote se aplicó BEA TRON®, en otro META TRON® y un lote testigo, donde que solamente se aplicó agua destilada, las aplicaciones realizadas fueron por aspersión. En total se realizaron cuatro repeticiones





de cada lote de dos individuos cada uno, considerando 16 individuos infectados y ocho testigos que solo fueron aspersados con agua destilada. Las aplicaciones se realizaron cada semana a base de las dosis más altas recomendadas por los micoinsecticidas comerciales. Se alimentaron cada tercer día con individuos adultos de grillo y se le proporcionó agua a libre toma en los bebederos para reptiles. Se conservaron en el laboratorio de Histología y Citología General a temperatura ambiente y se tomaron datos de sobrevivencia de los ácaros durante 15 días. Posteriormente, los cadáveres encontrados de los ácaros fueron colocados en cámaras húmedas con la finalidad de provocar la muscardina y así comprobar que la muerte fue ocasionada por el hongo, otros fueron conservados en frascos con alcohol al 70% para su posterior identificación.

Toma de datos. Al inicio del experimento en cada lote se hicieron lecturas con ayuda de un microscopio estereoscópico marca Leica de las zonas infestadas por ácaros: cuello, patas delanteras y traseras del lado izquierdo y derecho, torso y cola (Figura 3). Se obtuvieron registros de promedios de sobrevivencia diaria por día con el fin de realizar gráficas a través del tiempo.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos serán sujetos a análisis de varianza (ANOVA), y separación de medias usando la prueba de Tukey ($p < 0.05$) (SAS). Usando el software estadístico (NCSS).

142





Figura 3. Daños ocasionados en la piel de *S. torquatus* por infestación de ácaros ectoparásitos, la flecha indica su presencia.

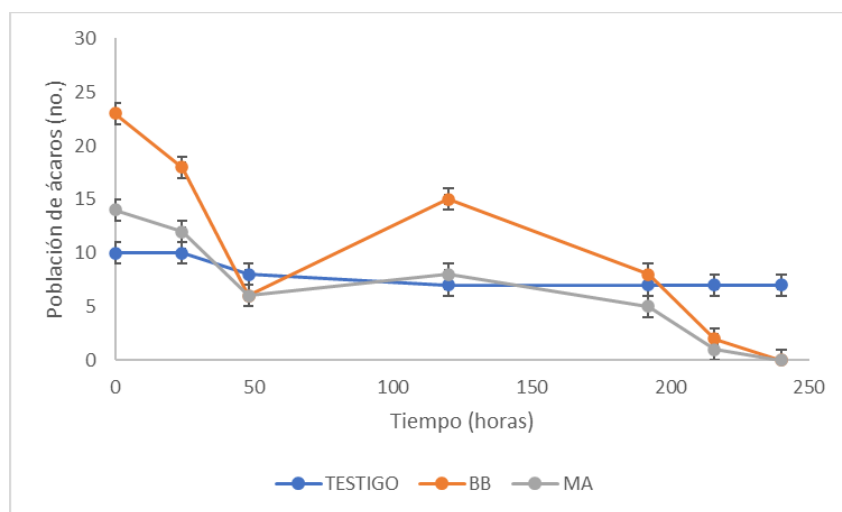
Resultados

En la gráfica 1, se puede observar el efecto de los microinsecticidas BEA TRON® (BA) y META TRON® (MA) a base de esporas de *B. bassiana* y *M. anisopliae* respectivamente, en soluciones acuosas, sobre los ácaros de la piel, a través del tiempo. Se aprecia una disminución evidente en la población de ectoparásitos sobre la piel, después de 48 horas de la primera aplicación, *B. bassiana* ocasionó una reducción del 74% y *M. anisopliae* 57%, en comparación con el testigo que fue de 20%. Sin embargo al pasar el tiempo, la población de ácaros tuvo incremento en todos los tratamientos, pero nunca llegó a los datos de la población inicial; posteriormente a las 120 se hizo la segunda aplicación, obteniendo un efecto positivo a las 240 horas, en donde los tratamientos a base de *B. bassiana* y *M. anisopliae* ya no presentaron en la piel ningún parásito vivo, a diferencia del testigo que a lo largo de todo el experimento mantuvo constante el número de individuos de ácaros sobre la piel de *S. torquatus*, con una ligera disminución del 20%, sin embargo los reptiles siguieron presentando laceraciones, además de mostrar bajo interés por el alimento.

144

Se hizo una tercera aplicación a las 240 horas para asegurar la ausencia de parásitos sobre *S. torquatus* y el experimento en total tuvo una duración de 30 días, durante los cuales los individuos sanos ya no mostraron la infestación, sus laceraciones fueron cicatrizando y su actividad fue considerada normal. Por lo que se considera que en el tratamiento de ectoparásitos de la piel de *S. torquatus* debe aplicarse un microinsecticidas para substituir a las sustancias químicas que se aplican para su control.





145

Gráfica 1. Efecto de micoínsecticidas BEA TRON® (BA) y META TRON® (MA) en la población de ácaros ectoparásitos sobre la piel de *S. torquatus*. Promedios de cuatro repeticiones.

Se recolectaron ácaros del sustrato y se colocaron cámaras húmedas, donde se apreció la muscardina provocada por los hongos entomopatógenos aplicados (Figura 4). Con esto se demuestra la patogenicidad del micoínsecticida en el ectoparásito. Es necesario continuar con la identificación del ácaro en un trabajo posterior, así como detallar su ciclo de vida. Este es un primer aporte en el control biológico de ácaros de la piel en los lagartos de collar *S. torquatus*.





146

Figura 4. Presencia de muscardina (micelio) provocada por *M. anisopliae* en cadáveres encontrados del ácaro de la piel de *S. torquatus*.

Conclusiones

Los micoinsecticidas BEA TRON® y META TRON® a base de esporas de *B. bassiana* y *M. anisopliae* fueron efectivos contra el ácaro ectoparásito de la piel de el lagarto de collar *S. torquatus*, por lo que se sugiere su uso en el control de esta plaga.

Se recomienda realizar tres aplicaciones acuosas cada semana con las dosis indicadas en los productos comerciales (480 gr/200 L de agua), efectuando la conversión necesaria para la cantidad que se va a aplicar a cada reptil, este tratamiento es amigable con el ambiente y evita la resistencia del parásito.

Este trabajo es un primer aporte en los tratamientos con productos biológicos contra ectoparásitos de estos reptiles.

Literatura citada

Brambila-Navarrete, J. (2005). Métodos y Técnicas de Manejo y Conservación para anfibios y reptiles en campo: análisis, evaluación y aprovechamiento sustentable en México. 73 p.





Fajfer, M. (2012). Acari (Chelicerata)-parásitos de reptiles. *Acarina* , 20 (2), 108-129.

Fuantes Gámez, B. A., Romero Núñez, C., Sheinberg Waisburd, G., Bautista Gómez, L. G., Yarto Jaramillo, E., Heredia Cárdenas, R., & Miranda Contreras, L. (2020). Successful treatment of *Ophionyssus natricis* with afoxolaner in two Burmese pythons (*Python Molurus bivittatus*). *Veterinary Dermatology*, 31(6), 496-e131.

Galicia, S. O. (2020). Costos derivados de la presencia de ectoparásitos sobre lagartijas del género *Sceloporus*. Tesis de Licenciatura en Biología. (FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO). 88 p.

Garrido, I., & Moraga, Q. (2019). Control microbiano de plagas con hongos entomopatógenos. *Phytoma*.310. 31-34.

147

González-Canga, Aránzazu, Fernández-Martínez, Nélida, Sahagún-Prieto, Ana, García-Vieitez, Juan, Díez Liébana, María José, Tamame-Martín, Pedro Pablo, & Sierra-Vega, Matilde. (2010). Seguridad de la ivermectina: toxicidad y reacciones adversas en diversas especies de mamíferos. *Revista MVZ Córdoba* , 15 (2), 2127-2135. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682010000200013&lng=en&tlng=es.

Guzmán-Cornejo, C.; García-Prieto L., Zúñiga-Vega, J. (2018). First quantitative data on the ectoparasitic mites of *Sceloporus torquatus* (Squamata) from the Ecological Reserve of Pedregal de San Angel in Central Mexico. *Acarologia*, 2018, 10.24349/acarologia/20184292. hal-01894092
Flores-Villela, O., & García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversity of reptiles in Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S467-S475.

Herrera Ramírez, J. R. (2008). Estudio patológico retrospectivo de mortalidad en reptiles del zoológico Jaime Duque entre el año 1991 y el 2006.

Juárez Heredia, V. I., Salva, A. G., & Robles, C. I. (2020). Primer registro de ectoparásitos en cinco especies de lagartijas del género *Liolaemus* (Liolaemidae) y en *Teius teyou* (Teiidae). *Cuadernos de Herpetología*, 34.

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Martínez-Méndez N, Mejía O, Ortega J, Méndez-de la Cruz F. (2019). Evolución del nicho climático en el grupo vivíparo *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae) PeerJ 6 : e6192 <https://doi.org/10.7717/peerj.6192>

Martínez-Méndez, N., & Méndez-De la Cruz, F. R. (2007). Molecular phylogeny of the *Sceloporus torquatus* species-group (Squamata: Phrynosomatidae). Zootaxa, 1609(1), 53-68.

Pérez Otañez, XF (2016). Resistencia a alfa-cipermetrina, ivermectina y amitraz en garrapatas *Rhipicephalus microplus* (Canestrini 1887) colectadas en cuatro localidades (Tesis de licenciatura, Quito: UCE).

Rodriguez-Vivas, R. I., Ojeda-Chi, M. M., Torres-Castro, M. A., Sánchez-Montes, S., Panti-May, A., & Reyes-Novelo, E. (2022). *Amblyomma dissimile* (Acari: Ixodidae): Garrapata de anfibios y reptiles. Bioagrociencias, 15(1).

148

Sladky, K. K., Norton, T. M., & Loomis, M. R. (2000). Trombiculid mites (*Hannemania* sp.) in canyon tree frogs (*Hyla arenicolor*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 31(4), 570-575.





