

Investigaciones científicas en las instituciones de educación superior como aporte para la sostenibilidad

Marco Arturo Arciniega Galaviz
Jeován Alberto Ávila Díaz
Pedro Hernández Sandoval
Karla Judith Moreno Rentería
David Valdez Martínez
Coordinadores



UAdeO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Investigaciones científicas en las instituciones de educación superior como aporte para la sostenibilidad



Investigaciones científicas en las instituciones de educación superior como aporte para la sostenibilidad

Marco Arturo Arciniega Galaviz

Jeován Alberto Ávila Díaz

Pedro Hernández Sandoval

Karla Judith Moreno Rentería

David Valdez Martínez

Coordinadores



Investigaciones científicas en las instituciones de educación superior como aporte para la sostenibilidad. **Autores-coordinadores:** Dr. Marco Arturo Arciniega Galaviz; Dr. Jeován Alberto Ávila Díaz; Dr. Pedro Hernández Sandoval; Dra. Karla Judith Moreno Rentería; Dr. David Valdez Martínez. — Sinaloa. México. 2025.

Publicación electrónica digital: descarga y online; detalle de formato: EPUB.

Primera edición: 2025

ISBN: **979-13-87837-10-5**

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE20254001>



D. R. © copyright 2025. Marco Arturo Arciniega Galaviz; Jeován Alberto Ávila Díaz; Pedro Hernández Sandoval; Karla Judith Moreno Rentería; David Valdez Martínez. Sinaloa. México.

Edición y corrección: **Astra Ediciones**

La presente obra fue dictaminada bajo el sistema de doble ciego y cuenta con el aval de los dictámenes de pares académicos especialistas en el área.



Todos los contenidos de esta obra se comparten bajo la licencia Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (**CC BY-NC-SA 4.0**). Esto implica que no está autorizado el uso comercial de la obra original ni de las eventuales obras derivadas, las cuales deberán distribuirse bajo la misma licencia que rige la obra original. No obstante, se permite a terceros compartir el contenido siempre y cuando se reconozca debidamente la autoría y la publicación original en esta editorial.

HECHO EN MÉXICO | MADE IN MEXICO

Contenido

Presentación	9
--------------------	---

Capítulo 1

Bioinsecticidas: técnica de agricultura sostenible para la seguridad alimentaria y objetivo de desarrollo sostenible #2.....	13
--	----

Adalid Graciano Obeso

Gilberto Bojórquez Delgado¹

Jesús Ramón Rodríguez Apodaca

Miguel Ángel López

Capítulo 2

Dióxido de carbono, indicador ambiental para la habitabilidad y salud en viviendas	29
--	----

Paula María Guevara Fierro

Jose Luis Guevara Fierro

Capítulo 3

Efecto de un fertilizante húmico en el desarrollo pretrasplante de ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>) bajo condiciones de invernadero en el municipio de Choix, Sinaloa, México.....	47
--	----

César Chávez Reyez

José Soledad Ibarra Rivera

Carlo Adriel Ibarra Romero

Capítulo 4

Internacionalización sostenible de las mipymes turísticas en México: políticas públicas y estrategias	63
---	----

María de los Ángeles Higuera Cota

María Fernanda Higuera Cota

Capítulo 5

Evaluación de la eficiencia en remoción de nitrógeno amoniacal total de distintos biofiltros en sistemas acuapónicos como alternativa sustentable..... 93

Jesús Paul Camacho Rodelo

Dinora Galindo Espinoza

David Valdez Martínez

Pedro Hernández Sandoval

Capítulo 6

Sustentabilidad y conservación ambiental en atractivos turísticos en el cerro de la memoria de Los Mochis, Sinaloa..... 115

Karla Judith Moreno Rentería

Iván Noel Álvarez Sánchez

Marco Arturo Arciniega Galaviz

Capítulo 7

Turismo rural como estrategia de desarrollo en el ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa: potencialidades y desafíos..... 133

Xóchitl Vizcarra Cortés

Claudia Concepción Olivas Olivo

Blanca Roldán Clarà

Presentación

La investigación científica en las universidades es un pilar importante que tiene como finalidad obtener y difundir nuevos conocimientos, generar propuestas que solucionen problemas y además que contribuye a la formación de profesionistas comprometidos con el avance de la sociedad.

La realización de investigación científica en las universidad ayuda a que la calidad educativa se mejore ya que permite que alumnos de licenciatura puedan intervenir ya sea con servicio social, estancias académicas, veranos científicos o elaboración de tesis, esto permitirá aportar en ellos conocimientos, habilidades y valores que los forme como excelentes profesionistas.

En este libro tematico se presentan investigaciones realizadas en instituciones de educación superior, las cuales buscan aportar a los objetivos de desarrollo sustentable adoptados por las Naciones Unidas en 2015. Se abordan estudios sobre sostenibilidad agrícola, control y manejo ambiental, turismo sustentable y manejo de recursos naturales.

Investigaciones sobre la sostenibilidad agrícola se refiere a la capacidad de sostener la productividad y funcionalidad de los sistemas agrícolas a largo plazo, sin degradar los recursos naturales, ni comprometer el bienestar de las generaciones venideras. Si tomamos de la mano la agricultura y la sostenibilidad construiremos sistemas alimentarios más justos y resilientes. Este tipo de investigaciones aportan al ODS 2 (Hambre cero) y ODS 12 (Producción y Consumo Responsable).

La sostenibilidad agrícola es una vía fundamental para lograr que se reduzca la dependencia de insumos como los fertilizantes y pesticidas, disminuyendo la contaminación. Los sistemas agroecológicos incrementan la biodiversidad en los cultivos, así como en la fauna y flora asociadas, favoreciendo la salud de los ecosistemas. Por otro lado, la diversificación de cultivos, el manejo del agua y la conservación del suelo permiten una mayor robustez ante fenómenos climáticos extremos.

Finalmente, al priorizar la calidad sobre la cantidad, se evita el uso de sustancias dañinas, favoreciendo la salud del entorno natural.

Otro aspecto importante que se aborda en este libro es el turismo sustentable, el cual desempeña un papel crucial en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas. Su impacto positivo se manifiesta en múltiples áreas, por ejemplo, en la generación de empleos en las comunidades, cuidado de los ecosistemas terrestres y marítimos a través de actividades responsables en las que se evita dañar a la flora y fauna, manejo correcto de los residuos sólidos, protección de áreas naturales protegidas, preservación de la identidad cultural y patrimonios históricos y generar conciencia en los turistas sobre la importancia de la sostenibilidad. Este tipo de investigaciones aporta a distintos ODS, 11: Ciudades y comunidades sostenibles – Favorece la preservación del patrimonio cultural y natural, promoviendo destinos turísticos responsables. 12: Producción y consumo responsables – Minimiza el impacto ambiental mediante prácticas eficientes en el uso de recursos naturales. 13: Acción por el clima – Reduce la huella de carbono del turismo mediante medidas como el uso de energías renovables y la movilidad sustentable. 14 y 15: Vida submarina y vida de ecosistemas terrestres – Protege la biodiversidad, promoviendo actividades como el ecoturismo y el turismo regenerativo. 4: Educación de calidad – Sensibiliza y educa a turistas y comunidades sobre la importancia de la sostenibilidad.

En este contexto se desarrolla a partir de la estructura colaborativa, en la cual diversos autores académicos, profesionales y actores del sector contribuye en capítulos únicos. Estos abordan temas como la gestión de destinos sostenible, el ecoturismo, el turismo comunitario, la educación ambiental para el turismo que promueven el desarrollo turístico con enfoque sustentable.

De la misma manera, el manejo sustentable de los recursos naturales es clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); por ejemplo, el uso responsable de los ecosistemas ayuda a preservar especies y hábitats esenciales, la gestión adecuada de bosques y suelos contribuye a la captura de carbono y la reducción de emisiones, y la explotación responsable de recursos naturales permite el desarrollo económico sin

comprometer el bienestar ambiental. En este libro temático se presentan investigaciones enfocadas al uso de fertilizantes orgánicos para el cultivo de plantas, así como el aprovechamiento de residuos generados en sistemas de acuaponía como parte de la economía circular.

El reto actual en las universidades es fomentar el ejercicio académico del que surjan ideas para el desarrollo de proyectos de investigación que contribuyan a la actualización del conocimiento de los docentes y mejores actividades académicas, además de fortalecer la vinculación con la sociedad.

Bioinsecticidas: técnica de agricultura sostenible para la seguridad alimentaria y objetivo de desarrollo sostenible #2

Adalid Graciano Obeso¹

Gilberto Bojórquez Delgado¹

Jesús Ramón Rodríguez Apodaca²

Miguel Ángel López³

<https://doi.org/10.61728/AE20254018>



¹ Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Carretera a Brecha, sin número, Ejido El Burrioncito, CP. 81149. Guasave, Sinaloa, México. adalid.go@guasave.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-0849-0054>. gilberto.bd@guasave.tecnm.mx. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7829-6540>

² Universidad Autónoma Indígena de México. Unidad Los Mochis. Fuente de Cristal, número 2334, Fuentes del Bosque, CP. 81229. Ahome, Sinaloa, México. jramon@uaim.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3609-1958>

³ Universidad Autónoma de Sinaloa. Preparatoria Guasave Diurna. Boulevard Miguel Leyson Pérez, sin número, Colonia Ejidal, CP. 81020. Guasave, Sinaloa, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6747-5102>. Autor para correspondencia: miguellopez@uas.edu.mx

Introducción

La Agenda 2030, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, tiene como objetivo “transformar el mundo” y “no dejar a nadie atrás” mediante 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); estos buscan abordar tres grandes desafíos: erradicar la pobreza, proteger el medioambiente y asegurar que todas las personas vivan en paz y prosperidad (ONU, 2015). Así mismo, los ODS son universales y disponen de 169 metas que se aplican por igual a países desarrollados y en vías de desarrollo, esto implica un reto a cada país a establecer la búsqueda de recursos y la fijación de sus propias propuestas para abordar los problemas de la pobreza, la desigualdad y la degradación del planeta, específicamente, el ODS 2 plantea las acciones centrales de la alimentación y la agricultura de la Agenda 2030: “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la agricultura sostenible”, este sistema de producción se basa en prácticas que evitan el uso de agroquímicos sintéticos, fomentando la biodiversidad y la salud del suelo, lo que contribuye significativamente a la seguridad alimentaria y a la sostenibilidad ambiental (ONU, 2022).

Por otro lado, para el año 2050, se estima que la población mundial alcanzará los 9,100 millones de personas, lo que representa un incremento del 34 % con respecto a la actualidad. La mayor parte de este crecimiento ocurrirá en los países en desarrollo; el proceso de urbanización se intensificará, y aproximadamente el 70 % de la población mundial vivirá en zonas urbanas, en comparación con el 49 % actual. Sin embargo, para garantizar la alimentación de una población más numerosa, urbanizada y con mayor poder adquisitivo, la producción de alimentos deberá aumentar en un 70 % (FAO, 2009). Debido a lo anterior, enfrentar los retos futuros de la seguridad alimentaria exige un cambio de enfoque, pasando del término “producción de alimentos” a la concepción de “sistemas alimentarios” (Ingram, 2011). En este sentido, el sector agrícola desem-

peña un rol clave en la mejora del acceso a los alimentos y contribuye a la reducción del hambre a nivel global (Pawlak y Kolodziejczal, 2020). Es importante señalar que, en la actualidad, 820 millones de personas sufren de hambre, hambre extrema o incluso hambruna (ONU, 2023).

En la actualidad, la agricultura mundial se encuentra en un punto crítico debido a que en las últimas décadas, los avances tecnológicos han transformado el sector, elevando su productividad para satisfacer la creciente demanda global, no obstante, este progreso ha tenido un alto costo ambiental y social, generando problemas como la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua y del suelo, así como un aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (FAO a., 2018). Del mismo modo, a pesar de los avances en la producción agrícola, las plagas continúan siendo una de las principales amenazas para la seguridad alimentaria, debido a que el uso de pesticidas químicos, causa efectos adversos en los ecosistemas y en la salud humana, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles (Neuwirthová et al. 2019). El uso de bioinsecticidas a base de hongos entomopatógenos representa una opción ecológica y sostenible a los pesticidas químicos en la agricultura (Islam et al. 2021).

Según la FAO (2019), la adopción de tecnologías agrícolas sostenibles, como los bioinsecticidas, es clave para alcanzar el ODS 2, que busca poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición, y promover la agricultura sostenible. Desarrollar y educar a los productores sobre la aplicación de bioinsecticidas contribuye a los objetivos del ODS 2 de la siguiente manera:

1. Mejora de la seguridad alimentaria y nutricional: La producción orgánica promueve alimentos libres de residuos químicos, mejorando la calidad nutricional y la salud de los consumidores. Además, al incentivar la diversificación de cultivos, se enriquece la dieta con una variedad de nutrientes esenciales (De Schaetzen, 2019).
2. Sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos: La agricultura orgánica aplica prácticas resilientes que aumentan la productividad y la producción, contribuyen al mantenimiento de los ecosistemas y fortalecen la capacidad de adaptación al cambio climático y otros desastres (FAO b., 2018).

3. Apoyo a pequeños agricultores y desarrollo rural: Este enfoque reduce la dependencia de insumos externos costosos, lo que beneficia a pequeños y medianos agricultores. La creciente demanda de productos orgánicos en mercados locales e internacionales ofrece oportunidades económicas, mejorando los ingresos y reduciendo la pobreza en comunidades rurales (Eguillor, 2020).

Con base en lo anterior, en busca de contribuir al logro de las metas del ODS 2, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*[®] y *Metarhizium anisopliae*[®] sobre la densidad poblacional de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en cultivo de tomate en el municipio de Guasave, Sinaloa.

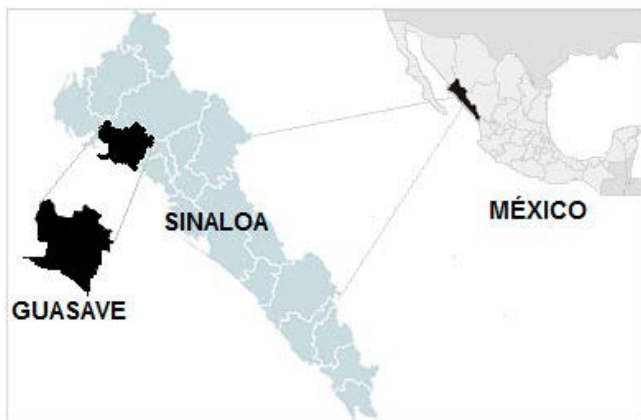
Metodología

Área de estudio

El municipio de Guasave se localiza en la región noroeste del estado de Sinaloa, con una extensión de 2935.60 kilómetros cuadrados, lo que equivale al 5.1 por ciento del territorio estatal y al 0.15 por ciento del total nacional. De esta área, más de la mitad se destina a actividades agrícolas (Fig 1).

Figura 1.

Localización geográfica del municipio de Guasave, en Sinaloa



Los experimentos se realizaron en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, que abarca una superficie de 5 hectáreas y se encuentra en el ejido Burrión, Guasave, Sinaloa, entre las coordenadas 25° a 26° N y 108° a 109° O, durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2023-2024 (Fig. 2).

Figura 2.

Ubicación del Instituto Tecnológico Superior de Guasave



Fuente: Tomado de Google Earth, 2025.

Condiciones ambientales

Las condiciones climáticas de la zona de estudio a lo largo del desarrollo del experimento (noviembre de 2023 a marzo de 2024) se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1.
Condiciones climáticas a lo largo del periodo experimental

Mes	Temp. (°C) máxima	Temp. (°C) media	Temp. (°C) mínima	Precipitación (mm)
Noviembre	32.5	22.34	14.2	17.2
Diciembre	30.1	20.38	11.1	14.3
Enero	29.4	17.33	5.9	13.6
Febrero	27.2	16.22	4.7	8.1
Marzo	29.3	20.14	6.5	2.1

Fuente: Estación climatológica CONAGUA ubicada en Guasave, Sinaloa.

Establecimiento del experimento

La siembra de las semillas se llevó a cabo el 21 de agosto de 2023 en charolas germinadoras de poliestireno con 200 cavidades, utilizando turba “PEAT-MOSS” como sustrato. A los 30 y 31 días, las plántulas fueron transplantadas al campo abierto del Instituto Tecnológico Superior de Guasave. La distribución de las plantas fue de 1.2 m entre las filas y 30 cm entre las plantas dentro de cada fila.

Para llevar a cabo el experimento, se empleó el híbrido Sweet Hearts de SAKATA, utilizando 200 m² del campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, el cual tuvo acceso restringido para prevenir contaminaciones. El fertirriego se realizó con una solución Steiner al 100% (Steiner, 1961).

Las aplicaciones de los bioinsecticidas se realizaron según el calendario de prácticas de los productores agrícolas de la región de Guasave, sin tomar en cuenta el nivel de infestación o el umbral económico de *B. tabaci*. Estas aplicaciones se hicieron utilizando una aspersora de mochila calibrada previamente para aplicar 250 L-ha⁻¹, según lo indicado por Góngora et al. (2020). En dos dosis, se llevó a cabo un monitoreo diario durante catorce días, y en el día catorce se realizó el conteo total.

Diseño experimental

Con el objetivo de apoyar el logro del ODS 2 y fomentar la agricultura sostenible, en esta investigación se implementó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones. La variable de respuesta fue el efecto de los insecticidas sobre la densidad poblacional de adultos de *B. tabaci* en cada uno de los tratamientos del experimento, los cuales se definieron según la opción de bioinsecticida para el control de la mosca blanca, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tratamientos según el hongo entomopatógeno utilizado para el control de mosca blanca

Tratamiento	Hongo entomopatógeno Dosis 1.2×10^{12} conidios L^{-1}
T1 (Testigo)	Sin aplicación
T2	<i>Beauveria bassiana</i> ®
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i> ®
T4	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> ®

Nota: Esta tabla muestra cada uno de los tratamientos utilizados en el experimento.

Variables evaluadas en el experimento

Densidad poblacional de *B. tabaci*

Se realizaron muestreos de la densidad poblacional de adultos de *B. tabaci* antes de las aplicaciones en los distintos tratamientos establecidos. Se seleccionaron al azar 18 plantas por tratamiento, con 6 plantas por repetición, lo que sumó un total de 72 plantas en los cuatro tratamientos. Para reducir la influencia de factores externos, se consideraron las plantas de las filas centrales de cada tratamiento. El muestreo fue aleatorio, eligiendo tres hojas de cada planta de tomate: una de la parte superior, una del centro y una del tercio inferior. Las densidades de mosca blanca se evaluaron girando las hojas y observando el lado abaxial (Reddy y Miller, 2014).

Porcentaje de reducción (%R)

El porcentaje de reducción (%R) se determinó mediante la ecuación matemática propuesta por Henderson y Tilton, (1955):

$$\%R = \left(1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca}\right) \times 100$$

Donde:

Tb es el número de insectos registrados antes del tratamiento

Ta es el número de insectos registrados después del tratamiento

Cb es el número de insectos registrados en el control antes del tratamiento

Ca es el número de insectos registrados en el control después del tratamiento.

Rendimiento del fruto

A los 73 días después del trasplante (ddt), se recolectaron los frutos de las filas centrales de cada tratamiento, registrando únicamente los frutos no dañados y aptos para la comercialización. Los frutos de tomate se clasificaron en dos categorías: primera calidad (mayores a 160 g fruto⁻¹) y segunda calidad (menores a 160 g fruto⁻¹). El total de frutos se dividió entre el número de plantas en cada tratamiento, y el rendimiento de los frutos de tomate se reportó en kg planta⁻¹, siguiendo la metodología propuesta por Góngora et al., (2020).