Caracterización de la Economía Campesina y la Producción Agrícola de Temporal en Tlaxcala

Sergio Cruz Hernández²⁰, Gerardo Noriega Altamirano²¹, Alexander Martínez Hernández²²

Resumen

Esta investigación describe algunas de las prácticas agrícolas de la economía campesina en Tlaxcala, considerando el ámbito social, ecológico y económico. El objetivo fue aplicar las innovaciones científicas y tecnológicas desarrolladas en la UACH, a fin de promover el cambio social para lograr un mejor nivel económico; estuvo dirigido a formar capacidades y habilidades tecnológicas en la elaboración de abonos orgánicos y producción de alimentos con una visión sustentable. En este ejercicio se empleó el Método de la Ecología Cultural y Etnográfica, debido a la relación Hombre-Naturaleza-Cultura el enfoque fue territorial y, para identificar las innovaciones tecnológicas y ambientales que conducen a lograr cambios productivos a nivel de la Unidad de Producción dirigidos a alcanzar el autoabasto. En la política pública se carece de estrategias para la construcción del desarrollo rural mediante un sistema de producción orgánico a nivel de los ejidos, comunidades indígenas y localidades rurales, por ello, esta experiencia tecnológica contribuye a fomentar acciones para impulsar un crecimiento económico regional, bienestar con sustentabilidad y orientado a desarrollar la agricultura orgánica. Esta propuesta implica cambios en el manejo agronómico y tiene como metas restaurar el patrimonio suelo, incrementar rendimientos, reducir costos de producción y aumentar la fertilidad del suelo, producir alimentos sanos y de alta calidad. El sistema económico del país ha marcado la política pública de atención hacia el campo, con ello ha intensificado el olvido a los pequeños productores, principalmente los que dependen del régimen de temporal de lluvias, que en su mayoría son campesinos de bajos recursos económicos. Los resultados señalan que en el ciclo agrícola PV 2023 con manejo agroecológico y maíces nativos se logró un incremento del 33% respecto al manejo convencional del año 2020; se redujo el costo de producción 25% lo que muestra que la propuesta es viable.

149

²⁰ Dr. en Ciencias Agrarias. Profesor-Investigador del Área de Agronomía del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Correo electrónico: sergiocruzhdz@gmail.com;

²¹ Ingeniero agrónomo especialista en suelos. Profesor-Investigador del Área de Agronomía del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Correo electrónico: gerardonorieg@gmail.com

²² Técnico Académico del Área de Agronomía del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Correo electrónico: hdzmtza@gmail.com.

Áreas temáticas



Matemáticas y Física

Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades

Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas

Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química

Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Palabras clave: Traspatio, bioestimulantes, eointensificación agrícola

Summary

This research describes some of the agricultural practices of the peasant economy in Tlaxcala, considering the social, ecological and economic sphere. The objective was to apply the scientific and technological innovations developed at the UACH, in order to promote social change to achieve a better economic level; It was aimed at training technological capabilities and skills in the preparation of organic fertilizers and food production with a sustainable vision. In this exercise, the Method of Cultural and Ethnographic Ecology was used, due to the relationship between Man-Nature-Culture, the focus was territorial and, to identify technological and environmental innovations that lead to achieving productive changes at the level of the Production Unit directed to achieve self-sufficiency. Public policy lacks strategies for the construction of rural development through an organic production system at the level of ejidos, indigenous communities and rural localities, therefore, this technological experience contributes to promoting actions to promote regional economic growth, well-being with sustainability and aimed at developing organic agriculture. This proposal involves changes in agronomic management and has the goals of restoring soil heritage, increasing yields, reducing production costs and increasing soil fertility, producing healthy and high-quality food. The country's economic system has marked the public policy of attention to the countryside, thereby intensifying the neglect of small producers, mainly those who depend on the rainy season regime, who are mostly peasants with low economic resources. The results indicate that in the PV 2023 agricultural cycle with agroecological management and native corn, an increase of 33% was achieved compared to conventional management in 2020; The production cost was reduced by 25%, which shows that the proposal is viable.

150

Keywords: Backyard, biostimulants, agricultural eointensification

Introducción

En Tlaxcala, las Unidades de Producción Rural (UPR), para su sustento y reproducción, practican agricultura bajo condiciones de temporal, ganadería extensiva de bovinos y ovinos, ganadería de traspatio con aves de corral y, huertos familiares principalmente. La agricultura campesina constituye una fuente básica para la subsistencia de las comunidades rurales, además de generar ingresos, empleos y alimentos para la población urbana. Las prácticas agrícolas en los





agroecosistemas dependen de: (a) régimen de temporal de lluvias, (b) asistencia técnica agronómica; (c) manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

Este caso muestra la viabilidad de producción agrícola con manejo agronómico orgánico, busca elevar rendimientos y disminuir costos de producción, partiendo de un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Se planteó el Plan de Manejo con la atención a pequeños productores, ejemplificando con Tetla de Solidaridad; se estableció un calendario de capacitación y de días demostrativos. La estrategia de implementar el Plan de Manejo Orgánico para atender la producción de alimentos, en este primer momento enfatiza en el cultivo de maíz.

Producto del cambio climático, se tiene un escenario nacional de reducción de superficie a cultivar tanto en riego como en temporal; además, ante la crisis energética y los altos precios de los fertilizantes, deben contemplarse escenarios de mediano y largo plazo que garanticen la alimentación y el mejor aprovechamiento de los recursos naturales, así como la viabilidad de la agricultura Tlaxcalteca y la mejoría en los niveles de bienestar de los productores. Este trabajo es un ejemplo de cooperación tecnológica desde la Universidad con productores rurales para promover la innovación y la producción de alimentos, ejemplifica que la ausencia de estudios lleva a carecer de capacidad tecnológica en las unidades de producción del minifundio, en consecuencia, es baja la capacidad de producción de alimentos.

151

Materiales y Métodos

La economía campesina busca la autosuficiencia alimentaria. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue aplicar las innovaciones científicas y tecnológicas desarrolladas en la UACH, a fin de promover el cambio social para lograr un mejor nivel económico, debido a que los diferentes procesos productivos se basan en la mano de obra familiar y persigue constantemente su reproducción, las anteriores son solo algunas de sus características. Toledo (1993) señaló que es una forma de producción en la cual los productores utilizan los recursos naturales como medios básicos e irremplazables. También menciona que adoptan mecanismos de supervivencia garantizando un flujo ininterrumpido de bienes, materia y energía desde el medio ambiente natural y los transforma.

En las condiciones actuales del medio rural mexicano, la sobrevivencia ya no depende solamente de la propiedad que se trabaja, sino de comprender que las UPR funcionan como unidades de





producción consumo, cruzadas por relaciones de poder y desigualdad, padeciendo el embate de las leyes del mercado; es así como el manejo y aprovechamiento de los bienes naturales por los campesinos, representan una alternativa mediante la cual han logrado reproducirse, debido a que incluyen dentro de su lógica productiva los principios de la teoría ecológica.

La unidad de producción y consumo campesina puede seguir reproduciéndose a pesar de que el ingreso o producción obtenida sea cada vez menor. De esta manera, a diferencia de la rentabilidad capitalista, el funcionamiento de la unidad campesina está determinado por el equilibrio entre satisfacción de la demanda familiar y fatiga de trabajo (Chayanov, 1981). Es así como la Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 1982) también citó que los procesos productivos son desarrollados por las unidades de tipo familiar con el objeto de asegurar la reproducción de sus condiciones de vida y de trabajo.

Ubicación

Tlaxcala se localiza en el centro de la República Mexicana, en las coordenadas al norte 19°36'00", al sur 18°59'00" de Latitud Norte; al este 97°38'00", al oeste 98°42'00" de Longitud Oeste, a una altitud media de 2000 msnm, con un clima templado subhúmedo en 99.2% del territorio estatal, 0.6% es clima seco y semiseco, localizado hacia la región este, el restante 0.2% corresponde a clima frío, localizado en la cumbre de La Malinche. La Zona Norte de Tlaxcala se integra por 6 municipios: (1) Atlangatepec; (2) Lázaro Cárdenas; (3) Muñoz de Domingo Arenas; (4) San Lucas Tecopilco; (5) Tetla de la Solidaridad; (6) Tlaxco.

Tetla de La Solidaridad es un municipio que se encuentra en el Altiplano central mexicano; en su paisaje se identifican bosques de encinos y tesmolillos (*Quercus laeta*, *Q. obtusata*, *Q. crassipes*), con el pino chino (*Pinus leiophylla*); tiene una extensión territorial de 16,989 hectáreas, con una altitud media de 2,440 msnm; En Tetla, el maíz de temporal ocupa 1,855 hectáreas, con un rendimiento medio de 2.3 ton/ha; mientras que el maíz de riego se cultiva en 164 ha, con un rendimiento medio de 2.9 ton/ha (INEGI, 2022).

El objetivo del estudio etnográfico como lo propuso Denscombe (1998) es crear una imagen realista del grupo; su intención es contribuir en la comprensión de sectores o grupos poblacionales más amplios que tienen características similares, como es el caso de los pequeños productores de maíz en Tlaxcala.

152





Análisis de suelos. Se utilizaron análisis de suelos de la capa 0–30 cm, los sitios fueron georreferenciados, los análisis se realizaron de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana para medir pH, capacidad de intercambio catiónico total (CIC), contenido de materia orgánica (M.O.). Los resultados de los análisis de laboratorio se capturaron en hoja de cálculo Excel, para integrarlos a la base de datos georreferenciada.

Métodos de interpolación espacial. El uso de los SIG (Sistemas de Información Geográfica), Modelo Digitales de Elevación (DEM) son importantes para el análisis de las variables, mapeado, interpolación, interpretación, cálculo de áreas y monitoreo; un SIG permite entradas, almacenajes, edición, selección, transformación y análisis de los datos espaciales para la evaluación de la fertilidad.

Los datos de M. O., CIC, pH y cada parámetro obtenido de los muestreos de suelos fueron importados en el paquete estadístico en formato vectorial de puntos, con una tabla de atributos, se ubicaron en una capa a nivel estatal con formato vectorial, escala 1:100,000 obtenida del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2001).

Estrategia de Intervención. El enfoque de eointensificación agrícola que se utiliza en este trabajo, parte de los siguientes componentes: (1) campesinos, que son sujetos sociales y territorio; (2) cadenas agroalimentarias; (3) Investigadores de Universidades con experiencia en desarrollar capacidades analíticas y que poseen innovaciones para contribuir con propuestas de acción concretas.

Taller de Planeación Participativa. A partir de la primera aproximación de la cadena agroalimentaria, se convocó a reuniones con productores líderes, que son informantes clave de las comunidades, se acudió a las localidades del municipio de Tetla. En el taller de planeación participativa, el facilitador mediante preguntas generadoras construyó el diagnóstico, mediante aspectos como: (1) identificar a los participantes; (2) taller para la exploración de sus problemas y perspectivas; (3) identificación de necesidades de capacitación, transferencia de tecnología y financiamiento para atender la problemática detectada; (4) concertar la formulación de los insumos requeridos para la restauración de la fertilidad de los suelos, incrementar la productividad y la calidad de los productos agroalimentarios.

153





Resultados y Discusión

Reacción del suelo

La clasificación de suelos en base a pH en una relación suelo: agua (1:2) se presenta en el Cuadro 1 y se aprecian en la Figura 1. En los suelos ácidos la incorporación de sulfato de amonio como fertilizante no debe realizarse.

Cuadro 1. Clasificación de suelos por la reacción del suelo en una relación suelo: agua (1:2)

Grado de acidez	pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Moderadamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	> 8.5

Fuente: Norma Oficial Mexicana 021 (NOM 021)

154

En el territorio que nos ocupa, los suelos tienen un pH moderadamente ácido, es una condición donde ocurren problemas para la asimilación de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio y molibdeno.

En los suelos ácidos de Tlaxcala es común encontrar carencias de calcio y fósforo; las toxicidades de aluminio, manganeso, zinc y hierro son frecuentes y limitan la producción agrícola. El pH del suelo es clave en el desarrollo de los microorganismos (Fassbender, 1987), la mayor parte de bacterias y actinomicetos se desarrollan mejor a pH neutro y ligeramente alcalino; los hongos se desarrollan en un rango de pH más amplio.

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. *El nivel es bajo y media*; lo cual se muestra en la Figura 2.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

La 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

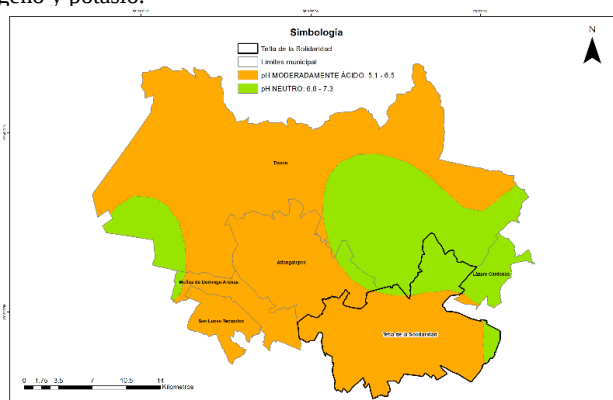




orgánica y las sustancias húmicas. En general el nivel de la CIC es medio, como se aprecia en la Figura 3.

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. El manejo agronómico con estos componentes promueve la colonización radicular por algas, líquenes, bacterias y micorrizas, mejorando la fijación y asimilación de nitrógeno y fósforo entre otros minerales, corrigiendo el desarrollo radicular en las plantas y aumentando el rendimiento de los cultivos. Con estos componentes se neutralizará la toxicidad causada por el aluminio en suelos ácidos, se activará la CIC, movilización de nutrientes, entre ellos fósforo, hierro, potasio y zinc; reducirá la lixiviación de fósforo, nitrógeno y potasio.

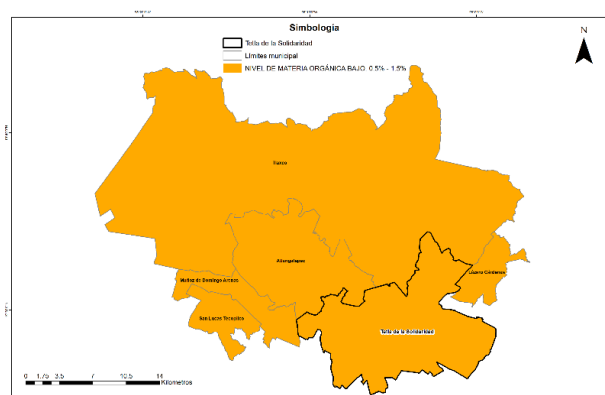
155



Fuente: elaboración propia con datos de campo, 2024

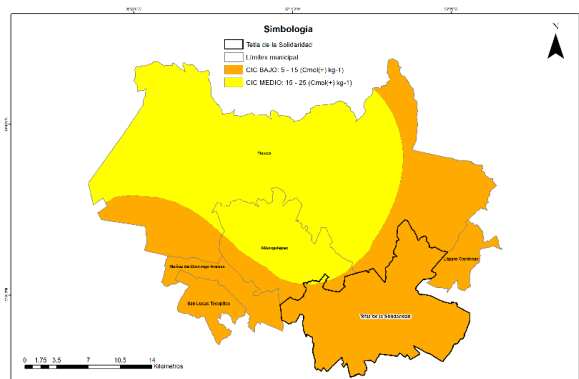
Figura 1. Distribución espacial del pH de los suelos en el municipio de Tetla de La Solidaridad, Tlaxcala.





Fuente: elaboración propia con datos de campo, 2024

Figura 2. Distribución espacial de la materia orgánica en los suelos del municipio de Tetla de La Solidaridad, Tlaxcala.



Fuente: elaboración propia con datos de campo, 2024

Figura 3. Distribución espacial de la capacidad de intercambio catiónico en los suelos del municipio de Tetla de La Solidaridad, Tlaxcala.





Para las condiciones del territorio debe implementarse un manejo agroecológico, con los siguientes componentes:

- Incorporación de mezclas minerales, para mejorar las condiciones de acidez y capacidad de intercambio catiónico, así como aportar nutrientes.
- Incorporación de materia orgánica humificada mediante compostaje y lombricultura.
- Inoculación al suelo y a los cultivos con biopreparados.
- Fertilización vía foliar con insumos de especialidad: micronutrientes y bioestimulantes y microorganismos de acuerdo con la fenología del cultivo.
- Manejo preventivo de plagas y enfermedades mediante microorganismos.

Conclusiones

En Tlaxcala, el costo social por el deterioro ambiental, particularmente por el factor suelo es alto, el abandono del campo, la pobreza, la migración, el desempleo, la desnutrición son la expresión del sector rural; el Gobierno del Estado de Tlaxcala subsidia con acciones de extensionismo y con insumos a los productores de bajos ingresos, con ello se articula la presente estrategia.

157

Las recomendaciones específicas adicionales, se realizaron a través de los talleres de capacitación. De manera inicial se puede promover el uso de abonos orgánicos producidos mediante compostaje, que pueden ser enriquecidos con minerales no metálicos ricos en silicio, además de la fertilización foliar. Como se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Tratamiento con insumos de especialidad para la producción de maíz.

Insumos	Cantidad/ha
Microorganismos	6 litros
Fertilizante foliar	6 litros
Aminoácidos o estimulantes	6 litros

Fuente: elaboración propia con datos de campo, 2024

Productores participantes. Participaron 43 familias con características propias de la economía campesina con una superficie total de 137 hectáreas.

Rendimientos agrícolas. En la implementación de este ejercicio, mediante las parcelas de los productores participantes se identificaron cuatro sistemas agrícolas:

(1) *maíz nativo con manejo agroecológico con un rendimiento de 3.6 ton/ha;*





- (2) maíz nativo con fertilizante químico con 3.3 ton/ha;
- (3) maíz híbrido con manejo orgánico con 5.3 ton/ha;
- (4) maíz híbrido con fertilizante químico con 6.3 ton/ha.

En el ciclo agrícola PV 2023, con manejo agroecológico y maíces nativos se logró un incremento del 33% respecto al manejo convencional del año 2020; se redujo el costo de producción 25%.

Esta experiencia revela la atención a pequeños productores de maíz de Tetla de Solidaridad que, con la cooperación tecnológica como mecanismo de articulación, es una estrategia prometedora si se articulan los actores que comparten objetivos en una misma dirección y se trabaja para auxiliar al bienestar de un grupo de productores con ánimo de salir adelante en la producción de alimentos. La experiencia de producción con este esquema agroecológico mediante el esquema de intervención desarrollado, permite plantear un proyecto para 500 ha.

158

El proyecto deja como experiencia que el desarrollo rural en esa búsqueda de armonía entre el crecimiento económico y el bienestar en las localidades, requiere que actores económicos, sociales, políticos, tecnológicos y ambientales incidan en la transformación de las comunidades, incrementando oportunidades, valores sociales y ambientales, capacidad productiva, ingreso, riqueza y calidad de vida para el desarrollo humano.

Literatura citada

Chayanov, A. V. (1981). *Sobre la Teoría de los Sistemas Económicos Campesinos*. México. Ediciones Pasado y Presente. 94 pp.

CEPAL. (1982). *Economía campesina y agricultura empresarial: Tipología de Productores del Agro Mexicano*. México. Primera edición. Editorial Siglo XXI.

Denscombe, M. (1998). *The Good Research Guide for Small-Scale Social Research Projects*. Buckingham.

Fassbender H.W. y E. Bornemisza. 1987. *Química de suelos con énfasis en América Latina*. IICA. San José Costa Rica. 420p.





Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2001). Modelo digital de elevación escala 1: 50,000. In: modelos digitales de elevación. Disco compacto. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2022). Censo Agropecuario 2022. Consultado en <https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/>

Norma Oficial Mexicana 021 (NOM 021). (2000). SEMARNAT, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT). 85 p.

Toledo, V. M. (1993). *La racionalidad ecológica de la producción campesina*. In Agroecología y Desarrollo. CLADES. Número Especial 5/6 diciembre. 20 p.

159





Inhibición del crecimiento micelial de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. empleando residuos de café y nanopartículas de quitosano.

Gonzalo Hernández-López²³, Laura Leticia Barrera-Necha²⁴

Resumen

Las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos causan una gran pérdida económica en el sector agrícola. Actualmente hay métodos amigables con el medio ambiente que consisten en emplear subproductos de origen vegetal con actividad antimicrobiana como el cultivo de café, del cual se obtienen residuos como la cascara (C) y cascarrilla (CC) los cuales no tienen un uso específico. El trabajo actual busca aprovechar estos residuos probando su actividad antimicrobiana contra *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. y potenciar su efecto con nanopartículas de quitosano (Nq), que presentan una amplia eficiencia para combatir microorganismos. Se evaluaron los residuos de café y Nq en diferentes concentraciones sobre el crecimiento micelial *in vitro* de los hongos. La C no proporciono un efecto antifúngico contra los hongos y presento una estimulación en el crecimiento micelial, sin embargo, la CC si mostro inhibiciones en el crecimiento micelial mostrando un 4.71% de inhibición contra *Rhizopus* sp. y un 13.43% en *Botrytis* sp. Las Nq mostraron una inhibición del 78% en *Rhizopus* sp. mientras que en *Botrytis* sp. logro inhibir el 100%. Al usar las mezclas de la CC y Nq se obtuvieron inhibiciones del 100% en *Rhizopus* sp. y de un 95% en *Botrytis* sp. en menor dosis, al mezclar la CC con Nq se potencio su efecto antimicrobiano sobre el crecimiento micelial de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp.