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un estudio cuantitativo, en el cual los datos se recolectaron directamente en el campo experimental mediante un muestreo aleatorio. El análisis de los datos se realizó utilizando los programas Minitab 19 y Sigma Plot 14, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) para identificar las diferencias entre los tratamientos del experimento y sus repeticiones. Además, se realizó una prueba de comparación de medias mediante el método de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ para determinar las diferencias entre los ambientes de prueba.

Resultados y discusión

Densidad poblacional y porcentaje de reducción de *B. tabaci*

Se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la densidad de adultos de mosca blanca evaluada en cada uno de los tratamientos (Tabla 3). Esto indica que los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*[®], *Metarhizium anisopliae*[®] y *Paecilomyces fumosoroseus*[®] ejercen un efecto insecticida sobre las poblaciones de *B. tabaci*.

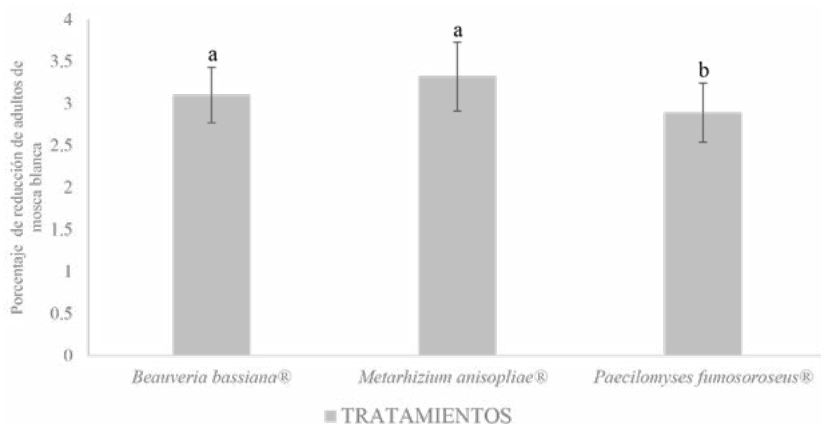
Tabla 3.

Porcentaje de reducción (%R) de adultos de mosca blanca

Tratamientos	% de reducción de <i>B. tabaci</i>
Testigo	0
<i>Beauveria bassiana</i> [®]	38.82 ± 3.03 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i> [®]	36.31 ± 3.33 ^a
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> [®]	18.71 ± 2.41 ^b

^{a b c d} Diferente literal dentro de la columna, indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos.

En la Figura 3 se observa el porcentaje de reducción (%R) de adultos de mosca blanca en el área de estudio, de los resultados se tiene que el mayor porcentaje de reducción fue en el tratamiento donde se aplicó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*[®], con un 38.82 %, dicho tratamiento no mostró diferencia significativa con el tratamiento donde se aplicó el hongo *Metarhizium anisopliae*[®], el cual tuvo un porcentaje de reducción del 36.31 %, sin embargo, ambos tratamientos descritos anteriormente, fueron estadísticamente diferentes comparados con el tratamiento donde se aplicó el hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*[®], el cual tuvo un 18.71% de porcentaje de reducción de adultos de mosca blanca.

Figura 3.*Gráfica de porcentaje de reducción (%R) de adultos de mosca blanca*

Los resultados de porcentaje de reducción evidencian que los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*®, *Metarhizium anisopliae*® y *Paecilomyces fumosoroseus*® poseen un efecto insecticida sobre las poblaciones de adultos de *Bemisia tabaci*. En los últimos años, diversos estudios han evaluado el uso de estos hongos debido a su alta capacidad para suprimir y controlar la mosca blanca tanto en condiciones de invernadero como de campo abierto (Souza et al., 2022). Además, se ha comprobado que los hongos entomopatógenos cuando se combinan con extractos vegetales es eficiente en el control de *B. tabaci*, como lo muestran los resultados de Murillo-Cuevas et al. (2020), quienes reportaron que los tratamientos con aceite de nim combinado con el hongo entomopatógeno *M. anisopliae* y aceite de nim combinado con *P. fumosoroseus* fueron los más efectivos en tomate, mientras que los insecticidas a base de *B. bassiana* y *M. anisopliae* demostraron mayor eficiencia en chile y calabacita, respectivamente. Sin embargo, los hongos entomopatógenos evaluados en la presente investigación, no solo son eficaces contra la mosca blanca, como lo demuestra Cua-Basulto et al. (2022), quienes verificaron la efectividad biológica de *M. anisopliae* en el control de ácaros fitófagos. Igualmente, Ferrer y Salas (2024) demostraron el impacto de *M. anisopliae* sobre la candelilla (*Aeneolamia varia*), una plaga de la caña de

azúcar. En el caso del cultivo de tomate, además de la mosca blanca, otras plagas que afectan tanto el rendimiento como la calidad del fruto, es el gusano del fruto (*Chloridea virescens*), el cual también pueden controlarse de manera sostenible utilizando hongos entomopatógenos como *M. anisopliae* (García et al., 2020).

Rendimiento del fruto en kg planta⁻¹

No hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) en cuanto al rendimiento del fruto (kg planta⁻¹) entre los tratamientos analizados en el área de estudio (Tabla 4).

Tabla 4.

Rendimiento promedio en kg planta⁻¹ de tomate

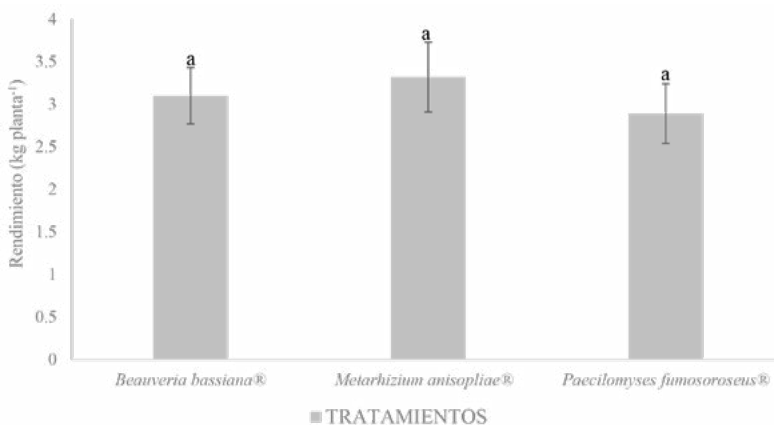
Tratamientos	Rendimiento (kg planta ⁻¹)
Testigo	0
<i>Beauveria bassiana</i> [®]	3.10 ± 0.33 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i> [®]	3.32 ± 0.41 ^a
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> [®]	2.89 ± 0.81 ^a

^{a b c d} Diferente literal dentro de la columna, indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos.

La Fig. 4 muestra los rendimientos obtenidos del híbrido de tomate Sweet Hearts de SAKATA en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, se tiene que los hongos entomopatógenos evaluados para el control de adultos de mosca blanca: *Beauveria bassiana*[®], *Metarhizium anisopliae*[®] y *Paecilomyces fumosoroseus*[®] no comprometen el rendimiento del fruto de tomate, ya que los rendimientos promedios obtenidos en la presente investigación, van de 2.89±0.81 a 3.32±0.41 kg planta⁻¹, valores que rondan el promedio de rendimiento de la región de Guasave, Sinaloa.

Figura 4.

Gráfica de rendimiento promedio en kg planta⁻¹ de tomate



En cuanto a los resultados de rendimiento de frutos de tomate obtenidos en esta investigación, se observó un comportamiento superior a la media nacional reportada por López-Martínez et al., (2016), quienes indican que los rendimientos de producción nacional de tomate varían entre 1.5 y 2.8 kg planta⁻¹. Asimismo, los valores de rendimiento registrados en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave superan los reportados por Góngora et al. (2020), quienes obtuvieron rendimientos entre 2.66 y 1.44 kg planta⁻¹. Esto se atribuye a que el estado de Sinaloa, debido a sus condiciones ambientales derivadas de su ubicación geográfica, se posiciona como líder en la producción de tomate (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2024).

Conclusiones

- El empleo de bioinsecticidas en la agricultura es una práctica que favorece la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos. Además, son métodos agrícolas resilientes que contrubuyen a alcanzar la seguridad alimentaria y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 de la Agenda 2030.

- El tratamiento más efectivo para el control de adultos de mosca blanca fue donde se aplicó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*[®], que resultó en una reducción del 38.82 ± 3.03 % en la densidad de mosca blanca, siendo este el tratamiento con la mayor disminución en la población de adultos de *B. tabaci*.
- En cuanto al rendimiento del fruto de tomate, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos analizados en la presente investigación, lo cual demuestra que la aplicación de hongos entomopatógenos para el control de la plaga no impacta de manera negativa los rendimientos del fruto.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Guasave por el apoyo en la presente investigación.

Lista de referencias

- Cua-Basulto, M. E., Ruiz-Sánchez, E., Chan-Cupul, W., Ballina-Gómez, H., Reyes-Ramírez, A., & Hernández-Núñez, E. (2022). Potencial de hongos entomopatógenos para el manejo de la araña roja. *Avances En investigación Agropecuaria*, 26(Especial), Pags. 7–8. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.13>.
- De Schaetzen, S. (2019). *Organic Agriculture and the Sustainable Development Goals*. : Eosta.
- Eguillor, R. (2020). *Agricultura orgánica ODS, cambio climático: mercado internacional y nacional*.
- FAO. (2009). *Cómo alimentar al mundo en 2050*. Obtenido de [www.fao.org › wsfs › docs › Cómo_alimentar_al_mundo_en_2050](http://www.fao.org/wsfs/docs/Cómo_alimentar_al_mundo_en_2050).
- FAO, a. (2018). *La seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO, b. (2018). *Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS*. FAO.

- FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Agricultura sostenible para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. FAO.
- Ferrer, F., & Salas, J. (2024). De los insecticidas al control biológico de plagas en caña de azúcar: una experiencia de medio siglo en Venezuela. *Revista De Ciencias Ambientales*, 58(1), 1-16. <https://doi.org/10.15359/rca.58-1.1>.
- García G. C., Armenta B. A. D., Gaxiola C. L. A., Vázquez M. N., & Acuña J. M. (2020). Evaluación de insecticidas biorracionales y *Beauveria bassiana* (Vuill) para el control del gusano del fruto del tomate. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 17(1), 17–25. <https://doi.org/10.22231/asyd.v17i1.1320>.
- Henderson, C., & Tilton, E. (1955). *Test with acaricides against the brow wheat mite*. *J. Econ.*, 157-161.
- Ingram, J. (2011). *From Food Production to Food Security: Developing interdisciplinary, regional-level research*. Wageningen University and Research.
- Góngora, C., Sánchez, E., Gómez, H., & Morenos, A. (2020). *Effect of biorational insecticides and neicotinoids on the population density of Bemisi tabaci and fruit yield in tomato*. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 1-9.
- Islam, W., M. Adnan, A. Shabbir, H. Naveed, Y. S. Abubakar, M. Qasim, M. Tayyab, A. Noman, M. S. Nisar, K. A. Khan, and H. Ali. (2021). Insect-fungal-interactions: A detailed review on entomopathogenic fungi pathogenicity to combat insect pests. *Revista Microbial Pathogenesis*. 159: 105-122. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105122>.
- López-Martínez, J. D., Vázquez-Díaz, D. A., Esparza- Rivera, J. R., García-Hernández, J. L., Castruita-Segura, M. A., Preciado-Rangel, P. (2016). Yield and nutraceutical quality of tomato fruit produced with nutrient solutions prepared using organic materials. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 39: 409 – 414.
- Murillo-Cuevas, F., Cabrera Mireles, H., Adame-García, J., Fernández-Vios, J., Villegas-Narváez, J., López-Morales, V., & Meneses-Márquez, I. (2020). Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidas) en la producción de hortalizas. *Biotecnia*, 39-47.

- Neuwirthová, N., M. Trojan, M. Svobodová, J. Vašíčková, Z. Šimek, J. Hofman, and L. Bielská. (2019). *Pesticide residues remaining in soils from previous growing season(s) - Can they accumulate in non-target organisms and contaminate the food web?*. *Science Total Environment*. 646: 1056-1062. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.357>.
- ONU. (21 de octubre de 2015). NACIONES UNIDAS. Obtenido de Asamblea General 70/1. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- ONU. (03 de marzo de 2022). Organización de las Naciones Unidas. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- ONU. (20 de septiembre de 2023). Naciones Unidas. Obtenido de Década de acción: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Reddy, G., & Miller, R. (2014). *Biorational versus conventional insecticides—Comparative field study for managing red spider mite and fruit borer on tomato*. *Crop Protection*, 8892. doi:10.1016/j.cropro.2014.06.011
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (2024). *Panorama Agroalimentario. La ruta de la transformación agroalimentaria 2018-2024*. Disponible:https://drive.google.com/file/d/1NXcDha-B63Z94wjRUVF6f_FK0Urv6cgvJ/view
- Souza, F. M. de, Silva, R.A. da, Magalhães, L. da S., & Loureiro, E. de S. (2022). *Hongos entomopatógenos asociados con el control de la mosca blanca: una revisión*. *Investigación, Sociedad y Desarrollo*, 11 (11), e252111133536. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33536>.
- Steiner, A. (1961). *A universal method for preparing nutrient solution of a Certain desired composition*. *Plant Soil*, 134-154.

Capítulo 2

Dióxido de carbono, indicador ambiental para la habitabilidad y salud en viviendas

Paula María Guevara Fierro¹

Jose Luis Guevara Fierro

<https://doi.org/10.61728/AE20254025>



¹ Docente del programa educativo de Ingeniería Ambiental. Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional de Los Mochis. paula.guevara@uadeo.mx. ORCID: 0009-0004-3213-9880

Introducción

Habitar en armonía dentro de viviendas, es considerar los espacios como un requisito para satisfacer aspectos físicos y psicológicos fundamentales para este fin. Además, dichos espacios deben caracterizarse por: proporcionar seguridad, habitabilidad, salubridad, infraestructura básica y permitir el desarrollo de actividades diarias reflejadas en el estilo de vida de las personas que habitan dichos espacios (Organista, 2019).

Una vivienda puede concebirse como el espacio de las familias en el campo o en la ciudad; construida de distintas dimensiones, formas y materiales; ubicada cerca del centro de trabajo, de los equipamientos de salud, educación y recreación; edificada con esfuerzos propios; utilizada para habitar (CONEVAL, 2018). Que conlleve a una adaptación ambiental de la región en la que se encuentren.

El enfoque hacia un escenario sustentable de habitabilidad y vivienda se define como un factor de bajas emisiones de gases de efecto invernadero abordado desde la creación de hábitat que permita satisfacer las necesidades de la sociedad (Casals et al., 2013).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental establece: “ARTÍCULO 17 señala sobre el manejo ambiental, que tendrán por objeto la optimización de los recursos materiales que se emplean para el desarrollo de sus actividades, con el fin de reducir costos ambientales” (2025).

El Programa de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (ONU Hábitat) señala que la habitabilidad de espacios se relaciona con características y cualidades de un entorno social y ambiental, que contribuyen a mejorar la calidad de vida para todos, al proporcionar vivienda asequible y segura para un ambiente tranquilo y confortable (ONU Hábitat, 2021). En México, el 38.4 % habita en vivienda no adecuada; además, se enfrentan retos y acciones para situar a la vivienda en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2030), considerando a sus

habitantes en primer plano (ONU Hábitat, 2020). Además, se establece que debe existir la relación en todas sus actividades, las cuales incluyen bienestar y estabilidad en espacios protegidos del ambiente, ya que es necesario tener una vivienda donde habitar (CONAVI, 2020).

La OMS define la calidad de vida como “la percepción que tiene un individuo de su posición en la vida en el contexto cultural y los sistemas de valores en el que vive y con respecto a sus metas, expectativas, estándares y preocupaciones. Es un concepto de amplio alcance que está atravesado de forma compleja por la salud física de la persona, su estado fisiológico, el nivel de independencia, sus relaciones sociales y la relación que tiene con su entorno.” (OMS, 2020).

Los especialistas en salubridad consideran necesario que la vivienda se torne un escenario importante para la administración y prevención de riesgos (Miguel et al., 2022). Las condiciones de habitabilidad relacionadas con la afectación a la salud en el interior de los edificios referidos a deficiente calidad del aire interfieren en el bienestar de sus habitantes (Jaimes, 2021). A partir del año 2019, el enfoque de salud en la edificación de vivienda ha tomado una connotación de gran relevancia, donde la habitabilidad para espacios interiores ante la presencia de SARS COV2, causante de COVID-19, en viviendas de interés social, mostró factores ambientales y de salud que deben ser considerados en el interior del hábitat. Como parte de los impactos detonados por la pandemia denominada COVID-19, se observaron afectaciones a los habitantes de viviendas con características poco favorables de habitabilidad, que hoy permiten visualizar nuevas formas enfocadas en mejorar condiciones de bienestar físico y psicológico (Pedraza, 2022).

Implicación de dióxido de carbono en viviendas y salud

La crisis ambiental a la que debe enfrentarse la población es la transformación de los sistemas de producción; se afirma que la habitabilidad es básica para la edificación, ya que se enfoca en satisfacer las necesidades ambientales y de salud del usuario en sus espacios (Casals et al. 2013). En relación con las infecciones propagadas en el ambiente dentro de las viviendas, esto se debe a la existencia de espacios con dimensiones

mínimas y cerrados, produciendo un alto índice de morbilidad, referida a la presentación de sintomatología asociada a diferentes enfermedades, y constituye una separación del bienestar fisiológico o psicológico.

En investigaciones para enfrentar afectaciones ambientales referentes a calidad del aire y salud, para ello Kim et al. (2020) diagnostica que los habitantes se ven afectados en su mayoría por las horas de exposición a concentraciones de partículas en suspensión ambiental PM2.5, las cuales permanecen en el aire por más tiempo. Otro factor fue el ozono; para ello se determinó que un requisito en beneficio de la población consistió en que, al aumentar la calidad del aire en interiores, se reduciría la morbilidad. Que es asociada por sus altos índices de dióxido de carbono (CO₂) a presentar síntomas como dolor de cabeza, mareos, problemas respiratorios en el habitante (López et al., 2020).

La referencia del factor de dióxido de carbono (CO₂) en habitabilidad desde un enfoque ambiental considera lo siguiente:

Calidad del aire por distribución de dióxido de carbono (CO₂) en el interior de las viviendas Sus propiedades según ISO-16000, es un componente natural del aire atmosférico que generalmente se expresa en partes unitarias por millón (1 ppm como fracción de volumen es 1 μmol/mol) y reacciona en condiciones interiores a la atmosfera espacial contribuyendo a un proceso denominado “efecto invernadero”, el cual causa el calentamiento global, otro aspecto es debido a la cantidad de dióxido de carbono liberado por la actividad humana (ISO 16000-26, 2019).

Las condiciones de hábitat relacionadas con la afectación a la salud referidas a deficiente calidad del aire en el interior de los edificios interfieren en el bienestar de sus habitantes (Jaimes, 2021). Determinando que todo habitante tiene derecho a considerar un ambiente saludable para desarrollar actividades y vivir en armonía dentro de sus viviendas.

Con base en lo antes expuesto, el objetivo es conocer el efecto de factores ambientales de dióxido de carbono (CO₂) para la habitabilidad y salud en espacios interiores de viviendas de interés social, tipo dúplex, en un clima cálido seco. Debido a que los actores ambientales y la propagación de virus en las viviendas dúplex de interés social influyen en la habitabilidad ambiental, incrementan el gasto energético y económico, y afectan a la salud, por lo que se genera un déficit de calidad en el interior del edificio, así como carencia de factores habitacionales.