160

Palabras clave: *Coffea* sp., actividad antifúngica, quitosano, nanotecnología.

Abstract

Diseases caused by phytopathogenic fungi cause great economic losses in the agricultural sector.

²³ Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional, Carretera Yautepec-Jojutla km 6, 62731Yautepec, Morelos, México. Correo: gherandez11700@alumno.ipn.mx

²⁴ Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional, Carretera Yautepec-Jojutla km 6, 62731Yautepec, Morelos, México. Correo: lbarrera@ipn.mx

Áreas temáticas





Currently there are environmentally friendly methods that consist of using by-products of plant origin with antimicrobial activity such as coffee cultivation, from which residues such as the husk (C) and coffee parchment (CC) are obtained, which do not have a specific use. The current work seeks to take advantage of these residues by testing their antimicrobial activity against *Botrytis* sp. and *Rhizopus* sp. and to enhance their effect with chitosan nanoparticles (Nq), which are highly efficient in combating microorganisms. Coffee and Nq residues were evaluated at different concentrations on the mycelial growth of fungi *in vitro*. C did not provide an antifungal effect against the fungi and presented a stimulation in mycelial growth; however, CC did show inhibition in mycelial growth showing 4.71% inhibition against *Rhizopus* sp. and 13.43% inhibition in *Botrytis* sp. Nq showed 78% inhibition in *Rhizopus* sp. while in *Botrytis* sp. it achieved 100% inhibition. When using mixtures of CC and Nq, 100% inhibition was obtained in *Rhizopus* sp. and 95% in *Botrytis* sp. at lower doses, when CC was mixed with Nq, its antimicrobial effect on the mycelial growth of *Botrytis* sp. and *Rhizopus* sp. was enhanced.

161

Keywords: *Coffea* sp., antifungal activity, chitosan, nanotechnology.

Introducción

México emplea a más de 515 000 productores de café, de los cuales 310 000 cultivan una hectárea y constituyen el 85 % de población indígena; ubicándose en 15 estados y 480 municipios. Durante el ciclo de producción de café del año 2017-2018, fueron designadas 712,015 hectáreas, de las cuales se cosecharon 629,798 hectáreas. El 94.1% de la producción se ubica en cinco entidades del país la cafecultura es una actividad predominante gracias a los volúmenes de producción logrados por las condiciones geográficas y climáticas. Los principales estados productores de café en México son Chiapas con el 41.3%, Veracruz el 24.4%, Puebla el 15.8%, Oaxaca 8.2%, Guerrero el 4.5% y otros estados sólo participan con 5.9% de la producción nacional. Aproximadamente el 96% del café producido en el país es variedad Arábica, mientras el 4% es Robusta. Además, cabe subrayar que el 3.2% de la superficie cultivada en café es orgánico (SAGARPA, 2022).

El desarrollo sostenible propone una planificación que modifique el enfoque actual cultural y social de nuestra relación con la naturaleza, y una propuesta para estas nuevas alternativas es el aprovechamiento de residuos agroindustriales, los cuales buscan el generar productos o subproductos con valor agregado para ayudar a reducir el impacto ambiental que generan estos residuos y así poder contribuir al desarrollo sostenible del país (Mejías-Brizuela et al., 2016).

Áreas temáticas





Debido al origen vegetal de los desechos agrícolas, estos tienden a ser ricos en celulosa, fibras y compuestos bioactivos como carotenoides, polifenoles, vitaminas, enzimas, aceites, entre otros; y tener un número importante de aplicaciones en diversas áreas (Ma et al., 2022; Sangar et al., 2018).

En el cultivo de café, pueden aprovecharse varias propiedades obtenidas de los desechos del cultivo, como su alto contenido de fibra dietética y actividades antioxidantes y antimicrobianas, las cuales tienen potencial en aplicaciones dentro de la industria alimentaria (Murthy & Naidu 2012).

Actualmente, la industria de los alimentos busca la incorporación de productos de origen natural, ya que estos son aceptados por las normas para su aplicación como grado alimenticio, se consideran compuestos seguros por lo que pueden aplicarse dentro de los estándares de aceptación comercial de alimentos (Renard 2018).

Estos subproductos dentro de la comercialización de alimentos pueden aportar varias aplicaciones; por ejemplo, el uso de compuestos activos como agentes antimicrobianos o antioxidantes y así poder alargar la vida de anaquel de los productos hortofrutícolas (Ncama et al., 2019; Matrose et al., 2021).

162

Actividad antimicrobiana con compuestos de origen vegetal

Los productos de origen químico han ido perdiendo su efectividad principalmente por su mal uso, la generación de resistencia en varios microorganismos y su alta residualidad en el medio ambiente y en productos alimenticios; recientemente se ha incrementado la búsqueda de nuevos compuestos que presenten actividad antimicrobiana sobre fitopatógenos, además de ser amigables con el medio ambiente y no tóxicos a otras especies (Jun et al., 2019; Franco & Vázquez 2020). Una alternativa que está en auge es el uso de productos naturales, principalmente de origen vegetal, presentan una gran diversidad y una complejidad en su estructura que permite la obtención de compuestos con propiedades antimicrobianas.

De los productos de origen vegetal, pueden obtenerse extractos, aceites esenciales, metabolitos secundarios puros y moléculas sinterizadas que puedan fungir como agentes antimicrobianos (Balouiri et al., 2016); los cuales hoy en día tienen un gran impacto en la aplicación de cultivos debido a su baja o nula residualidad y persistencia en el ambiente y los hace más seguro para su aplicación (Ramesh & Radhakrishnan 2020).

Las especies vegetales como el café poseen varias propiedades y compuestos bioactivos de interés, entre ellos compuestos con actividad antimicrobiana, los cuales pueden ser obtenidos





por métodos de extracción convencionales con el uso de solventes para la obtención de extractos o aceites esenciales (Hashemi et al., 2022) Reportes de Gloria et al., (2019) atribuyen la actividad antimicrobiana del café a la cafeína, trigolina, ácidos fenólicos y sus derivados; y después del proceso de tostado del grano, se le atribuye a los melanoides y a los compuestos dicarbonilos; pero de manera general los compuestos bioactivos con actividad antimicrobiana presentes en el café con los ácidos clorogénicos, ácido quínico, ácido málico y la cafeína (Chaves-Ulate & Esquivel-Rodríguez 2019).

Nanopartículas de quitosano

El quitosano es un polímero de origen natural que se obtiene de crustáceos marinos, se caracteriza por tener propiedades antimicrobianas sobre varias familias de hongos los cuales son afectados por los grupos aminos presentes en el quitosano, causando alteraciones morfológicas y celulares que afectan al crecimiento de los hongos (Bautista-Baños et al., 2017). Sin embargo, el quitosano al ser un polímero compatible con otros compuestos, es posible combinarlo con otro tipo de compuestos naturales como extractos vegetales o aceites esenciales para potencializar su efecto (Bautista-Baños et al., 2003). En la actualidad una tecnología emergente es el uso de la nanotecnología la cual consiste en modificar un compuesto a escala nanométrica para diversas aplicaciones como el encapsulamiento de compuestos y su liberación controlada y es empleado en diferentes áreas como la médica, alimentaria y agrícola (Riseh et al., 2024).

163

Materiales y Métodos

Obtención del material vegetal

Los residuos de café fueron proporcionados por productores de la zona cafetalera de Coatepec, Veracruz, los cuales fueron obtenidos del proceso de despulpe de la cereza del café. Los residuos proporcionados fueron cascara de cereza (exocarpio, C) y cascarrilla del grano (perisperma, CC).

Obtención de polvos de los residuos de café

Los residuos de café (cascara y cascarrilla) fueron limpiados y separados manualmente para la eliminación de agentes externos. Posteriormente fueron sometidos a un proceso de secado con ayuda de un horno (BINDER FD23, Estados Unidos) a una temperatura de 60 °C por 12 h. después del secado se realizó una molienda con ayuda de un molinillo pulverizador (INMIMEX M-150, México) y se recuperaron las partículas de polvo que pasaron por un tamiz de malla del número 100. Los polvos fueron guardados en un recipiente hasta su utilización.

Áreas temáticas





Elaboración de nanopartículas de quitosano

Para la elaboración de las nanopartículas de quitosano, se realizó por el método de nanoprecipitación propuesto por Luque-Alcaraz et al., (2012). Este método consistió en utilizar una fase disolvente (etanol al 96%). Además, se utilizó una segunda fase compuesta por una solución de quitosano al 0.05% (América Alimentos, México) a un pH de 5.6 (6.25 mL por cada 100 mL de etanol). El quitosano tenía una viscosidad intrínseca de $440.03 \pm 6.92 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$, un peso molecular de $89305.66 \pm 1850.49 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ y un grado de desacetilación de $89.44 \pm 0.31 \%$. La formación de nanopartículas se llevó a cabo incorporando la solución de quitosano al 0.05% a la solución de etanol al 96%. Esta incorporación ocurrió por medio de una bomba peristáltica, generando un goteo pequeño, uniforme y lento. La mezcla se mantuvo en agitación constante. Posteriormente la solución obtenida se concentró en un rotavapor (BUCHI R-300, Suiza) con las siguientes condiciones de operación: un vacío de 120 mbar, rotación del matraz bola a 25 rpm, temperatura del agua de 40°C y a una temperatura de enfriamiento de 4°C ; esto con la finalidad de eliminar el etanol y obtener la solución de nanopartículas.

164

Aislamiento y caracterización morfológica de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp.

Los hongos de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. se obtuvieron del Laboratorio de Tecnología Postcosecha de Productos Agrícolas del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-IPN. Estos fueron caracterizados morfológicamente. Las cepas de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. se mantuvieron en medio PDA preparado a una concentración de $39 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (Bacton Dickison, México) y para su crecimiento se incubó a 28°C hasta su uso.

Ensayo *in vitro* de actividad antifúngica del crecimiento micelial de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp.

Para los ensayos *in vitro* se empleó el método de medio envenenado con polvos de origen vegetal utilizado por Barrera-Necha y Bautista-Baños (2008) y por el método de inmersión en agar utilizado por Istúriz-Zapata et al., (2022); los cuales consisten en colocar los polvos y la solución de nanopartículas de quitosano en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), vaciar en cajas Petri de 50 mm y colocar sobre ellos un disco de 5 mm de medio de cultivo con el respectivo hongo a evaluar (*Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp.). Como tratamiento testigo se utilizó el fungicida comercial Sportak. Se evaluaron los siguientes tratamientos que se muestran en la Tabla 1.

Áreas temáticas





Tabla 1. Tratamientos evaluados sobre el crecimiento micelial de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp.

Tratamiento	Dosis
Polvos de cascara de café	0.5 mg·mL ⁻¹
	5 mg·mL ⁻¹
	10 mg·mL ⁻¹
	20 mg·mL ⁻¹
Polvos de cascarilla de café	0.5 mg·mL ⁻¹
	5 mg·mL ⁻¹
	10 mg·mL ⁻¹
	20 mg·mL ⁻¹
Nanopartículas de quitosano	10 µL·mL ⁻¹
	25 µL·mL ⁻¹
	50 µL·mL ⁻¹
	100 µL·mL ⁻¹
Nanopartículas de quitosano + cascarilla de café	10 µL·mL ⁻¹ + 5 mg·mL ⁻¹
	25 µL·mL ⁻¹ + 5 mg·mL ⁻¹
	50 µL·mL ⁻¹ + 5 mg·mL ⁻¹
	100 µL·mL ⁻¹ + 5 mg·mL ⁻¹
Sportak (fungicida comercial)	0.06 µL·mL ⁻¹

165

Se midió el crecimiento micelial con ayuda de un vernier y se finalizó el ensayo al llenar de micelio la caja Petri del tratamiento control. Para el caso se *Botrytis* sp. se hicieron evaluaciones cada 24 h y para el caso de *Rhizopus* sp. se realizaron mediciones cada 6 h. Los resultados se reportaron en milímetros (mm). Se realizaron 6 repeticiones por tratamiento (n=6) con una sola replica y al finalizar el ensayo se calculó el porcentaje de inhibición micelial usando la ecuación 1.

$$IM = \frac{A-B}{A} * 100$$

1)

(





Donde:

IM= es el porcentaje de inhibición micelial

A= es el crecimiento micelial del grupo testigo

B= es el crecimiento micelial en las cajas de los tratamientos aplicados.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con comparación de medias de Tukey $P < 0.01$. Se utilizó el software SigmaPlot 14.0.

Resultados y discusión

Se observó una estimulación del crecimiento micelial tanto en *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. (Tablas 2 y 3) al emplear los polvos de cascara y cascarilla de café, ya que en ninguno de los tratamientos evaluados se observó inhibición, para el caso de *Rhizopus*, entre más alta la concentración, mayor el porcentaje de estimulación. Esto se debe al alto contenido de azúcar que tiene la cascara de café ya que los reportes mencionan que contiene hasta un 29% de azúcar en base seca, lo cual permite el desarrollo de microorganismos (Oliveira & Franca 2015).

166

Tabla 2. Efecto *in vitro* de polvos de cascara de café sobre el crecimiento micelial de *Botrytis* sp.

Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición	% estimulación
Control	37.1466±2.8307 b	0.0 %	-
0.5 mg·mL ⁻¹	49.4308±1.3941 a	-	33.0695 %
5 mg·mL ⁻¹	46.8858±1.8350 a	-	26.2182 %
10 mg·mL ⁻¹	46.985±1.5284 a	-	26.4853 %
20 mg·mL ⁻¹	47.6775±1.3370 a	-	28.3495
Sportak 0.06 µL·mL ⁻¹	0±0 c	100 %	-





ANOVA (Shapiro-Wilk), con comparación de medias de Tukey (medias $\pm$ DE). $F=40.349$, $gl=4$, $P=0.835$, $P<0.01$. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Tabla 3. Efecto *in vitro* de polvos de cascara y sobre el crecimiento micelial de *Rhizopus* sp.

Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición	% estimulación
Control	39.9825 $\pm$ 4.3464 b	0.0 %	-
0.5 mg·mL ⁻¹	43.381 $\pm$ 1.5363 ab	-	8.4999 %
5 mg·mL ⁻¹	50 $\pm$ 0 a	-	25.0547 %
10 mg·mL ⁻¹	50 $\pm$ 0 a	-	25.0547 %
20 mg·mL ⁻¹	50 $\pm$ 0 a	-	25.0547 %
Sportak 0.06 μ L·mL ⁻¹	0 $\pm$ 0 c	100 %	-

167

ANOVA (Kruskal-Wallis), con comparación de medias de Tukey (medias $\pm$ DE). $H=27.092$, $gl=4$, $P<0.01$. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Mientras que, al emplear los polvos de cascarilla de café, se observó una inhibición para ambos hongos (Tabla 4 y 5) a la dosis de 10 mg·mL⁻¹ se observaron diferencias significativas con un 4.71% en la inhibición del crecimiento micelial contra *Botrytis* sp. y contra *Rhizopus* sp. a las dosis de 0.5 mg·mL⁻¹ y 5 mg·mL⁻¹ se obtuvo una inhibición del 13.43 y 10.22 % respectivamente. El efecto antifúngico de la cascarilla de café, se le atribuye a que en su composición está presente la cafeína y el ácido gálico, compuestos que están reportados con actividad antifúngica (Mirón-Mérida et al., 2019; Alvarado-Ambríz et al., 2020).

Tabla 4. Efecto *in vitro* de polvos de cascarilla de café sobre el crecimiento micelial de *Botrytis* sp.





Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición
Control	50±0 a	0.0 %
0.5 mg·mL ⁻¹	49.975±0.0612 ab	0.05 %
5 mg·mL ⁻¹	48.0775±1.2022 abc	3.845 %
10 mg·mL ⁻¹	47.645±1.0535 c	4.71 %
15 mg·mL ⁻¹	49.4766±0.5028 abc	1.0468 %
20 mg·mL ⁻¹	49.9025±0.1303 abc	0.195 %
Sportak 0.06 µL·mL ⁻¹	0±0 d	100 %

168

ANOVA (Kruskal-Wallis), con comparación de medias de Tukey (medias ± DE). H=24.14, gl=5, P<0.01. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Tabla 5. Efecto *in vitro* de polvos de cascarilla de café sobre el crecimiento micelial de *Rhizopus* sp.

Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición
Control	50±0 a	0.0 %
0.5 mg·mL ⁻¹	43.2808±4.6436 b	13.4384 %
5 mg·mL ⁻¹	44.89±2.7137 b	10.22 %
10 mg·mL ⁻¹	47.8358±1.1317 ab	4.3284 %
15 mg·mL ⁻¹	47.3291±0.9323 ab	5.3418%
20 mg·mL ⁻¹	47.8725±1.1025 ab	4.255 %
Sportak 0.06	0±0 c	100 %





$\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$		
----------------------------------	--	--

ANOVA (Kruskal-Wallis), con comparación de medias de Tukey (medias $\pm$ DE). $H=23.071$, $gl=5$, $P<0.01$. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Para las nanopartículas de quitosano se observó una mejor inhibición en ambos hongos, logrando inhibiciones a dosis de $100 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ de hasta el 78.8 % sobre *Rhizopus* sp. y un 100 % de inhibición el *Botrytis* sp en el tiempo del ensayo (Tablas 6 y 7). En todos los tratamientos evaluados se consiguió un efecto fungistático. El quitosano al tener la capacidad de formar nanopartículas puede potenciar el efecto antimicrobiano, ya que este podrá penetrar con mayor facilidad la pared de los microorganismos (Bautista-Baños et al., 2022). Reportes de El-Mohamedya et al., (2019), mencionan que las nanopartículas de quitosano a concentraciones de $0.0125-1$ % puede inhibir el crecimiento micelial en *Botrytis cinerea* del 39-100 %. En *Rhizopus* sp. se tienen reportes que al emplear nanopartículas de quitosano a una concentración del 0.6%, se obtuvo una inhibición del crecimiento micelial del 98% (Chookhongkha et al., 2013). El efecto de las nanopartículas de quitosano es más efectivo por el efecto y la interacción biológica que tienen con el microorganismo, debido a su tamaño, es más fácil poder penetrar la pared y causar daño celular interno (Sotelo-Boyas et al., 2016).

169

Tabla 6. Efecto de nanopartículas de quitosano sobre el crecimiento de *Rhizopus* sp.

Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición
Control	45 $\pm$ 0 a	0.0 %
10 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$	40.215 $\pm$ 1.8566 a	10.6333 %
25 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$	22.4666 $\pm$ 4.3109 ab	50.0742 %
50 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$	10.7437 $\pm$ 5.0526 ab	76.1251 %
100 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$	9.5387 $\pm$ 2.5919 b	78.8028 %
Sportak 0.06 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$	0 $\pm$ 0 b	100 %

ANOVA (Kruskal-Wallis), con comparación de medias de Tukey (medias $\pm$ DE). $H=28.099$,





gl=5, $P < 0.01$. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Tabla 7. Efecto de nanopartículas de quitosano sobre el crecimiento de *Botrytis* sp.

Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición
Control	45±0 a	0.0 %
10 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$	41.1125±1.6445 ab	8.6388 %
25 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$	29.5891±3.0354 bc	34.2464 %
50 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$	16.17±3.3751 abc	64.0666 %
100 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$	0±0 c	100 %
Sportak 0.06 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$	0±0 c	100 %

170

ANOVA (Kruskal-Wallis), con comparación de medias de Tukey (medias $\pm$ DE). $H=34.507$, gl=5, $P < 0.01$. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Al probar en conjunto las nanopartículas de quitosano con polvos de cascarilla de café (Tabla 8 y 9) se puede observar una inhibición que aumenta conforme se incrementa la dosis, alcanzando un 100 % de inhibición del crecimiento micelial en *Rhizopus* sp. y un 95.13% en *Botrytis* sp. a una dosis de 100 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$ de nanopartículas de quitosano y 0.05 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ de cascarilla de café. Al mezclar las nanopartículas con la cascarilla de café se puede observar una mejora en su actividad antifúngica, ya que las nanopartículas de quitosano pueden encapsular compuestos y liberarlos de manera prolongada teniendo como resultado un mejor efecto (Sotelo-Boyas et al., 2017).





Tabla 8. Efecto *in vitro* de nanopartículas de quitosano y polvos de cascara de café sobre el crecimiento micelial de *Rhizopus* sp.

Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición
Control	45±0 a	0.0 %
10 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 0.05 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	39.035±1.4881 ab	13.2555 %
25 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 0.05 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	31.925±2.0709 bc	29.0555 %
50 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 0.05 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	11.7125±2.7336 bc	73.9722 %
100 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 0.05 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	0±0 c	100 %
Sportak 0.06 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$	0±0 c	100 %

ANOVA (Kruskal-Wallis), con comparación de medias de Tukey (medias $\pm$ DE). H=34.507, gl=5, P=<0.01. Letras diferentes indican diferencias significativas.

171

Tabla 9. Efecto *in vitro* de nanopartículas de quitosano y polvos de cascara sobre el crecimiento micelial de *Botrytis* sp.