Para lograr el objetivo, se realizó un monitoreo en las viviendas, entre enero del 2022 y diciembre del 2022. En el análisis de los datos obtenidos se empleó estadísticos descriptivos y evaluación mediante un modelo lineal, para examinar la tendencia en respuesta al factor ambiental de CO₂, sobre rangos basados en ISO7726, ISO16000 y OMS (ISO7726, 2001; ISO1600, 2019; OMS, 2021), para las mediciones enfocadas en cuatro periodos: cálido, frío y dos de transición, en su clima cálido seco, ubicadas en Infonavit Palos Verdes de Los Mochis, Sinaloa.

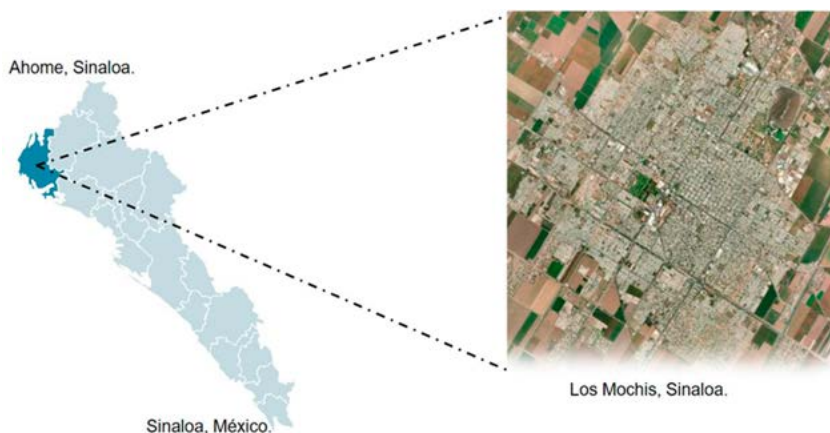
Metodología

Los riesgos que los factores ambientales en relación a la salud por enfermedades, exposición a niveles de contaminación por CO₂, donde los residentes se enfrentan dentro de sus espacios (CONAMA, 2018).

Para el desarrollo del estudio se determinó una tendencia al diseño cuasiexperimental debido a que dichos grupos ya están conformados (Hernández, 2014). El análisis se realizó mediante un monitoreo ambiental para la habitabilidad en viviendas; la medición fue simultánea en tiempo real utilizando instrumentos digitales con sensores infrarrojos, los cuales registraron datos para el dióxido de carbono (CO₂)

El estudio se realizó en Los Mochis Sinaloa, ciudad del noroeste de México, que se encuentra en una latitud 25°33'50" N y longitud 108°46'00" O, y con una altura sobre el nivel del mar de diez metros. El clima es de tipo seco cálido, con temperatura máxima anual de 48°C y mínima anual de 18°C (; IMPLAN 2015; CONAGUA 2022). El caso de estudio fue en el conjunto habitacional Infonavit Palos verdes en espacios interiores de viviendas tipo dúplex en dos niveles.

Figura 1
Localización del área de estudio



Para la selección del sitio se consideró requerimientos y características como soporte que determinen el tipo de vivienda para el estudio basándose en lo siguiente:

- Viviendas de ingresos bajos, para el estado de Sinaloa se considera el salario mínimo \$248.93 diarios vigente a partir del 1 de enero del 2024, establecidos por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONSAMI, 2023).
- Vivienda en zona urbana.
- Vivienda seriada determinada como construcción masiva.
- Vivienda vertical.

Con los parámetros establecidos se determinaron los que tienen un mayor porcentaje de representatividad, localizadas en Infonavit Palos Verdes, ubicado en el noroeste de la zona urbana de Los Mochis, clasificado en zonificación secundaria (H-3) habitacional, densidad 300 H-Ha (IMPLAN, 2022).

Para la elección de las viviendas se consideraron los perfiles de los habitantes; fueron familias conformadas por madre con actividad en el hogar, padre dedicado a trabajo e hijos que asisten a la escuela, en un rango de 4 a 5 personas por vivienda. Además del cumplimiento de características en similitud de la composición arquitectónica de espa-

cios y materiales con la finalidad de obtener mediciones con la mínima variabilidad posible (Varela et al., 2018; García-Ballano et al., 2022).

Las características morfológicas de la vivienda que se consideraron para el estudio fueron referentes a materiales simples, fabricadas con muros de bloque de concreto pesado con acabado en aplanado de yeso, techo de concreto armado con varilla, acabado con textura rugosa, ventanas con marco de fierro y vidrio de 0.05 m, puertas de madera de 0.08 m. Con área de 54 m² construidos, se conforma de 3 recámaras, cocina, sala-comedor, baño y patio de servicio (Figura 2).

La selección del espacio interior de la vivienda se realizó mediante la herramienta metodológica de los criterios de Bentley (1999), como apoyo para diagnosticar la sala-comedor como el espacio más apto debido a la capacidad para desarrollar diversas actividades con mayor porcentaje de concentración de residentes.

Figura 2

Viviendas tipo Dúplex 01 en primer nivel y dúplex en segundo nivel



En referencia a datos climáticos de Los Mochis, Sinaloa, se formaron cuatro temporadas de estudio:

- 1) Período cálido (julio-agosto), debido a que se consideró la temperatura de bulbo seco máxima de $<40^{\circ}\text{C}$, se presentó constantemente durante los meses de julio y agosto.
- 2) Se determinó período frío por la temperatura de bulbo seco mínima de $>10^{\circ}\text{C}$, presentada en su mayor porcentaje en el mes de enero.

3 y 4) Períodos de Transición se obtuvieron en los meses de octubre noviembre y marzo-abril, debido a que se presentó similitud en temperatura de bulbo seco entre 20 °C y 24 °C. Por las condiciones anteriores el estudio se consideró para los cuatro períodos del año.

Instrumento de recolección de datos para el monitoreo

Se desarrollaron monitoreos ambientales en áreas donde se realizan la mayoría de las actividades diurnas dentro de los espacios (Susymary y Perumalsamy, 2020; Gonzalo et al., 2022). Se consideraron factores de calidad ambiental en espacios interiores, a través de mediciones de CO₂, las cuales generaron importantes resultados.

El equipo de medición digital se seleccionó con el propósito de reducir la actividad del habitante en la recolección, almacenamiento y transferencia de datos; además, se consideró no requerir capacitación de uso especializado para su colocación de acuerdo a ISO 16000, en la cual se establecen parámetros de control dentro del espacio (ISO 16000; Jaimes et al. 2021).

Los instrumentos se seleccionaron con sensores digitales de acuerdo con las ISO 7730, ISO 7726; se tuvo en cuenta la calidad y niveles de precisión para la confiabilidad de las mediciones, con el propósito de que sea mínimo el porcentaje de error. La selección fue de acuerdo al menor porcentaje de error, siendo $\pm 3 \%$, y con sensor infrarrojo (ISO 7726:2001). Las características del instrumento de medición se identifican por principios de absorción de luz infrarroja para detectar el gas de dióxido de carbono (CO₂) (Tabla 1).

Además de contar con amplia capacidad para almacenamiento de datos tomados en tiempo real, los cuales se transfirieron a un equipo de cómputo (Figura 3), los dispositivos se colocaron en los espacios determinados para el monitoreo y registro de datos del estudio.

Tabla 1.
Características del instrumento de medición para el monitoreo

Medición	Rangos
Rango de medición de dióxido de carbono CO ₂	0-9999 ppm
Resolución dióxido de carbono CO ₂	1ppm
Rango de medición de temperatura de bulbo seco	-20 -60 °C
Precisión de la medición de temperatura de bulbo seco	± 1 °C
Resolución de temperatura de bulbo seco	0.01 °C
Rango de medición de humedad relativa	0 ~ 99% RH
Precisión de medición de humedad relativa	± 2% RH (20 ~ 80% RH)
Resolución de humedad relativa	0.01% RH

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.
Instrumento captador de Dióxido de Carbono (CO₂) para el monitoreo



Fuente: Álbum de imágenes propias.

Para la interpretación de las mediciones de la variable ambiental en el interior de las viviendas se tomaron en cuenta normas y parámetros de confort ambiental y salud al interior de los espacios, basado en rangos de bienestar humano, mediante una ponderación de relación de datos (Tabla 2).

Tabla 2.*Parámetros de CO₂, para el bienestar humano en espacios interiores*

Variable	Muy insalubre	Insalubre	Moderado	Aceptable	Bienestar	Referencia
Dióxido de carbono (ppm)	> 2500	> 1000	600 1000	400 600	< 400	ISO 16000

Fuente: Elaboración propia.

Para la recolección de datos, apoyado en estudios realizados por Del Campo et al. (2020), enfocados al monitoreo, permitió considerar los factores de estudio basado en actividades del habitante y condiciones climáticas para determinar los horarios de muestreo de 9:00 a 17:00 horas, tiempo para colocar el instrumento en el espacio interior de la vivienda y también se capacitó a dos amas de casa que apoyaron el proceso.

Para realizar monitoreo se analizó la ISO 16000-26, lo cual permitió determinar la ubicación de los instrumentos colocados en la altura de 0.60 m, de manera que se colocaron en muebles del interior de la casa, tales como mesas de esquina o estantes para televisión (Canul, 2018; ISO 16000, 2019). Se tomaron los datos en tiempo real al interior de dos viviendas tipo dúplex vertical para el primer nivel y el segundo nivel, en la etapa de enero a diciembre del 2022, contemplando cuatro períodos temporales, en los que se generó un total de 6997 datos, para cuantificar la habitabilidad ambiental de las edificaciones. Los valores del monitoreo considerado, el CO₂, en los diferentes periodos; el análisis se realizó con estadísticos descriptivos y evaluación mediante un modelo general lineal, para examinar la tenencia de respuesta del factor ambiental, lo cual permitió cuantificar la habitabilidad ambiental en el interior de los dos tipos de casa habitación, sobre rangos basados en normativas ISO.

Resultados

En la interpretación de los datos monitoreados durante los cuatro periodos establecidos, la comparación se desarrolló mediante estadísticos descriptivos y modelo lineal para indagar la tendencia del factor ambiental. El análisis se realizó entre el tipo de vivienda y la variable ambiental regis-

trada en el interior de la vivienda, lo cual permitió analizar la variable para explicar la variabilidad dióxido de carbono (CO₂) en las viviendas, donde su influencia es de importancia para la calidad ambiental en espacios interiores y en relación a la salud.

La comparación entre los dos tipos de viviendas es una suma de rangos en relación a la variable ambiental de dióxido de carbono (CO₂); los valores más altos corresponden a Dúplex 01; en caso contrario, la casa Dúplex 02 en sus datos se encontró el menor rango de valores (Tabla 3). Lo anterior indica que la vivienda con mayor valor en su rango contiene mayor cantidad de dióxido de carbono.

Tabla 3.

Suma de rangos para los dos tipos de vivienda en relación a CO₂

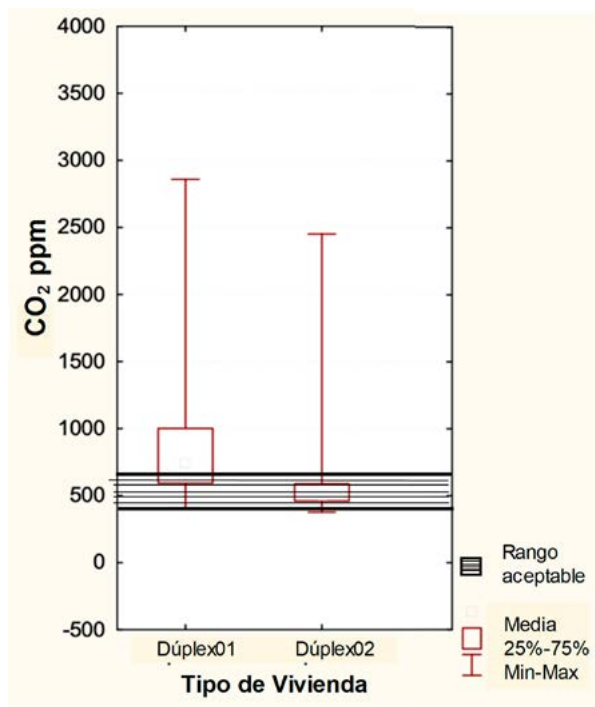
	Código	Valid - N	Suma de Rangos
Duplex01	101	4439	99917890
Duplex02	102	4367	65073423

Nota: Análisis de CO₂, suma de rangos por tipo de casa prueba de Kruskal-Wallis, Anova.

El comportamiento de los datos del monitoreo presentó diferentes parámetros en las viviendas analizadas, para la casa tipo Duplex01 los valores de dióxido de carbono (CO₂), se encuentran en 850 ppm, por encima del rango establecido por OMS y recomendaciones de la norma ISO. Mientras en la vivienda tipo Dúplex02, presentó un menor registro de valores los cuales se encuentran dentro del rango de 500 a 600 ppm, admisible basado en normativa ISO-16000, donde establece que los parámetros de 400 ppm -600 ppm, se encuentran dentro de una categoría aceptable para el bienestar humano (ISO 16000, 2019).

Figura 4.

Correlación de dióxido de carbono (CO_2) y tipo de viviendas, analizadas en Los Mochis Sinaloa



Discusión

Como resultado, el comportamiento general de dióxido de carbono debe ser considerado como parte de la habitabilidad debido a que sus niveles tienen un constante intercambio en el ambiente de acuerdo a diversas actividades dentro de los espacios de las edificaciones (ISO16000).

En el comportamiento del monitoreo en la suma de rangos, los datos de la vivienda Dúplex01 presenta problemas, ya que sus valores muestran una mayor cantidad de CO_2 ; en caso contrario, la vivienda Dúplex02 tiene un menor registro. Esto se podría explicar que, debido al tipo de vivienda con mayor valor en sus rangos, el aumento de dióxido de carbono (CO_2) en espacios interiores, un porcentaje es producido por la actividad de cocinar (combustión). Otro aspecto es cuando se realizan

reuniones aumentando el número de personas dentro del espacio interior, lo cual genera altas concentraciones producidas y liberadas dentro de un ambiente (Regueiro, 2022).

Para la comparación del dióxido de carbono entre los dos tipos de viviendas, sus diferencias radican en la actividad del residente, por cada período para el estudio. En la relación se aprecia que varias zonas están por encima de los 600 ppm, lo cual indica una baja calidad del aire. En la distribución de datos donde presentaron valores máximos por arriba de 600 ppm-1000 ppm, señala un alto grado de contaminación, por encima de los aceptables, lo cual indica consecuencias negativas en la salud de los ocupantes, como la generación de alergias, el asma y la transmisión de virus. Este comportamiento coincidió con lo mencionado por Lu et al. (2022).

El patrón de registros de dióxido de carbono de acuerdo al tipo de vivienda se podría explicar debido a que las casas-habitación tienen un comportamiento diferente por sus diversas actividades y concentración de los habitantes al interior de sus espacios, donde aumentan los niveles de concentración de CO_2 . Este comportamiento coincidió con lo mencionado por Regueiro (2022). Otro factor es la disminución de la cantidad de ventilación por mantener ventanas y puertas cerradas, conforme a lo mencionado por Fabbri y Tronchin (2015), ISO 16000 (2019).

Conclusión

La influencia de carbono (CO_2), es un parámetro de importancia para la habitabilidad y calidad ambiental del interior de los espacios tanto epidemiológico como de sensación con estrecha relación a la salud, según especificaciones de Pei et al. (2022).

La evaluación de factores de habitabilidad y su relación con bienestar dentro de las viviendas tipo dúplex, están fuera del rango óptimo, superior a 600 ppm parámetros de confort considerados por la OMS. Por lo tanto, las condiciones déficit de salud que se presentan en espacios interiores de las residencias están directamente vinculados con sus factores ambientales, entre ellos el dióxido de carbono (CO_2) y número de residentes relacionados con el porcentaje de transmisión del virus y la cantidad de personas contagiadas, asociado con afectaciones. Esto

permite considerar los efectos de factores ambientales monitoreados al interior de dichos edificios sobre las condiciones de habitabilidad y morbilidad, elementos y requisitos integrados a las condiciones de diseño y normativa para la construcción.

La salud y el bienestar de un individuo o sociedad dependen, a su vez, de la medida en que su medioambiente satisface sus necesidades.

Los factores ambientales para la habitabilidad deben valorarse como elementos para mejorar la calidad de espacios interiores y mejorar la salud preventiva, por lo que se proporcionan criterios específicos para establecer el diseño y normativas de construcción para viviendas. Los resultados se presentan como una propuesta más al servicio de la investigación para proponer soluciones a problemas ambientales desde la óptica del hábitat y la salud.

Bibliografía

- Bentley, I. (1999). *Entornos vitales: hacia un diseño urbano y arquitectónico más humano, manual práctico*. Gustavo Gili Diseño.
- Casals-Tres, M., Joaquim, A.-A. y, Cuchí Burgos, A. (2013). Aproximación a una habitabilidad articulada desde la sostenibilidad: Raíces teóricas y caminos por andar. *Revista INVI*, 28(77), 193–226.
- Camara de diputados H. Congreso de la Unión (2025). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental ARTÍCULO 17. http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/008_comisiones-lx/001_ordinarias/025_medio_ambiente/011_sist_de_manejo_ambiental
- Canul E.L.(2018). *Método para determinar el rango de confort térmico estándar en espacios interiores para climas de México*. Tesis doctoral en arquitectura Universidad de Colima.
- CONAVI. (2020). *Criterios Técnicos para una Vivienda Adecuada, Comisión Nacional de Vivienda*. Comisión Nacional de Vivienda. <https://www.gob.mx/conavi/documentos/criterios-tecnicos-para-una-vivienda-adecuada-conavi>
- CONAMA. (2018). Habitabilidad y salud. Congreso Nacional del Medio Ambiente, Rumbo 20.30 Fundación Conama. <https://www.ccoo.es/057b55d048a9b955e5d3be5b3ecb3b7f000001.pdf>

- CONEVAL (2018). *Estudio diagnóstico del derecho a la vivienda digna y decorosa*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. www.coneval.org.mx
- CONSAMI. (2023). *Diario Oficial de la Federación los salarios mínimos vigentes 2022*. Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. <https://www.gob.mx/conasami/articulos/se-publican-en-el-diario-oficial-de-la-federacion-los-salarios-minimos-vigentes-a-partir-del-1-de-enero-de-2022?idiom=es>
- Del Campo, Saray, F. J. M., Anguiano, R. V., Morales, G. B. & Gómez, C. G. (2020). Desarrollo de índice de habitabilidad térmica en periodo frío para espacios públicos exteriores. *Rev. de Ciencias Tecnológicas*, 3(3), 145–172.
- García-Ballano Javier, C., Ruiz-Varona, A., Monné Bailo, C., & Cabello Matud, C. (2022). Monitoring of housing blocks in Zaragoza (Spain) to validate the energy savings calculation method for the renovation of ZEB dwellings. *Energy and Buildings*, 256, 111737. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111737>
- Gonzalo, F. del A., Griffin, M., Laskosky, J., Yost, P., & González-Lezcano, R. A. (2022). Assessment of indoor air quality in residential buildings of New England through actual data. *Sustainability*, 14(2), 739.
- IMPLAN. (2015). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Ahome. IMPLAN. <https://www.implanahome.gob.mx/DocumentoTecnico.html>
- ISO 16000-26. (2019). International Organization for Standardization. Indoor air- Sampling strategy for carbon dioxide (CO₂).
- ISO 7726. (2001). Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities. Bs En Iso 7726:2001, 1, 1–62.
- ISO 7730. (2006). Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.
- Jaimes Torres, M., Aguilera Portillo, M., Cuerdo-Vilches, T., Oteiza, I., & Navas-Martín, M. Á. (2021). Habitability, resilience, and satisfaction in Mexican homes to COVID-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6993. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136993>

- Kim, S. E., Xie, Y., Dai, H., Fujimori, S., Hijioka, Y., Honda, Y. & Kim, H. (2020). Air quality co-benefits from climate mitigation for human health in South Korea. *Environment international*, 136, 105507.
- López Bueno Rúben, Calatayud Joaquín. Casaña J., Casajus J., Smith L. Tullym. & López Sanchez G. (2020). COVID-19 Confinement and Health Risk Behaviors in Spain Front. *Psychol.* 11:14-26. doi: 10.3389/fpsyg.2020.01426
- Lu, Y., Niu, D., Zhang, S., Chang, H., & Lin, Z. (2022). Ventilation indices for evaluation of airborne infection risk control performance of air distribution. *Building and Environment*, 222, 109440. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109440>
- Miguel Velasco, Andrés Enrique, Ruffo Cain López Hernández & Andrés Miguel Cruz. (2022). “Vivienda Saludable y Estado de Salud En Las Ciudades. El Caso de Oaxaca, México.” *Rev. Región y Sociedad* 34:e1514. doi: 10.22198/rys2022/34/1514.
- ONU Hábitat (2020). *El Plan Estratégico 2020-2023 reafirma a la ONU-Hábitat como entidad global y centro de excelencia e innovación*. ONU Habitat.
- ONU Hábitat (2020). *El Plan Estratégico 2020-2023 reafirma a la ONU-Hábitat como entidad global y centro de excelencia e innovación*. ONU Hábitat.
- ONU Hábitat (2021). *La Nueva Agenda Urbana en español*. ONU Hábitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>
- Organista, C. M. (2019). *Habitabilidad de los conjuntos habitacionales de interés social y su relación con la ciudad*. Repositorio Nacional CONACYT.
- Pedraza Gómez, L. F. (2022). *Condiciones de habitabilidad en las viviendas populares y sus impactos en la salud biopsicosocial de los habitantes de la colonia Casa Blanca, Xalapa, Veracruz* (Tesis de maestría, Universidad Veracruzana) Repositorio Institucional UV <https://cdigital.uv.mx/handle/1944/52603>
- Pei Jingiing, Qu Meinan, Wang Yihuui (2022). *The relationship between indoor air quality (IAQ) and perceived air quality are review and case analysis of Chinese residential* <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.09.005>

- Regueiro, T. N. D. (2022). *Calidad del aire interior en viviendas: determinación de las necesidades de ventilación por concentración de CO₂*.
- Susymary, J., & Perumalsamy, D. (2020). Innovative Methods of Air Pollution Exposure Assessment for Environmental Safety. *Procedia Computer Science*, 171, 689–698.
- Varela, S., Viñas, C., Rodríguez, A., & Aguilera, P. (2018). Análisis del comportamiento térmico del Sistema SATE: Edificio rehabilitado en Madrid= Analysis of the thermal behaviour of the ETICS system: Rehabilitated building in Madrid. *Anales de Edificación*, 4(4), 35–41. <https://doi.org/10.20868/ade.2018.3851>

Capítulo 3

Efecto de un fertilizante húmico en el desarrollo pretrasplante de ceiba (*Ceiba pentandra*) bajo condiciones de invernadero en el municipio de Choix, Sinaloa, México

*César Chávez Reyez*¹

*José Soledad Ibarra Rivera*²

*Carlo Adriel Ibarra Romero*³

<https://doi.org/10.61728/AE20254032>



¹ Ingeniería Forestal Comunitaria, Universidad Autónoma Indígena de México, Unidad Choix; ch.cesarrz@gmail.com; ORCID: 0009-0003-6520-6464.

² Ingeniería en Sistemas de Calidad, Universidad Autónoma Indígena de México, Unidad Los Mochis; soledad.ibarra@uaim.edu.mx; ORCID: 0000-0001-5165-7000. Autor para correspondencia.

³ Licenciatura en Estadística, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo; adriel.ibarraro@gmail.com; ORCID: 0009-0009-4232-6125.

Resumen

En el presente trabajo se realizó una investigación de la *Ceiba pentandra*, que históricamente representa un recurso forestal ampliamente aprovechado. Con el fin de conocer más a fondo este árbol, se describe su morfología, su floración, fructificación, tipos de polinización, su taxonomía, su distribución, hábitat y sus usos. A partir de este conocimiento, se planificó un experimento consistente en la aplicación de un fertilizante húmico a 30 plantas de ceiba, en su etapa de desarrollo pretrasplante, para determinar si existe o no un efecto derivado de la aplicación del fertilizante.

Introducción

México es el tercer país con mayor diversidad biológica del mundo; esta diversidad es el resultado de la compleja orografía y de los diversos climas que se encuentran a lo largo del territorio nacional. México no solo posee un alto número de especies, sino también una amplia variedad de ecosistemas. Se estima que en nuestro país se encuentra el 12 % de la biodiversidad total del planeta, y ocupamos el quinto lugar a nivel internacional en plantas vasculares. Otro hecho importante es que nuestro país se caracteriza por tener en su territorio el 50 % de plantas endémicas, es decir, que no existen en otro lugar (CONABIO, 2017). Lo anterior representa un gran compromiso para los profesionistas del futuro, puesto que deben procurar conservar la biodiversidad del país.

Aun, con todo el conocimiento de flora que se tiene en el país, existen especies que por diversas razones han sido poco estudiadas, siendo este el caso de la *Ceiba pentandra*, que, si bien se tienen registros históricos de su importancia y los múltiples usos de su madera, en las últimas décadas, paso a un segundo plano, optando los grandes productores por aprovechar otras especies.

En el caso de México a diferencia de algunos países de Asia, se ha venido subutilizando a la *C. pentandra*, ya que de esta se pueden producir aceites, lubricantes y solventes en la manufactura de pintura, entre muchos otros productos. El territorio mexicano cuenta con zonas y climas adecuados para establecer plantaciones y potencializar productos derivados de la ceiba, gracias a su rápido crecimiento y que no exige de muchos cuidados, lo que permite un aprovechamiento rápido en comparación con otros árboles longevos, lo que nos invita a reencontrarnos con esta fabulosa especie y todo el potencial.

Como se mencionó previamente, *C. pentandra* es un árbol con amplio potencial de aprovechamiento y buena distribución a nivel nacional (teniendo destacada presencia en Sinaloa). Este potencial no se limita a la parte ecológica del árbol, sino que se extiende al área económica y biocultural, representando una opción en la región para su establecimiento de manera comercial, con vista a que las comunidades rurales lo aprovechen de manera sustentable.

Para lograr que las comunidades locales se interesen por la *C. pentandra*, es importante realizar estudios e investigar que nos permitan establecer los procesos para su aprovechamiento sustentable, que incluye, pero no se limita a, requerimientos para su germinación, crecimiento y reproducción; plagas que la atacan; potencial de mercado; vías de distribución; entre otras.

Generalidades

Planta originaria de América central. Se extiende desde el sur de México hasta Venezuela, Brasil y Ecuador. En los trópicos del Viejo Mundo (regiones tropicales de África occidental y Asia). Se ha introducido en los archipiélagos de las Bermudas y Bahamas. (*Fructibus et Seminibus Plantarum* 1791). Se le puede encontrar en climas tropicales; estos oscilan entre los 18° y los 37° C (CONAFOR 2017).

Especie de amplia distribución geográfica; en la vertiente del Golfo se distribuye desde el sur de Tamaulipas hasta la península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas. Altitud: 0 a

1,500 m. (Lesur L. 2011). De acuerdo a Alcalde-Méndez y colaboradores (2014), la Ceiba la podemos encontrar en bosques húmedos cálidos, estando ampliamente distribuida en los márgenes de los ríos y bancos ribereños; con frecuencia crece en terrenos talados, abandonados y a lo largo de los caminos. Se desarrolla en gran variedad de condiciones edáficas, desde suelos arenosos con drenaje muy rápido hasta suelos arcillosos e inundables parte del año. Prospera en terrenos calizos cársticos sobre roca madre de origen volcánico, a menudo sobre litosoles. Suelos: calcáreo, neutro, inundado (CONAFOR, 2009).

Las características más representativas de la ceiba de acuerdo con Alcaraz (1999), CONAFOR (2009) y Rodríguez et al. (2009) son:

Árbol gigantesco, con perfil arbóreo superior, caducifolio, de 20 a 40 m (hasta 70 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 3 m, medido sobre las raíces tubulares. El tronco se aprecia cilíndrico sólido, grueso y recto, con contrafuertes grandes y bien desarrollados, con una corteza externa lisa a ligeramente fisurada en ocasiones, gris plomiza a verdosa, cubierta de espinas cónicas, sobre todo en los individuos jóvenes. Su xilema de color crema amarillento, granulosa con presencia de abundantes fibras (con un grosor promedio de 18mm).

Con presencia de espinas cónicas en el tronco, las ramas y las raíces; especialmente en ejemplares jóvenes, estas espinas se presentan numerosas y filosas. A diferencia de otras espinas, que se originan a partir de hojas o tallos modificados, las espinas epidérmicas de la ceiba no contienen haces vasculares y por esta razón son fáciles de remover con el golpe sólido.

Las raíces tabulares angostas extraordinariamente grandes, de 15 a 30 cm de grueso, se extienden horizontalmente en un radio de hasta 3 m. Sus contrafuertes o tabulares (estructuras intermedias entre el tronco y las raíces) anclan y estabilizan el árbol. Los contrafuertes grandes se desarrollaron en el lado del árbol que enfrenta la dirección prevaleciente del viento, de modo que funcionan como cables en tensión y no como muros en compresión.

Su copa es redondeada o plana, muy amplia (con cobertura de hasta 50 m); las hojas, alternas, aglomeradas en las puntas de las ramas, palmado-compuestas, de 11 a 40 cm de largo, incluyendo el pecíolo,

compuestas de 7 a 8 folíolos, de 5 x 1.5 a 15 x 4 cm, angostamente elípticos. Con flores numerosas en fascículos axilares caídos, de 4 a 8 cm de largo; flores actinomorfas, perfumadas; cáliz verde pardusco en forma de copa, cupuliforme, grueso y carnoso; pétalos blancuzcos a rosados, amarillos o dorados.

El fruto es una cápsula oblonga o elíptica, de 5 valvas, de 8 a 14 cm de largo por 4.5 a 7 cm de ancho, con el cáliz persistente, péndulas, pardo morenas. Contienen muchas semillas y fibras lanosas. Se abren a lo largo de 5 líneas. Un fruto contiene de 120 a 175 semillas negras y globosas, de 4 a 8 mm de largo, rodeadas por abundante vello sedoso color blanco tendiendo a gris plateado.

Fenológicamente hablando, pierden las hojas al inicio de la época seca, antes de la floración, entre enero y marzo, y lo renuevan un poco después. Florece de diciembre a marzo. Los árboles no florecen anualmente. Fructifica de abril a junio y su polinización es principalmente quiropterófila (murciélagos), entomófila (abejas) y anemófila (viento). Se puede propagar de forma asexual por medio de estacas o esquejes, no muy recomendable porque existen ramas plagiotrópicas que no se desarrollan en plantas erectas. También lo puede hacer de forma sexual por siembra directa de sus semillas.

Usos

La ceiba se puede emplear para elaborar artesanías (juguetes, instrumentos musicales y artículos torneados) del mismo modo, se puede utilizar como combustible (leña y carbón), su madera es suave y liviana no duradera (por lo que se usa para fabricar canoas, balsas, salvavidas, acuaplanos, aeromodelos, flotadores, centros para madera terciada, cajas de empaque, acabados de interiores, lápices, chapa, boyas, madera rústica, cabos para cerillos, maquetas, aisladores de sonidos y vibraciones), inclusive las hojas, flores y semillas tiernas, son comestibles, además, en la industria se extrae de las semillas un aceite amarillo con buen olor y sabor que se emplea para cocinar, hacer jabón, como lubricante y como suplemento alimenticio para animales. (*Fructibus et Seminibus Plantarum* 1791, Maury, A. (2015), CONAFOR, 2009).

También se ha evaluado su potencial como biocombustible y como solvente en la producción de pinturas. Del mismo modo, la fibra algodonosa que rodea las semillas (kapok) se utiliza en la industria como aislante térmico y acústico en cámaras frigoríficas y aviones; se emplea para rellenar colchones, almohadas, salvavidas, chamarras, bolsas de dormir, flotadores. El kapok es quebradizo e inflamable y no se presta para hilado ni tejido. Cada fibrilla mide de 0.8 a 3 cm de largo; forman pequeños tubos de aire revestidos de cera, haciéndola resistente, elástica, ligera y repelente al agua. Tiene un poder de flotación 5 veces mayor que el corcho y 8 veces más ligera que el algodón (Maury, A. (2015), CONAFOR, 2009).

La corteza tiene propiedades medicinales para curar heridas, hidropesía, granos, reumatismo, antiespasmódico, emético y diurético. El exudado del sirve para curar enfermedades intestinales, mientras que las hojas contienen alcanfor, lo que hace que se puedan utilizar sobre todo para catarros, inflamación de las vías respiratorias y nariz congestionada. El tallo es un antiinflamatorio de postemas y tumores; también sirve para el dolor de muela. La flor sirve para las quemaduras y salpullido y un extracto acuoso y de metanol que se obtiene del exudado de la corteza tiene propiedades antidiabéticas de acuerdo con el Departamento de Farmacología y Toxicología, Educación Farmacéutica Centro de Investigación y Desarrollo (PERD), Ahmadabad, India (Seagleau Earle J. 2008). También es extendido su empleo en rituales y ceremonias culturales; asimismo, es una planta melífera de gran valor, por lo que es importante para la apicultura (CONAFOR, 2009).

C. *pentandra* en la época precolonial

López (1997) describe la importancia que tenía la ceiba en las culturas mesoamericanas, nos explica cómo para ellos el árbol de ceiba era el origen del universo, siendo un puente entre el cielo, la tierra y el inframundo, además de describir quienes habitaban cada uno de estos lugares de la siguiente manera: “Los hombres ocupan el espacio central, en el piso inferior está el inframundo, habitado por las almas de los muertos y algunas deidades. En el último nivel el cielo donde vive el creador en las

mismas condiciones, rodeado de su familia en una selva del firmamento; ahí siembra maíz en su milpa y vigila el fervor de las criaturas terrestres que se manifiesta mediante ritos y ofrendas”. El orden universal depende del equilibrio existente entre esos tres niveles, permaneciendo hasta nuestros días en la herencia cultural maya de los lacandones, ya que para ellos la ceiba tiene gran importancia Singer-Marion (2000).

La importancia de la ceiba en nuestro país se remonta a la mitología maya, que describe como en el centro del mundo crece un árbol gigantesco cuyas raíces salen del inframundo y cuya copa alcanza el cielo. Este árbol, es la ceiba (yaax che), que significa “árbol verde”, el sostén del mundo y tiene una serie de representaciones vinculadas con la fecundidad y la fertilidad humana. Cabe destacar, que la ceiba en su representación de “Árbol de la vida”, es un aspecto cosmológico compartido por las diversas culturas mesoamericanas (Singer-Marion op cit.).

C. *pentandra* en el siglo XVIII y XIX

La ceiba fue nombrada por Carlos Linneo en 1751, apareciendo publicado en su libro *Systema naturae* (Sistema natural), el primero de una serie de trabajos en los que presentó su nueva propuesta taxonómica para los reinos animal, vegetal y mineral. Lineo le otorga en ese momento el nombre de *Bombax pentandrum*. *Bombax* deriva del griego *bombyx*, que significa seda, por el parecido de la seda con las fibras que rodean las semillas de la *ceiba*, y *pentandrum* significa con cinco estambres. En 1791, Joseph Gaertner movió la especie al género *Ceiba* (Maury A. 2015). Actualmente, su taxonomía es como se muestra a continuación (tomada de ITIS, 2017):

Reino: *Plantae*

SubReino: *Viridiplantae*

InfraReino: *Streptophyta*

Superdivisión: *Embryophyta*

División: *Tracheophyta*

Subdivisión: *Spermatophytina*

Clase: *Magnoliopsida*

SuperOrden: *Rosanae*

Orden: *Malvales*

Familia: *Malvaceae*

Género: *Ceiba* Mill.

Especie: *pentandra* (L.) Gaertn

Sinonimias

Bombax pentandrum L.

Ceiba caribaea (DC.) A. Chev.

Eriodendron anfractuosum DC.

C. *pentandra* en el siglo XX al presente

Los avances científicos en el conocimiento de la *C. pentandra* han sido muy puntuales y relativamente escasos, iniciando con Segleau en 2008, que expone las propiedades medicinales de la ceiba, destacando su uso como analgésico, antiséptico y diurético (entre otros). Para 2009, Peraza-Flores da una breve descripción sobre la dispersión de las semillas, la relación de la ceiba con la cultura maya y la distribución de la planta en nuestro país, así como algunas características repetitivas del árbol. Rodríguez y Jamangapé (2009) en su libro “Frutos y semillas de árboles tropicales de México” crean una descripción muy completa de las semillas y fruto de la ceiba, haciendo hincapié en las fechas de recolección de las semillas, y además, proporcionan imágenes que ayudan a identificar sus características principales. En el 2011, Lesur, en su reedición del libro “árboles de México”, describe nuevamente a la *ceiba*, actualiza su distribución en México (en la vertiente del golfo, desde el sur de Tamaulipas, hasta la península de Yucatán; y en la vertiente del Pacífico,

desde Sonora, hasta Chiapas) y presenta nuevos registros de distribución altitudinal (Altitud: 0 a 1,500 msnm). Por último, Maury (2015) hace una descripción muy completa de la especie para las selvas de Costa Rica en su libro “La Ceiba”, proporcionando información sobre la distribución de la ceiba en el mundo y Costa Rica.

Por tales razones expuestas con anterioridad es que se planteó en esta investigación determinar si la aplicación de *humus* líquido de lombriz en etapas previas al trasplante tiene efectos en el desarrollo de *Ceiba pentandra*, bajo condiciones de invernadero.

Metodología

Descripción del área de estudio

La cabecera del municipio de Choix en el Estado de Sinaloa, México, se encuentra ubicada a los 26° 37' 18.0" Longitud y -108° 19' 16.0" de Latitud, su altitud promedio es de 368 metros sobre el nivel del mar. En el 2020 su población se estimó en 950 habitantes de los cuales 5,43 % se autoadscribían como indígena (INEGI, 2021; SEDESOL, 2021). En lo referente al ámbito social-económico para el 2022 el municipio de Choix aparece enlistado en el “DECRETO por el que se formula la Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria para el año 2023” del Diario Oficial de la Federación (DOF, 2022), y además está catalogado como el segundo municipio con mayor porcentaje población en situación de pobreza (54,2 %), segundo puesto con Mayor porcentaje de personas en situación de pobreza extrema (14.2 %), ocupa también el segundo puesto de con el 30.8 % de su población con carencias por rezago educativo y quinto lugar como le los municipios cuya población no tiene acceso a servicios públicos (CONEVAL, 2022). en la parte ambiental destaca que en la región los incendios forestales y el desmonte representa una amenaza que no debe pasar desapercibida, de igual manera no debemos olvidar que a nivel global la conversión de zonas de vegetación nativa a tierras de cultivo aporta hasta en un 22 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (UNDP, 2023).