Tratamiento	Crecimiento micelial	% inhibición
Control	45±0 a	0.0 %
10 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 5 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	41.6375±2.0054 a	7.4722 %
25 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 5 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	35.17±0.8022 ab	21.8444 %
50 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 5 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	11.572±2.4233 ab	74.2844 %
100 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ + 5 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	2.191±1.0131 b	95.1311 %
Sportak 0.06 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$	0±0 c b	100 %

ANOVA (Kruskal-Wallis), con comparación de medias de Tukey (medias $\pm$ DE). H=32.439, gl=5, P=<0.01. Letras diferentes indican diferencias significativas.

En las Figuras 1 y 3 se muestra el efecto antifúngico de las Nq y las Nq+CC contra *Rhizopus* sp. mientras que en las Figuras 2 y 4 se muestra el efecto contra *Botrytis* sp.



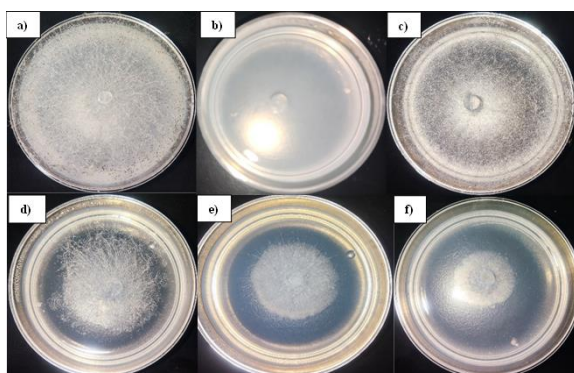


Figura 1. Efecto de nanopartículas de quitosano sobre el crecimiento micelial de *Rhizopus* sp. Donde: a) Control, b) Sportak 0.06 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, c) 10 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, d) 25 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, e) 50 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ y f) 100 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$.

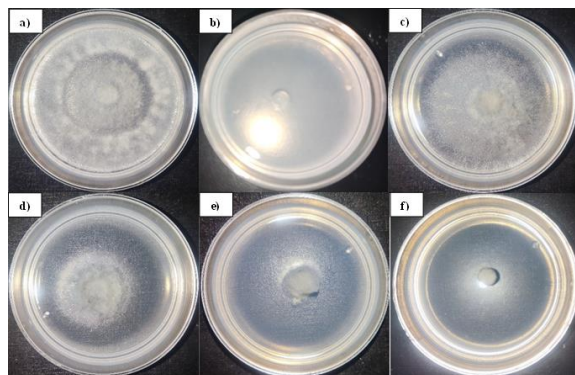


Figura 2. Efecto de nanopartículas de quitosano sobre el crecimiento micelial de *Botrytis* sp. Donde: a) Control, b) Sportak 0.06 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, c) 10 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, d) 25 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, e) 50 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ y f) 100 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$.

172

Áreas temáticas



Matemáticas y Física

Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias

Sociales y Humanidades
 Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y

Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química

Estar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.

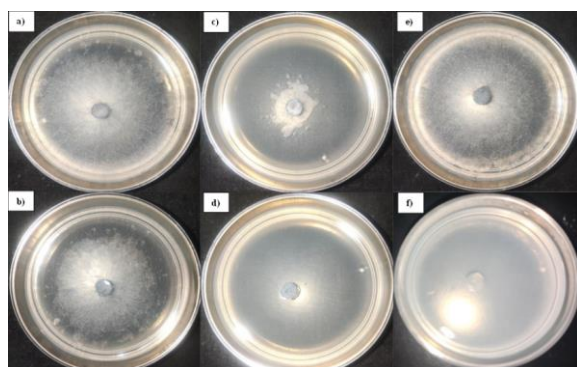


Figura 3. Efecto de nanopartículas de quitosano (NQ) y polvos de cascarilla (PC) sobre el crecimiento micelial de *Rhizopus* sp. Donde: a) $10 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{NQ}) + 0.05 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, b) $25 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{NQ}) + 0.05 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, c) $50 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{NQ}) + 0.05 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, d) $100 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{NQ}) + 0.05 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, e) Control (PDA) y f) Sportak $0.06 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$.

173

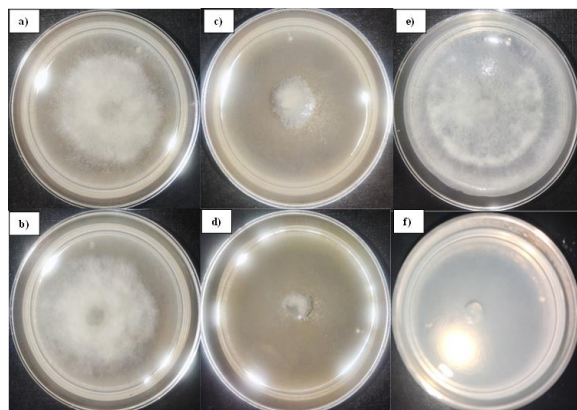


Figura 4. Efecto de nanopartículas de quitosano (Nq) y polvos de cascarilla (CC) sobre el crecimiento micelial de *Botrytis* sp. Donde: a) $10 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{Nq}) + 5 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, b) $25 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{Nq}) + 5 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, c) $50 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{Nq}) + 5 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, d) $100 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{Nq}) + 5 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}(\text{CC})$, e) Control (PDA) y f) Sportak $0.06 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica y experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Conclusiones

La cascara de café al tener un alto contenido de azúcares da como resultado una estimulación al crecimiento micelial, mientras que al usar la cascara de café se logró inhibir el crecimiento micelial de *Botrytis* sp y *Rhizopus* sp. Sin embargo, las nanopartículas de quitosano lograron una mejor inhibición al emplearse en conjunto con la cascara de café ya que logra un efecto de liberación controlada la cual es más efectiva contra *Botrytis* y sp. y *Rhizopus* sp.

Literatura Citada

- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 16(2):71-79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Bautista-Baños, S., Corona-Rangel, M. L., & Correa-Pacheco, Z. N. (2022). Conservación de productos hortofrutícolas mediante el uso de nanopartículas de quitosano y agentes naturales. *Ciencia ergo-sum*, 29(3). <https://doi.org/10.30878/ces.v29n3a9>
- Bautista-Baños, S., Hernández-López, M., Bosquez-Molina, E., & Wilson, C. L. (2003). Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop protection*, 22(9):1087-1092. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00117-0](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00117-0)
- Bautista-Baños, S., Ventura-Aguilar, R. I., Correa-Pacheco, Z., & Corona-Rangel, M. L. (2017). Chitosan: a versatile antimicrobial polysaccharide for fruit and vegetables in postharvest-a review. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 23(2), 103-122. <https://doi.org/10.5154/r.chsh.2016.11.030>
- Barrera-Necha, L. L., & Bautista-Baños, S. (2008). Actividad Antifúngica de Polvos, Extractos y Fracciones de *Cestrum nocturnum* L. Sobre el Crecimiento Micelial de *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill. *Revista mexicana de FITOPATOLOGIA*, 26(1), 27-31. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092008000100005&script=sci_abstract&tlng=pt
- Chaves-Ulate, E., & Esquivel-Rodríguez, P. (2019). Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante. *Agronomía mesoamericana*, 30(1):299-311. <https://doi.org/10.15517/AM.V30I1.32974>
- Chookhongkha, N., Sopondilok, T., & Photchanachai, S. (2012). Effect of chitosan and

174





review. *Food Bioscience*, 41, 100840. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100840>

Mejías-Brizuela, N., Orozco-Guillen, E., & Galán-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6):27-41.

Mirón-Mérida, V. A., Yáñez-Fernández, J., Montañez-Barragán, B., & Barragán Huerta, B. E. (2019). Valorization of coffee parchment waste (*Coffea arabica*) as a source of caffeine and phenolic compounds in antifungal gellan gum films. *LWT*, 101, 167–174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.013>

Murthy, P.S., & Naidu, M.M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition-A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>

Ncama, K., Mditshwa, A., Tesfay, S. Z., Mbili, N. C., & Magwaza, L. S. (2019). Topical procedures adopted in testing and application of plant-based extracts as bio-fungicides in controlling postharvest decay of fresh produce. *Crop Protection*, 115, 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.09.016>

Oliveira, L. S., & Franca, A. S. (2015). An Overview of the Potential Uses for Coffee Husks. *Coffee in Health and Disease Prevention*, 283–291. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00031-0>

Ramesh, S., & Radhakrishnan, P. (2020). *Natural Products as Eco-Friendly Bactericides for Plant Growth and Development*. In: Singh, J., Yadav, A. (eds) *Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3024-1_10

Renard, C. M. G. C. (2018). Extraction of bioactives from fruit and vegetables: State of the art and perspectives. *LWT*, 93:390-395. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.063>

Riseh, R. S., Vatankehah, M., Hassanisaadi, M., & Varma, R. S. (2024). A review of chitosan nanoparticles: Nature's gift for transforming agriculture through smart and effective delivery mechanisms. *International Journal of Biological Macromolecules*, 129522. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.129522>

Sagar, N., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E., & Lobo, M. (2018). Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 512-531. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>

SAGARPA. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Cultivo de café en México. Consultado en línea en julio del 2024 en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cultivo-de-cafe-en-mexico>

176

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Sotelo-Boyás, M. E., Bautista-Baños, S., Correa-Pacheco, Z. N., Jiménez-Aparicio, A., & Sivakumar, D. (2016). Biological activity of chitosan nanoparticles against pathogenic fungi and bacteria. In *Chitosan in the preservation of agricultural commodities* (pp. 339-349). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802735-6.00013-6>

Sotelo-Boyás, M., Correa-Pacheco, Z., Bautista-Baños, S., & y Gómez, Y. G. (2017). Release study and inhibitory activity of thyme essential oil-loaded chitosan nanoparticles and nanocapsules against foodborne bacteria. *International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 409-414. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.063>

Áreas temáticas



Matemáticas y Física
Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias Sociales y Humanidades
Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y Agronómicas
Conocer la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química
Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones diversas.



Índice de agrobiodiversidad en Sistemas Agroforestales del semiárido Guanajuatense

Rosa María García Núñez²⁵, Francisco de Jesús Reyes Sánchez²⁶

Resumen

En las regiones áridas o semiáridas, la degradación es el resultado del cambio de uso de suelo por las actividades humanas, junto con las altas temperaturas y escasas lluvias que intensifican este proceso y contribuyen a la fragmentación de los ecosistemas. Las experiencias con sistemas agroforestales sugieren que pueden ser una alternativa válida que contribuyan a la producción de bienes y servicios.