Desarrollo experimental

Se optó por un diseño completamente al azar, partiendo de lo expuesto por Montgomery (2017). Las semillas se obtuvieron de un árbol que presentaba características típicas descritas por Maury (2015) para la especie, como la altura, el grosor del tronco, el follaje, forma y tamaño de los frutos y que estuviera sano y libre de plagas, del cual se recolectaron frutos. Encontrándose un individuo deseable en el municipio del fuerte Sinaloa, en la localidad de San Blas, en las coordenadas: latitud: 26°3'25.22"N y longitud: 108°47'11.67"O.

Una vez que se obtuvieron las semillas, se procedió a la aplicación de una prueba de viabilidad por el método simple de inmersión. Una vez aplicada la prueba de viabilidad, se procedió a germinar las semillas en dos charolas plásticas de 38 depósitos, colocando dos semillas por depósito a una profundidad de 2 cm para maximizar la oportunidad de tener al menos un individuo por espacio de germinación; el sustrato que se utilizó fue tierra del río (rica en materia orgánica y de textura arcillosa al tacto).

De las 98 plántulas germinadas, se seleccionaron 30 para su trasplante al alcanzar los 15 cm de altura (medidos desde la base del tronco hasta el ápice); posteriormente, se dividieron en 5 grupos de 6 plántulas cada uno (A, B, C, D, E) y se procedió a la aplicación de los tratamientos consistentes en la aplicación de 333 ml/día del fertilizante húmico a las siguientes concentraciones: grupo A, 0 % fertilizante; B, 25 % fertilizante; C, 50 % fertilizante; D, 75 % fertilizante y E, 100 % fertilizante.

Se tomaron medidas de altura cada 8 días, para su procesamiento en el programa SAS OnDemand for Academics, aplicando un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio a las 6 repeticiones de los 5 tratamientos con la prueba de hipótesis: H_0 : Todos los efectos de los tratamientos son iguales; H_a : Por lo menos un efecto de algún tratamiento es diferente; rechazando H_0 si y solo si $P\text{-valor} > \alpha = 0.05$.

Resultados

Para el código del cual se obtuvo la tabla 1 y la figura 1, se registraron los datos obtenidos del experimento y se le ordenó a SAS, aplicar un

análisis de varianza con el procedimiento general lineal model en donde se explica el rendimiento (rend) en función del tratamiento (trat).

Tabla 1.

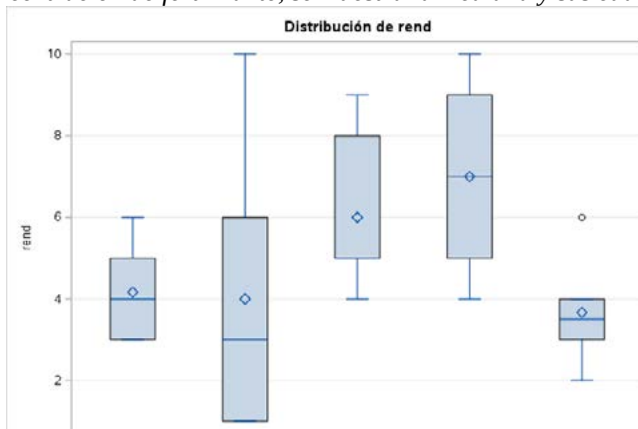
Análisis de p valor para alturas de ceiba sometida tratamiento pregerminativo

Origen	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F _{cal}	P-valor
Modelo	4	50.8000000	12.7000000	2.56	0.0636
Error	25	124.1666667	4.9666667		
Total	29	174.9666667			

Como P-valor > , concluimos con 95 % de confiabilidad que por lo menos un efecto de algún tratamiento es diferente. Para encontrar este tratamiento, se observó la gráfica de bigotes de los resultados.

Figura 1.

Se puede ver fácilmente en la gráfica que el tratamiento de mayor rendimiento es el de 50 % de concentración de fertilizante, se muestra la mediana y sus cuartiles.



```
data fertilizante;  
input trat $ rend;  
cards;  
0 3  
25 8  
50 7  
75 4  
100 10  
0 3  
25 4  
50 5  
75 6  
100 3  
0 3  
25 9  
50 10  
75 3  
100 1  
0 5  
25 5  
50 4  
75 3  
100 1  
0 5  
25 5  
50 7  
75 4  
100 6  
0 6  
25 5  
50 9  
75 2  
100 3  
;  
proc glm;  
class trat;  
model rend = trat;
```

Tabla 2.

Se muestran las mediciones de longitud de tallo en cm antes de aplicar los tratamientos

A	B	C	D	E
37	22	22.5	39	31.5
29.5	21	21	19.5	21
25.5	27.5	24.5	19.5	25
21	22.3	15	19	24
21	22	24	20.5	21
29.5	19	20	23	25

Tabla 3.

Esta muestra las medidas en cm de las plantas a los 26 días de aplicados los tratamientos

A	B	C	D	E
40.5	30	29	43	41.5
32	25	26.5	25	24
28.5	36	34.5	22.5	26
26.5	27	19	22.5	25.5
26	27.5	33.5	24	27
35.5	24.5	29.5	25.5	28

Conclusión

Como se aprecia en la tabla de resultados, el grupo que más crecimiento presentó, fue el “C” (el cual consistía en 50 % Fertilizante) seguido de los grupos “A” (0 % de fertilizante), “B” (25 % de fertilizante), “D” (75 % fertilizante) y “E” (100 % de fertilizante) respectivamente; este resultado pone en evidencia que el exceso de nutrientes, no siempre es beneficioso para las plantas (tratamiento “E”), de igual manera, la falta o escases de nutrientes, también es una limitante en el desarrollo de los individuos.

Es destacable también que durante el experimento las plántulas tu-

vieron pocas horas de luz solar directa y temperaturas bajas (mínima media de 16 °C), lo que pudo limitar su crecimiento general, por lo que se recomienda que en futuras investigaciones se realicen análisis y/o experimentos en condiciones climáticas más benignas para la especie (entre los 18° y 37 °C).

Referencias

- Alcalde Méndez, M. Á., Infante Gil, S. Gómez Guerrero, A., Valdéz Hernández J. I. y Huerta Guzmán, L. (2014). *Foresta Mexicana*. SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Conafor, Comisión Nacional Forestal.
- Arranza E. y Blanco A. (2000). *Flora del bajío y de regiones adyacentes*. Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Morelia, Michoacán.
- Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (1791). BOMBACACEAE. De *Fructibus et Seminibus Plantarum*.2:244.Disponible en : http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/14-bomba5m.PDF (Acceso vía internet, ultimo acceso 14/09/17)
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2017). ficha técnica #899 *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (Acceso vía internet, ultimo acceso 14/09/17)
- CONABIO. *Vecinos verdes arboles comunes de las ciudades* /. feb./19, de Sitio web:<https://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/aurbanos/ficha.php?item=Chorisia%20speciosa>
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal, MX). 2009. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (en línea). México, MX, SIRE – paquetes tecnológicos. Consultado Disponible [http en ://148.223.105.188:2222/snif_portal/secciones/usuarios/UsosPDF.php?especieURL=Ceibapentandra](http://148.223.105.188:2222/snif_portal/secciones/usuarios/UsosPDF.php?especieURL=Ceibapentandra)
- DOF. (2003). Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.
- Enraizamiento de esquejes de lupuna (*Ceiba pentandra*) mediante Ácido indol-3-butírico (AIB), en Jenaro Herrera, Loreto. (2014). Enraizamiento de esquejes de lupuna (*Ceiba pentandra*) mediante Ácido indol-3-butírico (AIB), en Jenaro Herrera, Loreto. xilema, 27, 57- 60.
- Ficha Técnica No. 6 Coleccion Maderas Tropicales de Honduras, 1999
- Gómez S., Lourdes M., Méndez J, Reséndiz M, Sánchez R (diciem-

- bre 2013). *Guía de buenas prácticas de reciclaje de excretas: uso de lixiviados de humus de lombriz para la reproducción del forraje verde*. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal Publicación Especial Núm. 3.
- J. Amador Honorato-Salazar¹, *, Gertrudis Colotl-Hernández¹, Flora Apolinar-Hidalgo¹, Jorge Aburto². (Verano 2015). Principales componentes químicos de la madera de *Ceiba pentandra*, *Hevea brasiliensis* y *Ochroma pyramidale*. *Maderas y bosques*, 21 num 2, 131-146.
- L. torres Sagarpa Ficha técnica #5 elaboración de composta chapingo edo. de México.
- Lesur, L. (2011). Árboles de México.
- López, A. (1997). El árbol cósmico en la tradición mesoamericana. *Monografías del Jardín Botánico de Córdoba*, 5, pp.85-98.
- Maurý, A. (2015). *El árbol de ceiba*. edicionesdigitales.info.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & sons.
- Morales M. (2006). Árbol Sagrado origen y estructura del universo en el pensamiento maya Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Parolin, P. *Bosques inundados en la Amazonia Central: su aprovechamiento actual y potencial Ecología Aplicada*, vol. 1, núm. 1, diciembre, 2002, pp. 111-114
- Peraza Flores Ln. (2009). *La Ceiba (Ceiba Pentandra (L.) Gaertn.)*, *Un Árbol Majestuoso*. *Revista Mexicana de Medicina de Urgencias* Número Number 2 Abril-Junio April- June 2002 Volumen Volume 1
- Rodríguez, J., Sinaca, P. & Jamangapé, G. (2009). *Frutos y semillas de árboles de tropicales de México*. INE - SEMARNAT.
- Román Dañobeytia, F., Levy Tacher, S., Perales Rivera, H., Ramírez Marcial, N., Douterlungne, David., López Mendoza, S. (2007). Establecimiento de seis especies arbóreas nativas en un pastizal degradado en la selva lacandona, Chiapas, México. *Ecología Aplicada*, vol. 6, núm. 1-2, diciembre, , pp. 1-8
- SAGARPA. (2014). *Fichas Técnicas sobre Actividades Agrícolas, Pecuarias y de Traspatio*.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

- Segleau Earle J. (2008). Árboles medicinales: la ceiba. *Kurú: Revista Forestal*
- Singer Marion, Marie-Odile Bajo la sombra de la gran ceiba: la cosmovisión de los lacandones. *Desacatos*, núm. 5, invierno, 2000, *Taxonomía de Ceiba pentandra (L.) Gaertn. Obtenida [09, 08, 2017], de la base de datos online del Sistema Integrado de Información Taxonómica*, <http://www.itis.gov>.
- UNAM. (feb/19). *Diccionario Enciclopédico de la Medicina Tradicional Mexicana / Ceiba. feb/19, de biblioteca de la medicina tradicional mexicana* Sitio web: www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx
- Vázquez-Yanes C, Batis Muñoz AI, Alcocer Silva MI, Gual Diaz M y Sánchez Dirzo C. (1999). *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084*. CONABIO – Instituto de Ecología, UNAM. pp. 62-65. <http://www.conabio.gob.mx/arboles/introd-J084.html>.
- Villarreal J.. (2006). *INTRODUCCION A LA BOTANICA FORESTAL / 3 ED.* pp. 115-116. Trillas editores.
- Mendez R.. (2013). *Cultivos Organicos su control biologico en plantas medicinales y aromaticas*. Ecoe pp 4-15.
- Alcaraz F., J. (1999). *Manual de teoría y práctica de geobotánica, instituto de ciencias de la educación (ICE) de la universidad de Murcia, Murcia*.
- Fofie CK., Katekhaye S., Borse S., Sharma V., Nivsarkar M., Nguenefack-Mbuyo EP., Kamanyi A., Singh V., Nguenefack T. B. *Propiedades antidiabéticas de extractos acuosos y de metanol de la corteza del tronco de Ceiba pentandra en ratas diabéticas tipo 2*. Departamento de Farmacología y toxicología, educación farmacéutica centro investigación y desarrollo (PERD), Ahmedabad.

Capítulo 4

Internacionalización sostenible de las mipymes turísticas en México: políticas públicas y estrategias

María de los Ángeles Higuera Cota¹
María Fernanda Higuera Cota²

<https://doi.org/10.61728/AE20254049>



¹ Universidad Autónoma de Baja California. maría.higuera53@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1881-4634>.

² Universidad Autónoma de Occidente. fernanda.higuera@uadeo.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8285-1076>.

Introducción

El sector turístico en México ha sido históricamente un pilar fundamental para la economía nacional, siendo responsable de una significativa proporción del Producto Interno Bruto (PIB) y de la creación de empleos directos e indirectos. Las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) turísticas desempeñan un rol clave en la actividad económica del país, ya que representan la mayoría de las empresas dentro de este sector. No obstante, este sector ha enfrentado diversos desafíos a lo largo de los años, entre los que se destacan la falta de acceso a mercados internacionales y la limitada implementación de estrategias sostenibles. La crisis generada por la pandemia de COVID-19 agravó aún más esta situación, provocando el cierre de muchas de estas empresas, lo que evidenció la vulnerabilidad de las MiPyMEs turísticas frente a eventos globales.

En este contexto, la internacionalización de las MiPyMEs turísticas se presenta como una vía crucial para garantizar su competitividad a largo plazo y su resiliencia ante futuros desafíos. La necesidad de adaptar las políticas públicas a un modelo de desarrollo sostenible, que impulse la internacionalización de estas empresas, ha cobrado relevancia dentro de la agenda gubernamental. Las políticas orientadas a la internacionalización deben incorporar no solo la expansión comercial, sino también la adopción de prácticas sostenibles que contribuyan a la preservación de los recursos naturales y a la equidad social, elementos esenciales para un desarrollo turístico sustentable.

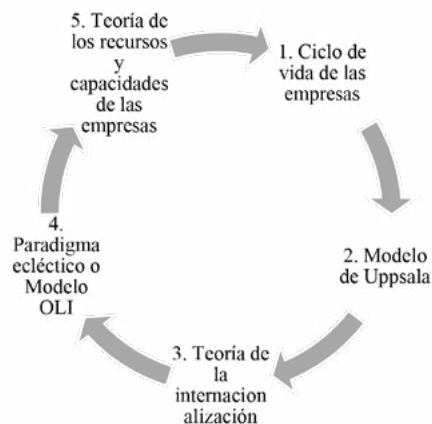
Este trabajo tiene como objetivo analizar el diseño e implementación de políticas públicas orientadas a fomentar la internacionalización de las MiPyMEs turísticas en México, con un enfoque en la sostenibilidad. A través de una investigación cualitativa, se examinarán las políticas y programas gubernamentales destinados a apoyar a las empresas turísticas, considerando la creación de una agenda pública que favorezca la competitividad, la sostenibilidad y el desarrollo económico del sector.

En particular, se analizará cómo estas políticas han sido implementadas, así como las medidas concretas que se han tomado para promover la internacionalización de las MiPyMEs turísticas.

Las conclusiones de este trabajo indican que la internacionalización de las MiPyMEs turísticas, con un enfoque sostenible, es clave para el crecimiento económico y la sostenibilidad del sector turístico en México. Aunque las políticas implementadas hasta ahora han mostrado un compromiso con el fortalecimiento de este sector, se sugiere que se continúe apoyando a las MiPyMEs mediante el acceso a formación especializada, financiamiento y herramientas que faciliten su internacionalización. Además, es necesario evaluar el impacto de las políticas existentes y explorar nuevas tecnologías y estrategias de marketing digital que puedan potenciar la internacionalización sostenible de las empresas turísticas en el país.

La internacionalización de las empresas

En los últimos cincuenta años, las empresas han tenido que adaptarse a un entorno globalizado, lo que las ha obligado a competir y a explorar nuevas formas de crecimiento, así como a buscar mercados internacionales para aumentar su eficiencia y competitividad. Hennart (1982), Markowitz (1959) y Tobin (1958) analizan el fenómeno de la internacionalización desde la perspectiva de la inversión extranjera directa (IED), enfocándose en las diferencias de rentabilidad y tasas de interés entre países. La IED también era vista como una estrategia para diversificar el riesgo, buscando maximizar las ganancias mientras se minimizan los riesgos operacionales. No obstante, estas teorías no logran explicar completamente la complejidad de la elección de la IED frente a las inversiones de cartera, lo que llevó a la necesidad de desarrollar nuevas teorías que pudieran abordar la internacionalización de las empresas más allá de las imperfecciones en los mercados de capitales.

Figura 1.*Teorías de la internacionalización*

Nota: la figura muestra las cinco principales teorías de la internacionalización de las empresas.

Vernon (1966) y Teece (1976) proponen que la internacionalización de una empresa es impulsada por el ciclo de vida de un producto. La IED se utiliza como una forma de globalizar la innovación tecnológica a medida que el producto atraviesa las siguientes etapas: 1) introducción, 2) crecimiento, 3) madurez y 4) declive. Durante la etapa de introducción, la empresa comercializa el producto en su mercado local. A medida que el producto crece, la empresa expande su alcance a mercados internacionales, primero en países desarrollados y luego en mercados emergentes, hasta que el producto entra en declive, siendo producido principalmente en países en desarrollo. La teoría no aborda la diversidad de formas de propiedad y de operaciones, como joint ventures o licencias de producción.

El modelo de Uppsala describe la internacionalización como un proceso gradual que las empresas realizan en varias etapas, basado en el aprendizaje y la acumulación de experiencia. Johanson y Wiedersheim-Paul (1975) lo desarrollaron observando empresas suecas, destacando la importancia del conocimiento y control sobre los mercados externos. Las cuatro etapas del modelo son: 1) exportaciones esporádicas, 2) exportación indirecta a través de representantes, 3) establecimiento de sucursales en el extranjero y 4) creación de unidades productivas en el extranjero.

Aunque se critica por no abarcar otros factores como la reducción de costos, sigue siendo relevante, especialmente para las PyMEs.

La teoría de internacionalización o teoría de costos de transacción, propuesta por Buckley y Casson (1976), sostiene que las empresas se internacionalizan para evitar los altos costos asociados con las imperfecciones del mercado, como los costos de transacción. Williamson (1981) explica que los costos de transacción pueden ser tan elevados que resulta más eficiente internalizar actividades a través de la IED. El modelo sugiere que las empresas eligen la IED para aprovechar las ventajas de relocalizar el proceso productivo y evitar subcontratar.

Dunning (1988) introdujo el modelo OLI para explicar la internacionalización de las empresas a través de tres factores: 1) ventajas de propiedad (activos exclusivos), 2) ventajas de localización (atractivo de un país para la inversión), y 3) ventajas de internalización (decisión de internalizar la producción en lugar de subcontratar). Este modelo aborda cómo las empresas deciden invertir en el extranjero, destacando los factores específicos que hacen a un país o a una empresa más atractivos para la IED.

Esta teoría establece que la internacionalización se basa en los recursos y capacidades internas de una empresa. Los recursos clave, como el conocimiento, permiten a la empresa desarrollar ventajas competitivas en mercados internacionales. Según Monreal (2009), la internacionalización en mercados competitivos se vincula al desarrollo de capacidades que coincidan con los objetivos de la empresa y los mercados a los que desea ingresar. En este contexto, el conocimiento se considera un recurso esencial para la creación de valor.

Contextualización del sector turístico mexicano

El turismo desempeña un papel fundamental en la economía mexicana. En 2020, los ingresos generados por visitantes internacionales alcanzaron los 6013 mil millones de dólares (SECTUR y DATATUR), y para 2021, cerca de 4.13 millones de empleos estaban vinculados a este sector. Además, el turismo doméstico representa la mayor parte del consumo turístico en el país, contribuyendo con 88 de cada 100 pesos gastados en

el sector (Statista, 2022). Esta relevancia explica la prioridad del turismo dentro de la agenda política de México.