Se realizó la caracterización de un sistema agrosilvopastoril implementado en el rancho agroecológico Vía Orgánica al sur del municipio de San Miguel de Allende Guanajuato, a través de la evaluación de sus componentes y su función utilizando el índice de agrobiodiversidad. Se identificaron las principales partes del sistema; árboles y arbustos de uso múltiple, animales y cultivos se agruparon en grupos y componentes y se les asignó su valor de importancia dentro del sistema. Se encontró un índice de agrobiodiversidad de 0.69, indicándonos, de manera general, que el sistema es sostenible ya que de acuerdo a la metodología empleada para que el sistema se considere sostenible el índice de agrobiodiversidad debe presentar valores superiores a 0.66, siendo el valor 1.0 el máximo valor posible a obtener. Lo que nos sugiere, que la implementación de los sistemas agroforestales como estrategia de mitigación de áreas degradadas e incremento de la biodiversidad en el semiárido Guanajuatense resultó favorable, sin embargo, se debe incrementar la diversidad de algunos componentes principalmente en los grupos de biodiversidad complementaria y biodiversidad empleada para la alimentación animal.

Palabras claves: Agroforestería, Sistemas Agroforestales, Semiárido, biodiversidad.

²⁵ Universidad Autónoma Chapingo, Maestría en Agroforestería. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230, MÉXICO. rgarcian@chapingo.mx

²⁶ Universidad Autónoma Chapingo, Maestría en Agroforestería. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230, MÉXICO. freyyess@chapingo.mx





Abstract

In arid or semi-arid regions, degradation is the result of land use change due to human activities, with high temperatures and low rainfall that intensify this process and contribute to the fragmentation of ecosystems. Experiences with agroforestry systems suggest that they can be a valid alternative that contribute to the production of goods and services.

The characterization of an agrosilvopastoral system implemented in the Vía Organica agroecological ranch in the south of the municipality of San Miguel de Allende Guanajuato was carried out, through the evaluation of its components and its function using the agrobiodiversity index. The main parts of the system were identified; multiple-use trees and shrubs, animals and crops were grouped into groups and components and assigned their importance value within the system. An agrobiodiversity index of 0.69 was found, indicating, in general, that the system is sustainable since according to the methodology used for the system to be considered sustainable, the agrobiodiversity index must present values greater than 0.66, with the value being 1.0. the maximum possible value to be obtained. It suggests, that the implementation of agroforestry systems as a strategy to mitigate degraded areas and increase biodiversity in the semi-arid Guanajuato region was favorable, however, the diversity of some components must be increased, mainly in the complementary biodiversity groups and biodiversity used for animal feed

Key words; Agroforestry, Agroforestry Systems, Semiarid, biodiversity

Introducción

El crecimiento de la población en nuestro país ha generado una gran presión sobre los recursos naturales, especialmente en los ecosistemas de tierras áridas y semiáridas, los cuales se ven afectados por las comunidades locales que aún dependen de la agricultura de subsistencia poco productiva (Burneo, 2013) con actividades agrícolas no sustentables que conducen al deterioro de su entorno afectando directamente a sus recursos naturales base como el suelo, vegetación, agua y biodiversidad. Entre los efectos que originan los impactos de las poblaciones a los ecosistemas naturales resaltan aquellos sobre la vegetación y el suelo. En la vegetación se afecta su estructura y composición ocasionada por la transformación del paisaje (Manson & Peláez, 2009). Esto a su

179





vez, afecta la capacidad de los ecosistemas para amortiguar el impacto de los fenómenos naturales y minimizar el riesgo de que se conviertan en desastres (Foster, et al., 2009).

Los sistemas agroforestales surgen como una estrategia válida para los sistemas productivos en las zonas secas, característicos por su baja producción a causa de la degradación del suelo, desertificación, las condiciones climáticas actuales y otros factores (PROAGRO 2014). En estos sistemas se utilizan diversas especies de plantas, incluyendo árboles y arbustos de usos múltiples en diferentes arreglos. La producción de cultivos intercalados con este tipo de árboles ofrece grandes beneficios a los habitantes de estas regiones (Tamayo & Alegre, 2022).

Cerca de la mitad del territorio del estado de Guanajuato presenta condiciones climáticas semiáridas (Rodríguez, 2014), presentado alteración y degradación de sus ecosistemas alterados. Al sur del municipio de San Miguel de Allende se localiza el rancho agroecológico de Vía Orgánica, donde fueron implementados sistemas agroforestales combinando una serie de componentes con especies nativas promoviendo su conservación. Por lo que, el propósito de esta investigación fue caracterizar el aporte de los componentes de estos sistemas utilizando un índice de agrobiodiversidad para identificar el estado actual y proponer alternativas de manejo y conservación.

180

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en una superficie de 30 ha pertenecientes a Vía Orgánica, localizada al sur del municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato se localiza 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. Presenta altitudes de 2,133 a 2,177. (Figura 1). Perteneciente a la región hidrológica de la cuenca Lerma-Chapala, dentro de la subcuenca Querétaro-Apaseo (Vía Orgánica 2020).

El clima es BS1kw, clasificado como semiseco templado con un verano cálido que presenta temperaturas medias de 12 a 18°C y con una precipitación promedio anual de 600 mm (García, 2004). La lluvia y la temperatura son factores importantes en el clima, y cualquier alteración en su comportamiento puede tener consecuencias en los ecosistemas, las plantas y los animales (Mendoza, 2017).





181



Figura 1. Ubicación del área de estudio





Rzedowsky (2006) menciona que el tipo de vegetación original es selva baja caducifolia con una riqueza de 534 hasta 875 especies según lo reportado por Villaseñor et al. (2023). Destacan árboles de porte medio como el mezquite (*Prosopis spp.*), el huizache (*Acacia farnesiana*), el palo dulce o palo azul (*Eysenhardtia polystachya*), así también se presenta una gran cantidad de especies pertenecientes a la familia de las cactáceas, como lo es el nopal ardilla (*Opuntia spinulifera*) y el garmbullo (*Myrtillocactus geometrizans*) (Sanjuan-Trejo, et al., 2021). Entre las especies herbáceas presentes se encuentra el pasto rosado (*Melinis repens*), un pasto exótico, la planta conocida como pega ropa (*Mentzelia hispida*) y la gobernadora (*gomphrena decumbens*) (Melgoza, et al., 2014). Sin embargo, la vegetación nativa se ha visto afectada por disturbios naturales y antrópicos ocasionando que la vegetación característica se encuentre en espacios específicos reducidos, por lo que, al paso de los años se han incrementado superficies con suelos alterados ocasionando pérdida de especies y desgaste de los suelos.

182

Los sistemas agroforestales implementados en el área de estudio son los Silvopastoriles (SSP), y los Agrosilvopastoriles (SAS) con una superficie de 13 ha. (Figura 2).

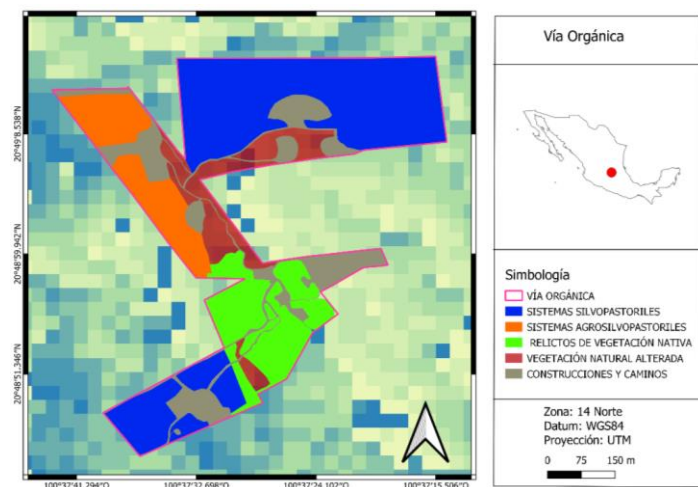




Figura 2. Sistemas agroforestales en el área de estudio

Caracterización de los Sistemas Agroforestales

La caracterización de los sistemas agroforestales en el área de estudio se realizó con base en la propuesta del Índice de agrobiodiversidad, realizada por Lores, Leyva y Varela (2008), a partir de la propuesta metodológica para el Desarrollo de la Biodiversidad Vegetal (MEDEBIVE), la cual incluye la recopilación de información de campo, análisis e interpretación de resultados.

Durante la recopilación de información en campo se realizó registro de los animales, cultivos y árboles presentes en los sistemas, así como el valor de importancia que presentan cada uno de sus componentes, los cuales se agruparon en grupos e índices.

Una vez distribuidas las especies y calculado los índices individuales, se determina el índice de agrobiodiversidad representado mediante la siguiente ecuación

$$IDA = \frac{IAH + IAA + IMS + ICOM}{4}$$

Donde:

IDA: índice de agrobiodiversidad

IAH: índice de biodiversidad para la alimentación humana

IAA: índice de biodiversidad para la alimentación animal

IMS: índice de biodiversidad para el mejoramiento del suelo

ICOM: índice de biodiversidad complementaria;

Para que el sistema se considere sostenible el índice de agrobiodiversidad debe presentar valores superiores a 0.66, siendo el valor 1.0 el máximo valor posible a obtener.

183





Resultados y discusión

Se evaluó un sistema agrosilvopastoril, por lo que sus componentes base son los cultivos, animales y árboles y arbustos de uso múltiple. En el siguiente Cuadro 1 se muestra los diferentes elementos que componen el sistema, su función principal y su valor de importancia. En los cultivos destaca el agave, nopal, maíz, girasol y garbanzo con un valor de importancia de tres, el cual representa el máximo valor del sistema, en los animales destacan las gallinas, cerdos y borregos, mientras que en los árboles y arbustos se encuentran los mezquites, la mora el huizache como los elementos principales.

Cuadro 1. Clasificación de los elementos presentes en el sistema

Elemento	Función principal	Vi	Elemento	Función principal	Vi	Elemento	Función principal	Vi
Cultivos			Animales			Árboles y arbustos		
Agave	Consumo animal	3	Gallinas	Consumo humano	3	Mezquite	Consumo animal	3
Nopal	Consumo humano	3	Gallinas	Aporte al suelo	3	Mora	Aporte al suelo	2
Maíz	Consumo humano	3	Guajolote	Incubadoras	2	Olivo	Ornamental	1
Maíz	Aporte al suelo	2	Gansos	Consumo humano	1	Mora	Frutal	3
Girasol	Consumo humano	3	Patos	Consumo humano	1	Mezquite	Aporte al suelo	3
Girasol	Aporte al suelo	2	Cerdos	Consumo humano	3	Granada	Frutal	2
Garbanzo	Consumo humano	3	Cerdos	Aporte al suelo	3	Huizache	Melífera	3

184

Áreas temáticas



Μαθηματικά & Φυσικά

Dar a conocer resultados y aplicaciones de investigaciones de Matemáticas y Física en las Ciencias Agronómicas y en la Educación.