Sin embargo, a pesar de los logros alcanzados, la recuperación del turismo tras la pandemia de COVID-19 plantea nuevos retos. Es fundamental replantear los esquemas turísticos a través de estrategias como la internacionalización, la diversificación de destinos, la mejora en el transporte, la creación de atractivos innovadores y el desarrollo de nuevas estrategias de promoción y comercialización.

El desarrollo de actividades económicas debe aprovechar al máximo las capacidades del país, fomentando a las MiPyMEs y fortaleciendo la productividad de la población. En este sentido, el turismo representa una gran oportunidad para promover un desarrollo económico sostenible, particularmente en aquellas regiones donde otras actividades productivas tienen un menor potencial de crecimiento (FONATUR, 2020).

Para potenciar la actividad turística, es indispensable diseñar políticas públicas eficaces que promuevan la cooperación interinstitucional y multidisciplinaria, coordinando los esfuerzos de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. Vellas (2004) destaca la necesidad de reestructurar una política turística integral que garantice un desarrollo equilibrado y sostenible, un desafío aún pendiente en México.

El turismo y desarrollo sostenible

El turismo es un factor clave para equilibrar el desarrollo humano, económico y la conservación del patrimonio cultural. No solo fomenta valores y costumbres, sino que también promueve una cultura ética que garantiza la sostenibilidad de los recursos turísticos.

El concepto de sostenibilidad surge de la preocupación por la interacción entre la sociedad y la naturaleza, y se ha consolidado en la agenda internacional debido a la escasez de recursos naturales. Dado que estos recursos son esenciales para la subsistencia humana, su protección es crucial para el bienestar de la comunidad.

La Primera Cumbre para la Tierra, celebrada en Estocolmo en 1972, marcó un punto de inflexión en la agenda internacional al establecer principios para la conservación del medioambiente (Jackson, 2021).

Posteriormente, el Informe Brundtland (1987) introdujo el concepto de desarrollo sostenible, subrayando la importancia de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las futuras generaciones. La ONU (1987) advierte que los modelos económicos predominantes han provocado el agotamiento de los recursos naturales, el deterioro ambiental y el aumento de la pobreza.

A lo largo de los años, diversas cumbres y acuerdos internacionales han abordado la sostenibilidad, como la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992), la Conferencia sobre Cambio Climático en Kioto (1997) y la Conferencia de Johannesburgo (2002), entre otras. Estas iniciativas han impulsado la integración de la sostenibilidad en las estrategias de desarrollo global.

El desarrollo sostenible busca conciliar el crecimiento económico con la protección del medioambiente (Toro, 2007). Su complejidad radica en la interacción de factores políticos, sociales, económicos y ecológicos, lo que ha llevado a organismos internacionales, gobiernos y agencias a incorporarlo en sus planes de desarrollo.

Los medios de comunicación han contribuido a generar conciencia sobre los problemas ambientales y la importancia de los recursos naturales (Gómez, 2013). Sin embargo, el crecimiento económico y el aumento del consumo han generado impactos negativos como la contaminación y la desigualdad entre naciones. El medioambiente influye en la disponibilidad de recursos, la biodiversidad y el desarrollo de espacios urbanos, rurales y costeros.

Turismo, emprendimiento y sostenibilidad

El emprendimiento es una vía clave para el crecimiento económico a nivel individual, organizacional y nacional (Oyarvide et al., 2016). En el turismo, se ha traducido en iniciativas sostenibles que protegen espacios naturales y culturales (Gessa y Toledano, 2011).

Cada año, millones de personas viajan por el mundo, convirtiendo al turismo en una de las industrias más relevantes a nivel global. En 2019, se registraron 2.28 mil millones de llegadas de turistas internacionales (Banco Mundial, 2021). Este sector está conformado principalmente

por PyMEs dedicadas a la gastronomía, hospedaje, transporte, cultura y actividades recreativas.

Dado su contacto directo con el entorno, las empresas turísticas tienen una responsabilidad ambiental significativa (Millán *et al.*, 2015). El turismo ha crecido notablemente en las últimas décadas (Nieto *et al.*, 2016), pero también ha generado impactos negativos, como la modificación de hábitats, el cambio de uso del suelo, la contaminación y el desplazamiento de poblaciones locales. En este contexto, la sostenibilidad se vuelve esencial.

Cardoso (2006) señala que una visión sostenible del turismo contribuye a la protección de sitios naturales y culturales. Según la OMT (1998), el turismo sostenible debe garantizar una gestión responsable de los recursos, protegiendo la diversidad cultural y ecológica.

El turismo también se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Según la OMT (2016), puede contribuir directa o indirectamente a los 17 objetivos globales, destacando su papel en la economía inclusiva, el consumo responsable y la preservación de los océanos. Además, el turismo sostenible puede mejorar infraestructuras urbanas y regenerar áreas degradadas.

Desafíos del turismo sostenible

El turismo sostenible enfrenta un dilema central: se le considera tanto una vía para el desarrollo económico como una herramienta de conservación ambiental. Esta dualidad genera tensiones entre distintos actores, cuyos intereses pueden ser divergentes.

Aunque esta actividad aporta beneficios económicos, también puede afectar negativamente a los recursos naturales, transformar la cultura local y aumentar la contaminación. Para mitigar estos impactos, es fundamental que individuos, empresas y gobiernos adopten prácticas responsables que respeten el medioambiente y favorezcan a las comunidades locales.

Más que una simple definición, el turismo sostenible representa un enfoque que busca equilibrar el crecimiento económico con la protección del entorno. Desde esta perspectiva, su propósito es mantener la calidad ambiental de los destinos y salvaguardar la identidad cultural de quie-

nes los habitan. Además, su desarrollo requiere planificación, control e integración en la economía local.

Este modelo se basa en tres pilares esenciales. En el aspecto medioambiental, se promueve el uso eficiente de los recursos naturales, procurando minimizar el impacto ecológico y proteger la biodiversidad. En el ámbito sociocultural, se destaca la importancia de respetar la autenticidad de las comunidades anfitrionas, fomentando su participación y promoviendo el entendimiento entre culturas. En lo económico, se busca generar ingresos sostenibles que beneficien de manera equitativa a todos los involucrados en la actividad turística.

En definitiva, el turismo sostenible integra el desarrollo económico con la conservación del entorno natural y cultural. Su éxito dependerá de una planificación y gestión adecuadas, asegurando un equilibrio que permita un crecimiento responsable y sostenible a largo plazo.

Metodología

La internacionalización de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) del sector turístico en México es un tema de gran importancia, ya que busca fortalecer la competitividad y sostenibilidad de la industria turística nacional. Esto resulta esencial debido al rol del turismo en el comercio internacional y su contribución a la generación de empleo, además de su relevancia en el ámbito del emprendimiento y la creación de empresas. Este contexto plantea interrogantes sobre las estrategias de internacionalización adoptadas por las MiPyMEs del sector turístico mexicano.

Por ello, el propósito principal de esta investigación es evaluar el diseño e implementación de las políticas públicas para fomentar la internacionalización de las MiPyMEs en el sector turístico con un enfoque hacia la sostenibilidad. Se proponen tres objetivos específicos: describir las políticas públicas dirigidas a mejorar el sector turístico y las actividades económicas asociadas, identificar las políticas públicas que promuevan la internacionalización de las MiPyMEs del sector, y categorizar las estrategias de internacionalización que contribuyan al mejoramiento de las MiPyMEs y el control de sus actividades desde una perspectiva sostenible.

La investigación se abordará desde un enfoque cualitativo, buscando proporcionar una descripción global (Quevedo y Castaño, 2002), lo que permitirá aportar al análisis de los instrumentos de promoción, fomento e impulso al turismo en México, especialmente aquellos relacionados con las MiPyMEs y con un enfoque en la sostenibilidad. La metodología se basará en la revisión documental y el análisis de políticas públicas, adoptando un enfoque no experimental, pues se analizarán políticas ya implementadas. Según Sánchez y Mejía (2018), una investigación no experimental se limita a describir y analizar el fenómeno tal como se presenta en la realidad, sin manipular las variables.

El alcance de este estudio es descriptivo-analítico: descriptivo porque se realizará una revisión documental para describir y categorizar las políticas públicas relacionadas con el sector turístico y la internacionalización de las MiPyMEs; analítico porque se buscará identificar estrategias de internacionalización sostenibles, lo cual requiere un análisis más profundo. Se empleará una técnica de recolección de datos de segunda mano, recopilando y analizando información sobre políticas públicas y estrategias vinculadas a la internacionalización de las MiPyMEs turísticas en México, proveniente del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y los informes de gobierno pertinentes, así como de las páginas oficiales de las dependencias gubernamentales y programas relacionados.

Para la descripción y categorización de las políticas públicas y la identificación de las estrategias de internacionalización con un enfoque sostenible, se utilizará el modelo de evaluación del ciclo de formulación e implementación de políticas públicas propuesto por Asenjo (2016), centrándose en una evaluación *ex ante* y *concomitante*. En este sentido, es necesario aclarar el concepto de evaluación y diferenciarlo del monitoreo o seguimiento, como lo explica Ballart (1992), señalando que la evaluación busca identificar los efectos de la política pública, mientras que el monitoreo o seguimiento se refiere al análisis continuo del avance de la implementación de la política pública.

El ciclo de formulación e implementación de políticas públicas, consta de diversas etapas: identificación de problemas y prioridades políticas, diseño de políticas y estrategias, entrada en vigor e implementación estratégica, implementación operativa y discusión y difusión de resultados.

La evaluación se realiza en momentos específicos a lo largo del ciclo: la evaluación *ex ante*, en el diagnóstico inicial; la evaluación *concomitante*, en el monitoreo durante la implementación; y la evaluación *ex post*, al analizar los efectos de la política pública al final del proceso.

Este estudio se centra en evaluar el diseño e implementación de las políticas públicas para fomentar la internacionalización de las MiPyMEs del sector turístico mexicano con un enfoque sostenible. A través del análisis de variables, se busca obtener una comprensión más profunda del fenómeno y formular recomendaciones y propuestas de mejora en las políticas públicas para el sector turístico en México.

Resultados y discusión

Evaluar el proceso y los resultados de las políticas públicas orientadas a fomentar la expansión internacional de las MiPyMEs del sector turístico en México implica analizar las tendencias de las principales variables que influyen en este sector. Para ello, es fundamental identificar indicadores que permitan medir los cambios en las estructuras turísticas y en los factores internos que reflejen los efectos de los factores externos que inciden en la demanda del mercado turístico, bajo una perspectiva sostenible.

Se utilizarán diversas variables (independientes y dependientes) para evaluar la efectividad de estas políticas en la internacionalización de las MiPyMEs turísticas. Las variables independientes podrían abarcar las políticas gubernamentales y las estrategias empresariales centradas en la internacionalización, mientras que las variables dependientes medirían el crecimiento del sector turístico y su impacto en la economía local y el medioambiente.

Tabla 1.*Operacionalización de las variables*

Variables	Definiciones	Operatividad
Variable independiente: políticas públicas para promover la internacionalización de las MiPyMEs del sector turístico.	La política pública se entiende como el conjunto de decisiones y medidas adoptadas por el gobierno para abordar problemas que son considerados prioritarios y forman parte de la agenda pública.	Identificación y descripción de políticas públicas publicadas en materia de internacionalización.
Variable dependiente: desarrollo sostenible del sector turístico.	Los efectos de la política pública son entendidos como lo que resulta de la acción política.	Análisis del proceso de política pública, desde la entrada a la agenda hasta el monitoreo como parte de la implementación de la política pública.

Nota: la tabla muestra la relación de variables a utilizar en esta investigación.

El éxito de las MiPyMEs turísticas en México en su proceso de internacionalización y su contribución al desarrollo sostenible del país dependerá en gran medida de la implementación de políticas públicas que favorezcan su internacionalización de manera eficaz. Para lograr esto, estas políticas deben integrarse en una estrategia global que aborde las necesidades y desafíos específicos del sector turístico, en particular en términos de sostenibilidad.

Se parte de la idea de que la internacionalización de las MiPyMEs turísticas en México es una estrategia clave para el crecimiento y la expansión de este sector económico. Para ello, es necesario desarrollar políticas que fomenten la expansión internacional de estas empresas.

A continuación, se realizará un análisis de las políticas públicas orientadas a promover e impulsar el turismo en México, con especial énfasis en aquellas que están dirigidas al emprendimiento y la creación de empresas, o que involucran a las MiPyMEs. Este análisis se basará en el ciclo de políticas públicas, con un enfoque en el diseño e implementación de la política.

Para abordar las etapas de formación de la agenda y el diseño, se utilizará la información del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 y el Programa Sectorial de Economía 2020-2024, con el objetivo de identificar estrategias y acciones específicas para la promoción e impulso de la internacionalización de las MiPyMEs turísticas mexicanas, con un enfoque sostenible.

En la etapa de implementación, se crearon matrices (tablas 2, 3 y 4) para capturar las acciones dirigidas a fortalecer la internacionalización de las MiPyMEs con un enfoque sostenible. Las matrices se construyeron a partir de información del 1er Informe de Gobierno (2018-2019), 2do Informe de Gobierno (2019-2020) y 3er Informe de Gobierno (2020-2021).

Para evaluar la efectividad de las acciones, se analizó cuidadosamente su objetivo y alcance, considerando los elementos que impulsan la internacionalización, el fortalecimiento de las MiPyMEs, el turismo y el desarrollo sostenible.

Aplicación del ciclo de políticas públicas con énfasis en el diseño e implementación de la política pública

Se puede afirmar que México dispone de una política orientada a promover la internacionalización de las MiPyMEs turísticas con un enfoque sostenible. Esto se respalda en la existencia de tres instrumentos clave (el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024, el Fondo Nacional de Fomento al Turismo y la Secretaría de Turismo) que fomentan el turismo en el país, con un énfasis particular en el apoyo al emprendimiento de las MiPyMEs en la industria turística.

La noción de formación de la agenda, según Aguilar-Villanueva y Alzate Romo (2017), hace referencia al proceso mediante el cual se identifican y definen las prioridades y problemas públicos que un gobierno se propone abordar durante su mandato. En este contexto, los programas y herramientas reflejan una estrategia gubernamental orientada a mejorar la competitividad, sostenibilidad y desarrollo económico del sector turístico en México, lo cual coincide con la formulación de la agenda gubernamental para fortalecer la internacionalización de las MiPyMEs turísticas.

El Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) destaca principios generales como el desarrollo económico, la justicia social y la seguridad, pero no aborda detalladamente la política de internacionalización de las MiPyMEs turísticas. En contraste, el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 (PROSECTUR) menciona dos estrategias prioritarias relacionadas con las MiPyMEs turísticas y su internacionalización sostenible. El objetivo prioritario 1.3 busca impulsar el desarrollo turístico integral mediante la coordinación interinstitucional, favoreciendo a las MiPyMEs, pueblos indígenas y afroamericanos, mientras que el objetivo 2.2 se enfoca en fortalecer la integración de productos y servicios turísticos a través de talleres financieros para las MiPyMEs. Esto sugiere que el problema a abordar es el fortalecimiento y desarrollo sostenible del sector turístico, con un enfoque inclusivo.

Por su parte, el Programa Sectorial de Economía 2020-2024 (PROSECO) reconoce la baja productividad de las MiPyMEs turísticas y establece acciones concretas para mejorarla. El tercer objetivo prioritario busca promover la creación y consolidación de las MiPyMEs productivas mediante el acceso a financiamiento, capacitación del capital humano y un entorno institucional adecuado. Se incluyen metas para medir el progreso, como el crecimiento del ingreso y el valor agregado por persona ocupada.

La falta de una definición clara del problema en el Plan Nacional de Desarrollo puede dificultar la implementación efectiva de políticas, mientras que los Programas Sectoriales de Turismo y Economía ofrecen una definición más precisa y acciones coordinadas para un crecimiento económico inclusivo y sostenible. Esto subraya la necesidad de que futuras políticas públicas incluyan una definición explícita del problema para orientar mejor sus objetivos y estrategias.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 aborda temas como la lucha contra la corrupción, el rescate del sector energético y el desarrollo sostenible, pero no detalla la política de internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque de sostenibilidad. En cambio, el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 presenta dos estrategias clave para apoyar a las MiPyMEs turísticas:

Estrategia Prioritaria 1.3: Fomentar el desarrollo turístico integral mediante coordinación interinstitucional, enfocándose en proyectos de

MiPyMEs, incluidas aquellas de pueblos y comunidades vulnerables, indígenas y afromexicanas.

Estrategia Prioritaria 2.2: Mejorar la integración de productos y servicios turísticos, mediante talleres de orientación financiera de la Banca de Desarrollo, para fortalecer el desempeño de las MiPyMEs turísticas.

Estas estrategias promueven la inclusión y el fortalecimiento financiero de las MiPyMEs turísticas. Además, el Programa Sectorial de Economía 2020-2024 (PROSECO) define acciones específicas para fortalecer las MiPyMEs productivas, destacando las siguientes estrategias:

Estrategia 3.1: Promover el acceso al capital físico y financiero para ampliar la capacidad productiva de las MiPyMEs.

Estrategia 3.2: Impulsar la capacitación del capital humano para mejorar la competitividad.

Estrategia 3.3: Crear un entorno institucional favorable para aumentar la productividad.

Estrategia 3.4: Fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico para incentivar la competitividad.

Si estas estrategias se implementan de forma efectiva, siguiendo los principios de diseño de política pública de Aguilar-Villanueva (1993), la política de internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque de sostenibilidad podría contribuir al desarrollo sostenible del sector turístico en México.

Partiendo de la idea de que la implementación implica el uso de los recursos del Estado y se traduce en acciones concretas (Revuelta, 2007), a continuación, se analizarán las iniciativas para fortalecer la internacionalización de las MiPyMEs turísticas con un enfoque sostenible en tres períodos distintos: 2018-2019, 2019-2020 y 2020-2021.

Tabla 2.

Acciones para el fortalecimiento de la internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque de sostenibilidad 2018-2019

Programas y/o proyectos	Internacio- nalización	MiPyMEs	Turismo	Desarrollo sostenible
Agencia Federal de Aviación Civil	X			
Consejo de Diplomacia Turística*	X		X	
Fondo Nacional Emprendedor		X		
Padrón de Desarrolladoras de Capacidades Empresariales	X	X		
Programa de Construcción y Modernización de Carreteras Federales			X	
Programa de difusión y capacitación para incrementar el uso de medios de comunicación electrónica ante el Registro Nacional de Inversiones Extranjeras (RNIE)	X			
Programa de rehabilitación de la Infraestructura del Aeropuerto Internacional de la Cd. de México.	X		X	
Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario (PRONAFIM)	X	X		
Programas Jóvenes construyendo el futuro		X		X
Proyecto DataMéxico	X	X	X	X
Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM)				X

Nota: elaboración propia con información de Gobierno de México (2019). El (*) indica que el proyecto o programa aparece en otro de los periodos de gobierno analizados.