Economía, Ciencias

Clases de Ciencias Sociales y Humanidades
 Dar a conocer la investigación y aplicaciones de la Economía, Ciencias Sociales y Humanidades en los diferentes ámbitos.



Ciencias Biológicas y

Centro de Estudios Agrícolas y Agronómicos
 Continuar la investigación nacional e internacional que se realiza en la Biología, Agronomía y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento.



Química

Dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el terreno de la Química Teórica o experimental a través del intercambio de ideas con investigadores de instituciones extranjeras.



Borregos	Consumo humano	3	Ciruela	Frutal	2
Borregos	Aporte al suelo	3	Durazno	Frutal	2
Cabras	Consumo humano	2	Chabacano	Frutal	2

Una vez obtenidas las especies presentes en el sistema, se agruparon de acuerdo a su función principal con base en los 4 índices de biodiversidad y 17 grupos (Cuadro 2). Los elementos se clasifican de acuerdo con el índice individual al que pertenecen y el grupo dentro de este índice de acuerdo a su función principal.

185

Cuadro 2. Clasificación de los elementos de acuerdo al índice individual y grupo al que corresponden según la función principal

Elemento	Función principal	Vi	Índice	Grupo
Cultivos				
Agave	Consumo animal	3	IAA	X
Nopal	Consumo humano	3	IAH	V
Maíz	Consumo humano	3	IAH	III
Maíz	Aporte al suelo	2	IMS	XI
Girasol	Consumo humano	3	IAH	IV
Girasol	Aporte al suelo	2	IMS	XI
Garbanzo	Consumo humano	3	IAH	II
Árboles y arbustos				





Mora	Frutal	3	IAH	VI
Mora	Aporte al suelo	2	IMS	XI
Olivo	Ornamental	1	ICOM	XV
Mezquite	Forraje	3	IAA	XVII
Mezquite	Aporte al suelo	3	IMS	XI
Granada	Frutal	2	IAH	VI
Huizache	Melífera	3	ICOM	XVI
Ciruela	Frutal	2	IAH	VI
Durazno	Frutal	2	IAH	VI
Chabacano	Frutal	2	IAH	VI
Animales				
Gallinas	Consumo humano	3	IAH	I
Gallinas	Aporte al suelo	3	IMS	XIII
Guajolote	Incubadoras	2	ICOM	XVII
Gansos	Consumo humano	1	IAH	I
Patos	Consumo humano	1	IAH	I
Cerdos	Consumo humano	3	IAH	I
Cerdos	Aporte al suelo	3	IMS	XVII
Borregos	Consumo humano	3	IAH	I
Borregos	Aporte al suelo	3	IMS	XVII
Cabras	Consumo humano	2	IAH	I





El valor de importancia promedio empleado para conocer cada uno de los diferentes indicios (Índice para la alimentación humana, animal, mejoramiento del suelo y complementario) se presenta en los Cuadros 3, 4, 5 y 6. Cada elemento es considerado por el índice y grupo al que pertenece.

Cuadro 3. Valor de importancia por grupo para obtener el Índice para la alimentación humana

índice para la alimentación humana (IAH)				
Elemento	Función principal	Vi	Grupo	Vi grupo
Gallinas	Consumo humano	3	I	2.2
Gansos	Consumo humano	1	I	
Patos	Consumo humano	1	I	
Cerdos	Consumo humano	3	I	
Borregos	Consumo humano	3	I	
Cabras	Consumo humano	2	I	
Garbanzo	Consumo humano	3	II	3
Maíz	Consumo humano	3	III	3
Girasol	Consumo humano	3	IV	3
Nopal	Consumo humano	3	V	3
Mora	Frutal	3	VI	2.2
Granada	Frutal	2	VI	
Ciruela	Frutal	2	VI	
Durazno	Frutal	2	VI	
Chabacano	Frutal	2	VI	

187





Cuadro 4. Valor de importancia por grupo para obtener el Índice para la alimentación animal

Índice para la alimentación animal (IAA)				
Elemento	Función principal	Vi	Grupo	Vi grupo
Mezquite	Forraje	3	VIII	3
Agave	Forraje	3	X	3

Cuadro 5. Valor de importancia por grupo para obtener el Índice de mejoramiento del suelo

Índice para el mejoramiento del suelo (IMS)				
Elemento	Función principal	Vi	Grupo	Vi grupo
Maíz	Aporte al suelo	2	XI	2.25
Girasol	Aporte al suelo	2	XI	
Mora	Aporte al suelo	2	XI	
Mezquite	Aporte al suelo	3	XI	3
Cerdos	Aporte al suelo	3	XII	
Borregos	Aporte al suelo	3	XIII	
Gallinas	Aporte al suelo	3	XIII	3

188

Cuadro 6. Valor de importancia por grupo para obtener el Índice de diversidad complementaria

Índice complementario (ICOM)				
Elemento	Función principal	Vi	Grupo	Vi grupo
Olivo	Ornamental	1	XV	1





Huizache	Melífera	3	XVI	3
Guajolote	Incubadoras	2	XVII	2

Con los valores de importancia por cada grupo se calcularon los índices individuales; IAH, IAA, IMS, ICOM con las fórmulas correspondientes.

Cálculo del índice para la alimentación humana (IAH)

$$IAH = \frac{Vi(I) + Vi(II) + Vi(III) + Vi(IV) + Vi(V) + Vi(VI)}{18}$$

$$IAH = \frac{2.2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2.2}{18} = \frac{15.4}{18} = 0.85$$

189

Cálculo del índice para la alimentación animal (IAA)

$$IAA = \frac{Vi(VII) + Vi(VIII) + Vi(IX) + Vi(X)}{12}$$

$$IAA = \frac{0 + 3 + 0 + 3}{12} = \frac{6}{12} = 0.50$$

Cálculo del índice para el mejoramiento del suelo (IMS)

$$IMS = \frac{Vi(XI) + Vi(XII) + Vi(XIII)}{9}$$





$$IMS = \frac{2.25 + 3 + 3}{9} = \frac{8.25}{9} = 0.91$$

Cálculo del índice de diversidad complementaria (ICOM)

$$ICOM = \frac{Vi(XIV) + Vi(XV) + Vi(XVI) + Vi(XVII)}{12}$$

$$ICOM = \frac{0 + 1 + 3 + 2}{12} = \frac{6}{12} = 0.5$$

190

El índice que arrojó un mayor valor fue el de mejoramiento al suelo (0.91), seguido por el de la alimentación humana (0.81), lo que nos indican que la biodiversidad presente en sus componentes es sostenible, ya que este valor es superior a 0.66. En el primer caso el empleo de sus estiércoles, residuos de cosechas como las pencas del maguey, hojarasca y otros son empleados para elaborar compostas y alimento para sus animales y plantas. En el índice de la alimentación humana sus componentes están aportando al sistema alimentos proteicos de origen vegetal como los huevos de las gallinas, carne, etc y energéticos derivados de los frutos de la mora, ciruelas y otros. En contraste, los índices de biodiversidad para los animales y la complementaria presentaron valores inferiores a 0.66, indicando incorporar al sistema componentes como leguminosas arbóreas y arbustivas, pastos mas energéticos, plantas que aporten en a la salud corporal y espiritual, así como plantas melíferas, repelentes y de algunos otros usos.

El Índice de agrobiodiversidad (IDA) fue calculado con los índices individuales utilizando la formula siguiente:

$$IDA = \frac{IAH + IAA + IMS + ICOM}{4}$$

$$IDA = \frac{0.85 + 0.50 + 0.91 + 0.50}{4} = \frac{2.65}{4} = 0.69$$





De acuerdo con la metodología se considera un sistema sostenible cuando los resultados arrojan un IDA superior a 0.66, en este caso el sistema evaluado se encuentra con un índice superior, por lo que se consideró sostenible con algunos puntos a mejorar principalmente en los índices IAA y ICOM.

Conclusiones

Se logró evaluar los componentes y su función de un sistema agrosilvopastoril encontrando un índice de agrobiodiversidad de 0.69, indicándonos, de manera general, que el sistema es sostenible ya que de acuerdo a la metodología empleada para que el sistema se considere sostenible el índice de agrobiodiversidad debe presentar valores superiores a 0.66, siendo el valor 1.0 el máximo valor posible a obtener. Lo que nos sugiere, que la implementación de los sistemas agroforestales como estrategia de mitigación de áreas degradadas e incremento de la biodiversidad en el semiárido Guanajuatense resultó favorable, sin embargo, se debe incrementar la diversidad de algunos componentes principalmente en los grupos de biodiversidad complementaria y biodiversidad empleada para la alimentación animal.

191

Literatura citada

- Bareiro, Luis Ricardo (2017). Desarrollo rural en tierras secas. FEDIAP; Educación y Desarrollo, para el Medio Rural y su Gente.
- 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, XXXI (31), 15-41.
- Foster, J. B., & Foster, J. B. (2009). The ecological revolution: Making peace with the planet (p. 131). New York: Monthly Review Press.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos tropicales*, 29(3), 5-10.





Manson, R. H., Jardel Peláez, E. J., & Escalante-Sandoval, C. (2009). Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. *Capital natural de México*, 2, 131-184.

Melgoza Castillo Alicia, Balandrán Valladares Martha Irma, Mata-González Ricardo & Pinedo Álvarez Carmelo. (2014). Biología del pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control: Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(4), 429-442. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000400004&lng=es&tlng=es

Rodríguez Saucedo, EN, Rojo Martínez, GE, Ramírez Valverde, B., Martínez Ruiz, R., Cong Hermida, MD, Medina Torres, SM, & Piña Ruiz, HH (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai*, 10 (3), 173-193.

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

Sanjuan-Trejo Gissela, Mejía-Segovia Dulce M. & Moreno Claudia E. (2021). Ensamblajes de artrópodos asociados a los frutos de garmbullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en dos localidades del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 92, e923487. Epub 25 de octubre de 2021. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3487>

SEMARNAT (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. URL: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

Tamayo Ortiz, C. V., & Alegre Orihuela, 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>

Recuperado en 22 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000400457&lng=es&tlng=es.

Vía orgánica (2020). Un billón de agaves. viaorganica.org/un-billon-de-agaves.

Villaseñor José Luis, Ortiz Enrique, Ramírez-Barrios Rocío, & Murguía-Romero Miguel. (2023). Riqueza y endemismo de la flora vascular de Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. (94). (2023). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.5282>

192