La tabla 2 muestra que el Proyecto DataMéxico está vinculado con los cuatro indicadores clave (internacionalización, MiPyMEs, Turismo y Desarrollo sostenible), lo que lo convierte en una iniciativa esencial para la toma de decisiones estratégicas en desarrollo sostenible y atracción de inversiones internacionales. Además, la disponibilidad de datos actualizados facilita el análisis de oportunidades y desafíos para la internacionalización y el turismo sostenible. El Consejo de Diplomacia Turística busca fortalecer la promoción de México como destino turístico, mientras que el Padrón de Desarrolladoras de Capacidades Empresariales se enfoca en el crecimiento y desarrollo de las MiPyMEs, brindándoles capacitación y recursos para internacionalizarse. El Programa de difusión para el uso de medios electrónicos ante el Registro Nacional de Inversiones Extranjeras fomenta la inversión extranjera y la internacionalización de empresas mexicanas, y el Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario brinda acceso a financiamiento y capacitación para fortalecer los negocios y promover su participación en el mercado internacional. Aunque algunos programas no mencionan explícitamente los indicadores, pueden generar impactos indirectos a través de la colaboración y coordinación entre iniciativas gubernamentales, maximizando su impacto en el desarrollo económico y sostenible de México.

Tabla 3.

Acciones para el fortalecimiento de la internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque de sostenibilidad 2019-2020

Programas y/o proyectos	Internacio- nalización	MiPyMEs	Turismo	Desarrollo Sostenible
Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA)		X	X	X
Guía para la preparación, compra y entrega de pedidos de comercio electrónico	X	X		
Impulso al uso de plataforma de entregas para aminorar el impacto de emergencia del COVID-19 en los pequeños negocios	X			
Istmo de Tehuantepec*	X		X	X
Plan de Desarrollo Integral (PDI)				X
Plataforma Digital Mercado Solidario y MiPyMEs MX	X	X		
Programa de apoyo financiero a Microempresas Familiares, también conocido como “Crédito a la palabra”		X		
Programa de comunidades sustentables “Sembrando Vida”		X		
Programa de Internacionalización de 50 ciudades mexicanas para un desarrollo local sostenible	X	X	X	X
Programa Especial para Contingencias		X		
Programa Playas Limpias			X	X
Tren Maya*		X	X	X

Nota: elaboración propia con información de Gobierno de México (2020a). El (*) indica que el proyecto o programa aparece en otro de los periodos de gobierno analizados.

Los programas presentados en la tabla 3 que impulsan la internacionalización, MiPyMEs, Turismo y Desarrollo Sostenible son los siguientes:

Internacionalización de 50 ciudades mexicanas para un desarrollo local sostenible: Busca fortalecer la presencia de empresas locales en mercados internacionales, promoviendo el crecimiento y la sostenibilidad de las MiPyMEs.

Construcción y operación del nuevo Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles: Mejora la conectividad y facilita el flujo de turistas e inversionistas, beneficiando el turismo y las MiPyMEs locales, y fomentando el desarrollo sostenible.

Proyecto del Istmo de Tehuantepec: Aprovecha la ubicación geográfica para desarrollar corredores logísticos y de transporte, impulsando la internacionalización y el turismo sostenible en la región.

Tren Maya: Promueve el turismo en el sureste de México y beneficia a las MiPyMEs locales en el sector turístico, si se implementa de manera sostenible.

Aunque algunos otros programas también pueden tener efectos positivos, no se mencionan directamente en estos contextos. Además, se destacan programas implementados durante la crisis sanitaria por COVID-19, como Crédito a la palabra y MiPyMEs MX, que podrían no recibir seguimiento debido a su diseño e implementación específicos para la emergencia.

Tabla 4.

Acciones para el fortalecimiento de la internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque de sostenibilidad 2020-2021

Programas y/o proyectos	Internacio- nalización	MiPyMEs	Turismo	Desarrollo Sostenible
Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (Acuerdo de Escazú)		X		X
Agenda de reactivación turística y conectividad		X	X	X
Capacitación Digital para las MiPyMEs		X		X
Consejo de Diplomacia Turística*	X		X	
Fondo de Cooperación de la Alianza del Pacífico	X	X	X	
Formato Virtual Tianguis de Pueblos Mágicos		X	X	X
Mujer Exporta Mx	X	X		X
Observatorio Turístico Permanente		X	X	X
Plan Maestro de Desarrollo Turístico Integral de la Huasteca Potosina y del Centro Turístico Sustentable de la Huasteca Potosina.		X	X	X
Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible		X	X	X
Programa de subsidio para la conservación y aprovechamiento sustentable		X	X	X
Programa Emergente de Reactivación Económica SE-FOCIR		X	X	X
Programa Mejora tu Hotel		X	X	

Programas y/o proyectos	Internacio- nalización	MiPyMEs	Turismo	Desarrollo Sostenible
Programa México Renace Sostenible		X	X	X
Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec 2020-2024 (PDIT)*	X		X	X
Programa para la protección y restauración de ecosistemas y especies prioritarias (PRO-REST)		X	X	X
Programa Playas Limpias		X	X	X
Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 (PROSE-CTUR)		X	X	X
Programa Transporte Sostenible			X	X
Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica	X	X	X	X
Pueblos Mágicos		X	X	X
Tren maya*		X	X	X

Nota: elaboración propia con información de Gobierno de México (2021). El (*) indica que el proyecto o programa aparece en otro de los periodos de gobiernos analizados.

Los programas y proyectos contribuyen al fortalecimiento de la política de internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque sostenible, aunque algunos impactan directamente solo una de las áreas de acción mencionadas en la tabla 4. Iniciativas como la Agenda de reactivación turística, el Fondo de Cooperación de la Alianza del Pacífico, el Observatorio Turístico Permanente, el Programa de Desarrollo del Istmo de Tehuantepec y el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 buscan impulsar el desarrollo económico, social y sostenible, apoyando a las MiPyMEs y fomentando la internacionalización, especialmente en el sector turístico. También mejoran la cooperación entre países y regiones, promoviendo beneficios en comercio, inversión y desarrollo conjunto.

La evaluación no es solo una etapa final del proceso de política pública, sino que se encuentra presente durante todo el ciclo. En el caso del periodo de gobierno 2019-2024, se analizarán las evaluaciones *ex ante* y *concomitantes*.

Evaluación *ex ante*: El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 carece de una evaluación *ex ante* específica para la política de internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque sostenible, lo que podría limitar la planificación, la fundamentación de decisiones y el logro de objetivos. En contraste, el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 incluye un análisis del estado actual con estadísticas claras que fundamentan sus estrategias prioritarias, como el impulso al desarrollo equilibrado de los destinos turísticos. Esto evidencia una evaluación *ex ante* en la formulación de políticas para el sector turístico. El Programa Sectorial de Economía 2020-2024 también ofrece un análisis de la situación, pero no menciona explícitamente una evaluación *ex ante*. La falta de mención no implica que no se haya realizado o se realizará en el futuro.

Seguimiento o evaluación *concomitante*: Aunque hay varios programas y proyectos destinados a fortalecer la internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque sostenible, el seguimiento se centra en algunas acciones llevadas a cabo por el Fondo Nacional del Fomento al Turismo para evaluar su impacto.

Tabla 5.*Seguimiento de programas presupuestarios del Fondo Nacional de Fomento al Turismo*

Unidad Responsable	Programa presupuestario	Modalidad	Índice de seguimiento al desempeño (ISeD)	Presupuesto
Fondo Nacional de Fomento al Turismo	Mantenimiento de Infraestructura	Modelos de inversión	Medio bajo (valoración cualitativa en 2021) 0.20 a 0.39	Aprobado \$755 502 937.00 Pagado \$35 260 090.00
Fondo Nacional de Fomento al Turismo	Actividades de apoyo administrativo	Apoyo al proceso presupuestario para mejorar la eficiencia institucional	Medio bajo (valoración cualitativa en 2021) 0.20 a 0.39	Aprobado \$233 972 086.00 Pagado \$58 461 0651.00
Fondo Nacional de Fomento al Turismo	Actividades de apoyo a la función pública y buen gobierno	Apoyo a la función pública y al mejoramiento de la gestión	Medio (valoración cualitativa en 2021) 0.40 a 0.59	Aprobado \$31 518 513.00 Pagado \$31 518 514.00

Fuente: elaboración propia con información de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2023); Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2023a), Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2023b) y Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2023c).

La política de internacionalización de las MiPyMEs turísticas con enfoque de sostenibilidad ha sido objeto de seguimiento y evaluación *concomitante* por parte del Fondo Nacional de Fomento al Turismo mediante el Índice de Seguimiento al Desempeño (ISeD). Este índice incluye 13 variables distribuidas en 4 dimensiones: diseño, seguimiento, resultados y mejora continua, con el fin de mejorar la asignación del gasto público. Algunos programas presentan un seguimiento medio-bajo (ISeD de 0.20 a 0.39), mientras que otros tienen un seguimiento medio (ISeD de 0.40 a 0.59). A pesar de la variabilidad en los índices, el uso del ISeD muestra un esfuerzo por parte del Fondo Nacional de Fomento al Turismo para

monitorear y evaluar el desempeño de los programas. Por cuestiones de tiempo, no fue posible llevar a cabo la evaluación *ex post* del periodo de gobierno 2019-2024. Aunque dicho periodo ya ha finalizado, el análisis requerido no se realizó dentro del marco temporal disponible para esta investigación.

Conclusiones

El estudio sobre la internacionalización de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) en el sector turístico mexicano, con un enfoque en sostenibilidad, ha arrojado resultados significativos, destacando una política gubernamental orientada a fortalecer la expansión internacional de estas empresas. Dicha política se sustenta en la ejecución de programas y proyectos específicos, los cuales se enfocan en promover el espíritu emprendedor y el desarrollo de las MiPyMEs dentro de la industria turística.

La relevancia de este estudio radica en el papel fundamental que desempeñan las empresas turísticas, especialmente las MiPyMEs, en la economía y el desarrollo social de México. El turismo es una fuente importante de empleo, ingresos por divisas e inversión extranjera, y tiene una considerable participación en el PIB nacional. No obstante, la pandemia del COVID-19 ha impactado gravemente al sector turístico, ocasionando el cierre temporal o definitivo de muchos negocios.

En relación con la hipótesis propuesta, que planteaba que las políticas públicas diseñadas para promover la internacionalización de las MiPyMEs turísticas mexicanas con fines sostenibles representan un canal de mejora para sus actividades, los resultados indican que dichas políticas han cumplido con este objetivo. Iniciativas gubernamentales como el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 y el Fondo Nacional de Fomento al Turismo, entre otras, evidencian un enfoque hacia la internacionalización, la sostenibilidad y el desarrollo económico del sector.

Las implicaciones de este estudio son relevantes tanto para el gobierno como para los actores involucrados en el sector turístico. La identificación de políticas y programas que fomenten la internacionalización de las MiPyMEs puede contribuir a la recuperación económica y a la generación de empleo, especialmente después de los efectos adversos

derivados de la crisis sanitaria. Además, el enfoque sostenible garantiza un crecimiento equilibrado que respeta tanto el medioambiente como a las comunidades locales.

Como recomendaciones, el estudio sugiere que las políticas públicas deben continuar enfocándose en el fortalecimiento de las MiPyMEs turísticas, proporcionándoles acceso a capacitación, financiamiento y herramientas para facilitar su internacionalización. Un ejemplo de ello es el centro ecoturístico en la comunidad pesquera Lázaro Cárdenas “El Muellecito”, ubicado en Ahome, Sinaloa, donde se ofreció capacitación en atención al cliente, apoyo financiero para la construcción de instalaciones y el uso de recursos locales, como el coco y las conchas, para la elaboración de productos artesanales.

Siguiendo estas recomendaciones, es fundamental que los programas y proyectos incluyan una definición clara del problema de la internacionalización. Esto permitirá orientar de manera más efectiva los objetivos y estrategias a seguir. Se sugiere que las MiPyMEs comiencen su internacionalización en mercados donde no existan barreras lingüísticas, como el mercado latinoamericano, para adquirir experiencia antes de ingresar a mercados más complejos como el estadounidense.

Es importante destacar que, aunque muchas empresas mexicanas tienden a mirar hacia el mercado estadounidense debido a la cercanía y la atractiva tasa de cambio, este enfoque puede acarrear pérdidas financieras y dificultades debido a la falta de experiencia y personal capacitado en el idioma. Por tanto, las MiPyMEs deben considerar mercados latinoamericanos como una opción más adecuada para iniciarse en la internacionalización.

En cuanto a futuras investigaciones, se recomienda realizar una evaluación *ex post* del Programa Sectorial de Turismo 2020-2024, para analizar los resultados y el impacto real de las políticas implementadas. Además, sería valioso explorar el uso de nuevas tecnologías y estrategias de marketing digital que favorezcan una internacionalización más eficiente y sostenible de las MiPyMEs turísticas.

En conclusión, el estudio confirma que la internacionalización de las MiPyMEs en el sector turístico mexicano, con un enfoque en sostenibilidad, es una política pública clave para el crecimiento económico y

el desarrollo sostenible del país. Las medidas gubernamentales hasta el momento muestran un compromiso con el fortalecimiento de este sector estratégico. Sin embargo, es necesario seguir evaluando y ajustando las políticas para maximizar su impacto y beneficios tanto para las empresas turísticas como para la sociedad en general.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Villanueva, L. (1993). *Problemas públicos y agenda de gobierno*. Miguel Ángel de a Porrúa.
- Alzate, M. y Romo, G. (2017). La agenda pública en sus teorías y aproximaciones metodológicas. Una clasificación alternativa. *Revista Enfoques*, 15(26), 13-35.
- Ballart, X. (1992). *¿Cómo evaluar programas y servicios públicos? Aproximación sistemática y estudios de caso*. Instituto Nacional de Administración Pública.
- Banco Mundial (2024, 19 de noviembre). *Turismo internacional, número de arribos*. Datos. <https://datos.bancomundial.org/indicador/ST.INT.ARVL>
- Buckley, P. y Casson, M. (1999). *A theory of international operations*. En Chertman, J. y Leontiades, J. *European Research in International Business*. North Holland.
- Cardoso, C. (2006). Turismo Sostenible: una visión conceptual aplicada. *El Periplo Sustentable*, (11), 5-21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193420679001>
- DOF (2020). Programa Institucional 2020-2024 del Fondo Nacional de Fomento al Turismo, recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5605471&fecha=20/11/2020#gsc.tab=0
- Dunning, J. (1988). The Eclectic Paradigm of International Production. A Restatement of Some Possible Extensions. *Journal of International Business Studies*, 19(1)m 1-31. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490372>
- FONATUR (2020). Gran visión del turismo en México 2020. FONATUR. <https://cedocvirtual.sectur.gob.mx/janium/Documentos/000668Pri0000.pdf>

- Gessa, A. y Toledano, N. (2011). Turismo, emprendimiento y sostenibilidad en los espacios naturales protegidos: el caso de Andalucía-España. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 20, 1154-1174.
- Gobierno de México (2019). Primer informe de gobierno 2018-2019. Editorial Gobierno de México.
- Gobierno de México. (2020). Programa Sectorial de Turismo 2020-2024, recuperado de <https://www.gob.mx/sectur/acciones-y-programas/mensaje-del-secretario-programa-sectorial-de-turismo-2020-2024>
- Gobierno de México (2020a). Segundo informe de gobierno 2019-2020. Editorial Gobierno de México.
- Gobierno de México (2021). Tercer informe de gobierno 2020-2021. Editorial Gobierno de México.
- Gobierno de México (2023). Secretaría de Turismo, recuperado de <https://www.gob.mx/sectur/#197>
- Gómez, C. (2013). *El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación*. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/Cap3.pdf>
- Hennart, J. (1982). *A Theory of the Multinational Enterprise*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.
- Jackson, P. (2021, 22 de noviembre). *De Estocolmo a Kyoto: Breve Historia del cambio climático*. Crónica ONU. <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico>
- Johanson, J. y Wiedersheim-Paul, F. (1975). The internationalization of the firm-four Swedish Cases. *Journal of Management Studies*, 12.
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio selection: Efficient diversification of Investments*. Brasil Blackwall.
- Millán, M., Hidalgo, L. y Arjona, J. (2015). El óleo turismo: una alternativa para presentar los paisajes del olivar y promover el desarrollo rural y regional de Andalucía- España. *Revista de Geografía Norte Grande*, 60, 195-214. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022015000100011&script=sci_arttext
- Monreal, J. (2009). *Análisis del comportamiento exportador de la empresa española desde el enfoque de los recursos y capacidades*. Tesis doctoral Universidad de Murcia.

- ONU (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. https://www.are.admin.ch/dam/are/en/dokumente/nachhaltige_entwicklung/dokumente/bericht/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf.download.pdf/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf
- Oyarvide, H., Nazareno, I., Roldán, A. y Ferrales, Y. (2016). Emprendimiento como factor de desarrollo turístico rural sostenible. *Retos de la Dirección*, 10(1), 71-93. Recuperado el 15 de noviembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552016000100006
- Presidencia de la República. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024: Juntos haremos Historia. Presidencia de la República.
- Quevedo, R. y Castaño C. (2002). Introducción a la metodología de la investigación cualitativa. *Revista de Psico didáctica*, (14), 5-39. <https://www.redalyc.org/pdf/175/17501402.pdf>
- Sánchez, H., . Reyes, C. y Mejía, K. (2018)-*Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Secretaría de Economía (2020). Programa Sectorial de Economía 2020-2024. Secretaría de Economía.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2 de abril de 2023a). Mantenimiento de infraestructura. Recuperado de <https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=21K027>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (4 de abril de 2023b). Actividades de apoyo administrativo Recuperado de <https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=21M001>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (11 de abril de 2023c). Actividades de apoyo a la función pública y buen gobierno. Recuperado de <https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=21O001>
- Secretaría de Turismo (2020). Programa Sectorial de Turismo 2020-2024. Secretaría de Turismo.
- Statista (4 de febrero de 2024). México: fuerza laboral del sector turístico 2017-2021. Disponible en <https://es.statista.com/estadisticas/1123846/mexico-numero-empleos-sector-turistico/>

- Teece, D. (1976). *The Multinational Corporation and the Resource Cost of International Technology Transfer*. Ballinger Publishing Company.
- Toro, F. (2007). El desarrollo sostenible: un concepto de interés para la geografía. *Cuadernos geográficos*, 40, 149-181.
- Tobin, J. (1958). Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies*, 25(2), 65-86. <https://doi.org/10.2307/2296205>
- Vellas, F. (2004). *Economía y Política del turismo internacional*. Fundación Gaspar. Editorial Síntesis.
- Vernon, R. (1966). International Investment and International Trade in the Product Cycle. *The Quarterly Journal of Economics*, 80(2), 190-207. <https://doi.org/10.2307/1880689>
- Williamson, O.E. (1981). The economics of organizations. The Transaction Cost Approach. *Journal of Sociology*, 87(3), 548-577.

Capítulo 5

Evaluación de la eficiencia en remoción de nitrógeno amoniacal total de distintos biofiltros en sistemas acuapónicos como alternativa sustentable

Jesús Paul Camacho Rodelo¹

Dinora Galindo Espinoza²

David Valdez Martínez³

Pedro Hernández Sandoval⁴

<https://doi.org/10.61728/AE20254056>



¹ Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis-Sinaloa-México. paulc5590@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0970-3959>

² Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis-Sinaloa-México. dino.espinosa12@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8503-6691>

³ Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis-Sinaloa-México. david.martinez@uadeo.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9471-4001>

⁴ Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis-Sinaloa-México. Pedro.hernandez@uadeo.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7005-4555>

Introducción

Existen gran variedad de impactos ambientales que están relacionados con las actividades convencionales de producción de alimentos, para la actividad acuícola se pueden destacar aquellos relacionados con el alimento y las heces de los peces, cuyas descargas de agua pueden generar un enriquecimiento de nutrientes en cuerpos naturales provocando la acumulación de sedimentos anoxicos, gases tóxicos, cambios en la biodiversidad, entre otros efectos negativos, este fenómeno también llamado eutrofización, está asociado a las actividades agrícolas tradicionales, cuyo uso excesivo de fertilizantes químicos junto con un mal manejo, puede derivar en un potencial daño al entorno natural (Rabasso, 2006; Martínez-Cruz, 2015).

Una alternativa es la acuaponía, que consiste en la combinación de la acuicultura y la hidroponía y se presenta como una solución debido a sus múltiples ventajas sobre los sistemas de producción acuícolas y agrícolas convencionales, ya que tiene la finalidad de producir alimentos frescos, inocuos y nutritivos de manera controlada, así como obtener dos productos mediante una única fuente de nitrógeno (alimentos y heces de peces). Entre sus ventajas está la reutilización del agua, lo que resulta muy útil en zonas donde la disponibilidad de esta es escasa; también la fertilización es orgánica, ya que se realiza con la emulsión natural de los peces y el impacto ambiental es bajo, pues se reducen las tierras de cultivo necesarias para la producción de plantas (Rural, 2019).

Se han realizado muchos trabajos con sistemas de acuaponía, cuyos objetivos varían entre producir alimentos con distintas especies de animales y vegetales, aumentar su eficiencia y ahorro, entre otros, sin embargo un proceso clave en muchos de ellos es la eficiencia de los biofiltros en torno a la calidad del agua, algunos trabajos basan sus resultados en el efecto que tiene su diseño y componentes, tal como lo reporta Rodríguez-González et al. (2015), quienes tuvieron como objetivo la

evaluación de la producción semi intensiva de tilapia y lechuga en dos sistemas acuapónicos para comparar si el sistema de tratamiento de agua con bacterias en biofiltros es mejor que un sistema de recambios, como resultados obtuvieron que los sistemas de biofiltros provocaran mayor producción en cuanto al cultivo de tilapia en comparación con el sistema de recambios, sin embargo, la producción de lechuga fue a la inversa. Otro trabajo reportado por Castañeda (2019) demostró que, a través de un sistema acuapónico de recirculación para el tratamiento de agua bajo la influencia de tres cultivos (lechuga, albahaca y acelgas), se mejora en los parámetros de calidad de agua para ser reutilizada en la crianza de tilapias, incrementando su peso y tamaño, al igual que fue posible demostrar en los cultivos un crecimiento óptimo, atribuyendo este beneficio al sistema de recirculación. Por otro lado, Gallego y García (2017) realizaron un proyecto cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia del proceso de remoción de nitrógeno a través de la Tasa Volumétrica de Conversión de Nitrógeno Amoniacal Total (TVC NAT) en un filtro biológico, bajo el entendido de que la biofiltración forma parte de los procesos claves en acuaponía. Este filtro combinó un medio de percolación con otro de arena con 418 organismos en la parte acuícola, durante un periodo de 62 días. Al analizar por separado, obtuvieron que la combinación de percolador-columna de arena tuvo un desarrollo especializado en la remoción de compuestos nitrogenados con una eficiencia de remoción de NAT mayor a 70 %.

Otro aspecto importante es la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, que invitan a la suma de esfuerzos para contribuir con las metas de los 17 ODS, siendo cinco elementos fundamentales, personas, planeta, prosperidad, paz y alianzas, en donde los proyectos deben tener incidencia (ONU, 2023). La acuaponía tiene un impacto de forma directa e indirecta en muchos de ellos, documentado hasta 11 objetivos de la agenda a través de distintas metas, siendo para el tema del agua un impacto directo al evitar el desperdicio e incrementar el ahorro, así como la disminución de la contaminación, relacionando este proyecto al ODS 6: Agua limpia y saneamiento Valdez-Martínez et al. (2023). El objetivo del presente proyecto de investigación fue evaluar la eficiencia del tratamiento de agua en recirculación por filtro biológico con diferentes sustratos, dentro de un sistema productivo de acuaponía.

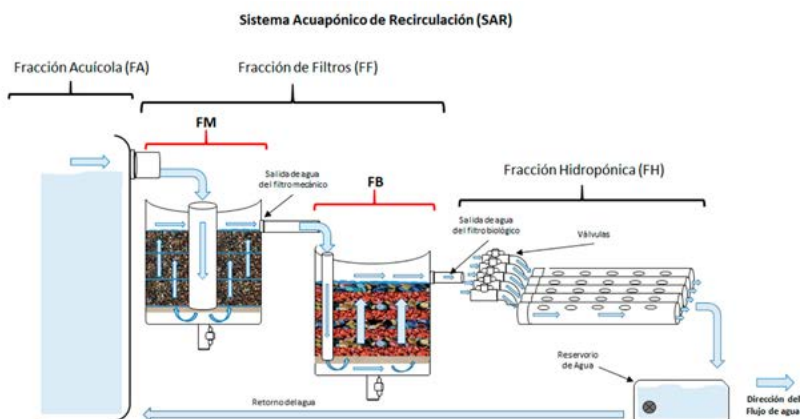
Metodología

El lugar donde se llevó a cabo el experimento fue en la Unidad Acuapónica Experimental (UAE) que se encuentra en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO), Unidad Regional Los Mochis. El diseño experimental consistió en la instalación de tres Sistemas Acuapónicos de Recirculación (SAR), cuya fracción hidropónica fue la técnica NFT (Nutrient Film Technique) y la parte acuícola un contenedor de 1000 L. El experimento tuvo una duración de 22 semanas.

Para la remoción de sólidos en el tratamiento de agua, se diseñaron y construyeron Filtros Mecánicos (FM) y Filtros Biológicos (FB) para la conversión de Nitrógeno Amoniacal Total (NAT), uno de cada uno para cada sistema. Los filtros fueron elaborados con cubetas de plástico de 20 L de capacidad. Para los FM se utilizó piedra de río y tres capas de tela fieltro. Por la parte del centro se colocó un tubo de PVC de 4" de diámetro para la entrada del agua proveniente del tanque de peces. Ambos filtros contaban con un falso fondo, que consistió en una malla de plástico de 5mm, reteniendo así la materia orgánica. La salida del agua filtrada por FM pasaba a través de una conexión de tubo PVC de 1" de diámetro hacia los FB; estos contaban con dos tipos de sustratos y una combinación entre ellos, siendo como resultado el primer sistema (SAR1) con una mezcla entre el 50 % de tapas PET y 50 % de piedra Tezontle, el SAR2 con 100 % de tapas PET y el SAR3 con el 100 % de piedra Tezontle. La salida del agua se conectó a las válvulas de entrada a la fracción hidropónica (Figura 1).

Figura 1.

Diseño del sistema acuapónico. Filtro Mecánico (FM) y Filtro Biológico (FB), las flechas azules muestran la dirección del flujo del agua (Valdez, 2024).



La cantidad de peces fue de 60 tilapias por SAR y cada uno contó con tres variedades de lechuga, siendo un total de 45 plantas. Las variedades fueron Lechuga Orejona (LO), Lechuga Francesa (LF) y Lechuga Baby Sucrine (LBS).

Para conocer la maduración de los filtros biológicos, se evaluó la concentración de Nitrógeno Amoniacal Total (Amonio y Amoniaco) generado por los peces dentro de los tanques. La primera medición se realizó en un periodo de 40 días después de iniciada la recirculación del agua, ya que, según las recomendaciones de Somerville et al. (2022) es el tiempo requerido para la incubación natural de bacterias en FB, para ello, se taparon los filtros para limitar la entrada de luz.

Para determinar las condiciones físicas y químicas del agua, se midió la temperatura (T; °C), el Oxígeno Disuelto (OD; mg/l) y el pH, de forma diaria. Para T y OD fueron monitoreados con un oxímetro portátil (HANNA®, modelo HI98193) y el pH se midió con un potenciómetro (HANNA®, modelo HI98127).

Para la determinación de la concentración de Nitritos (NO_2^-), Nitratos (NO_3^-), Amoniaco (NH_3) y Amonio (NH_4^+), se utilizaron los métodos de diazotización (0-0.30 mg/l); reducción de cadmio (0-30 mg/l) y Nessler 0-2.50 mg/l respectivamente con los reactivos específicos para el equi-

po utilizado (espectrofotómetro de luz visible) marca HACH® modelo DR-2010, disponible en el laboratorio IBC Analytics de la UAdeO, posteriormente se calculó el NAT con una sumatoria de NH_3 y NH_4^+ por medio de la ecuación 1. Las muestras se tomaron de la Fracción Acuicola y a la salida de los filtros biológicos.

Para determinar la tasa volumétrica de conversión de nitrógeno amoniacal total (TVC-NAT), la cual indica la carga de nutrientes que puede soportar un filtro biológico, se utilizó la siguiente ecuación empleada por Gallego y García (2017):

Ecuación 1:

$$TVC\ NAT\left(\frac{g-N}{m^3\ d}\right) = \left(CAI\left(\frac{g-N}{m^3}\right) - CAE\left(\frac{g-N}{m^3}\right)\right) \frac{Q\left(\frac{m^3}{d}\right)}{Vb(m^3)}$$

Dónde:

TVC NAT = Tasa Volumétrica de Conversión de Nitrógeno Amoniacal Total;

CAI = Concentración de Nitrógeno Amoniacal en el Influyente del filtro biológico;

CAE = Concentración de nitrógeno Amoniacal en el Efluente del filtro biológico;

Q = Caudal que pasa a través del filtro biológico

Vb = Volumen de Empaque en el filtro biológico

Los grupos de datos obtenidos de la lectura de las variables ambientales fueron sometidos a prueba de normalidad de Shapiro Wilk ($P > 0.05$) y homocedasticidad de Levene ($P < 0.05$), posteriormente a prueba pareada (t de student, $P < 0.05$) o ANOVA ($P < 0.05$) según fue el caso para identificar diferencias significativas entre los filtros, se utilizó el software SigmaPlot v.12.5z.

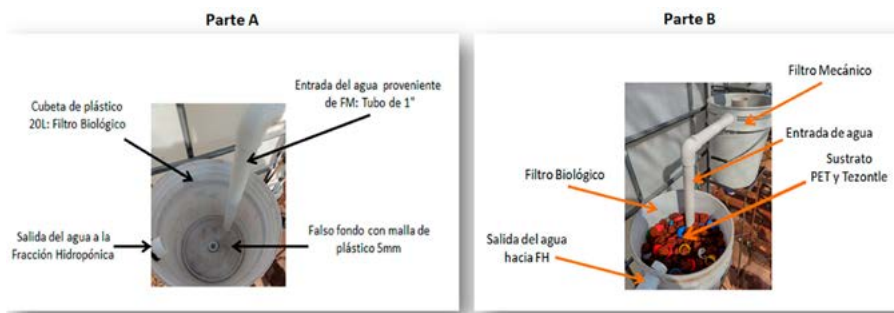
Resultados

Diseño y construcción de filtros

Una vez que el agua pasó por el primer filtro (FM), entró al filtro biológico desde el fondo, ya que la salida del agua se encontraba en contacto con la malla del falso fondo; por lo tanto, el flujo de agua pasaba toda la columna de sustrato. Este diseño se muestra en la figura 2, parte A. Para permitir un flujo por gravedad, la posición de los filtros mantenía distinto nivel; esta apreciación se puede notar en la figura 2, parte B, donde se muestra el filtro mecánico, la conexión de agua como entrada al filtro biológico, el sustrato y la salida del filtro biológico que posteriormente se conectaba con la fracción hidropónica.

Figura 2.

Diseño y componentes de los filtros, en la parte A se muestra los componentes de FB, el tubo de entrada del agua proveniente de FM y el contacto con la malla del falso fondo. Parte B muestra el diseño final de los filtros dentro del sistema acuapónico, el FB de la imagen contiene la mezcla de 50 % tapas PET y 50 % piedra tezontle



Fuente: Elaboración propia.

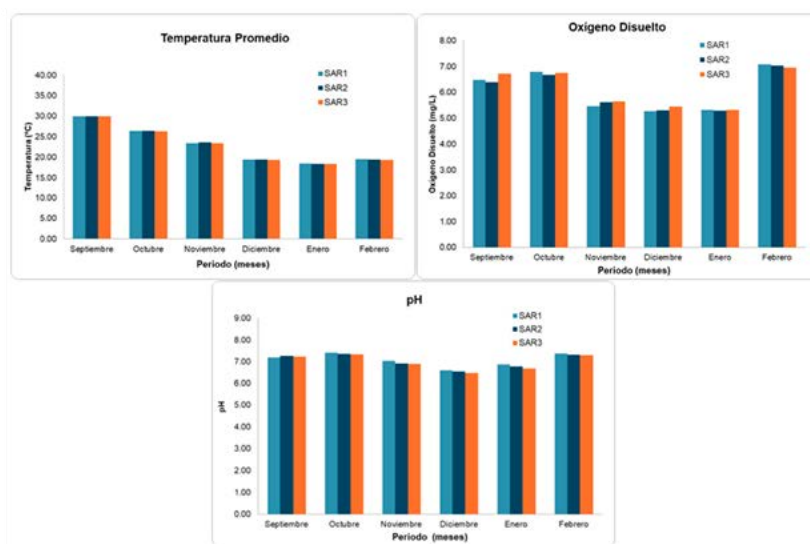
Calidad del agua

Los datos correspondientes al seguimiento de la concentración de oxígeno disuelto (OD), pH y la temperatura (T) se observan en la figura 3; estas mediciones se realizaron en el agua del contenedor con los peces, antes de pasar por ambos filtros.

Para el caso de la temperatura, se registraron valores máximos promedio de 29.93 °C correspondientes al mes de septiembre y las mínimas promedio de 18.38 °C para el mes de enero, siendo estos dos meses los que presentaron mayor diferencia entre ellos, y no hubo diferencias estadísticas significativas entre los sistemas. Para el pH, el valor más elevado se presentó en octubre con un promedio de 7.37 y para diciembre el valor más bajo con 6.55. En cuanto a OD, el promedio más elevado se presentó en febrero con un valor de 7.02 mg/L y el valor más bajo se observó un mes antes, siendo enero con un valor promedio mínimo de 5.3 mg/L.

Figura 3.

Resultados del valor promedio mensual de Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto durante un periodo comprendido de septiembre a febrero, para los tres sistemas (SAR1, SAR2 y SAR3)



Para la medición de las concentraciones de Nitritos (NO_2^-), Nitratos (NO_3^-), Amoníaco (NH_3) y Amonio (NH_4^+), se tomaron tres muestras por duplicado en cada una de las fracciones (FA y FH), siendo los periodos de octubre, diciembre y febrero, cuyos valores promedio más error típico se muestran en la tabla 1 y la tabla 2.

Tabla 1. Concentración promedio ($\pm$ error típico) de Nitritos (NO_2^-), Nitratos (NO_3^-), Amoniac (NH_3) y Amonio (NH_4^+) tomados en la fracción acuícola en tres periodos distintos

Sistemas Acuapónicos	Fracción acuícola			
	Nitritos (NO_2^-) mg/L	Nitratos (NO_3^-) mg/L	Amoniac (NH_3) mg/L	Amonio (NH_4^+) mg/L
SAR1	0.25 $\pm$ 0.08 A	30.27 $\pm$ 7.13	0.38 $\pm$ 0.08	0.45 $\pm$ 0.06
SAR2	0.40 $\pm$ 0.04 A	33.06 $\pm$ 5.82	0.47 $\pm$ 0.06	0.57 $\pm$ 0.41
SAR3	0.44 $\pm$ 0.03 A	30.49 $\pm$ 0.95	0.45 $\pm$ 0.11	0.54 $\pm$ 0.04

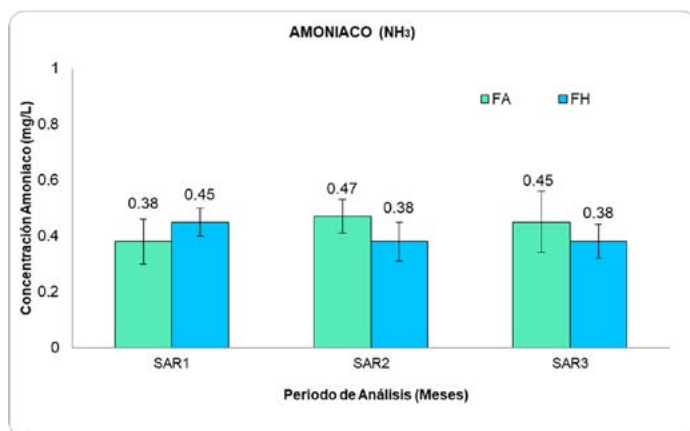
Tabla 2. Concentración promedio (más error típico) de Nitritos (NO_2^-), Nitratos (NO_3^-), Amoniac (NH_3) y Amonio (NH_4^+) donde las muestras fueron tomadas después de pasar por los filtros.

Sistemas Acuapónicos	Fracción hidropónica			
	Nitritos ($\text{NO}_2^{-\text{N}}$) mg/L	Nitratos ($\text{NO}_3^{-\text{N}}$) mg/L	Amoniac (NH_3) mg/L	Amonio (NH_4^+) mg/L
SAR1	0.10 $\pm$ 0.02 A	31.68 $\pm$ 1.68	0.45 $\pm$ 0.05	0.54 $\pm$ 0.06
SAR2	0.13 $\pm$ 0.02 B	35.22 $\pm$ 2.36	0.37 $\pm$ 0.07	0.46 $\pm$ 0.06
SAR3	0.14 $\pm$ 0.03 B	32.35 $\pm$ 1.10	0.38 $\pm$ 0.06	0.46 $\pm$ 0.06

El comportamiento expresado en ambas fracciones se aprecia en las siguientes figuras. Para el caso del amoniac (Figura 4), no hubo diferencias significativas entre las fracciones, siendo prácticamente la misma concentración en todo el sistema; sin embargo, se puede observar una ligera tendencia entre cada punto de muestreo. Para el caso del SAR1, el promedio general se encuentra con un valor más elevado en FH contra FA.

Figura 4.

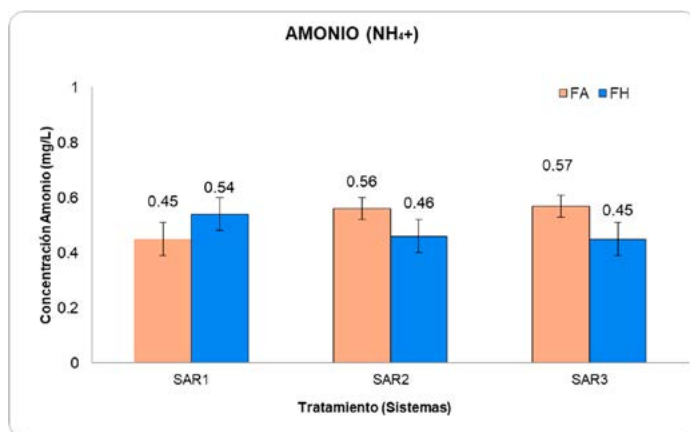
Concentraciones medias ($\pm$ error típico) de Amoníaco (NH_3), por fracción (FA y FH) y por Sistema Acupónico de Recirculación (SAR). No existen diferencias significativas entre las medias de FA vs FH (t -test, $P > 0.05$)



El amonio (figura 5), suele ser inerte para los peces y su formación se ve influenciada directamente por la temperatura y el pH del agua, para los tres SAR, la concentración fue similar al no existir diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las fracciones, sin embargo, se observó un comportamiento similar al del amoníaco con el SAR1 (figura 4), esto tiene sentido ya que el amonio y el amoníaco están relacionados y la tendencia fue que en FH hay una concentración promedio mayor con respecto a FA.

Figura 5.

Concentraciones medias ($\pm$ error típico) de Amonio (NH_4^+), por fracción (FA y FH) y por Sistema Acuapónico de Recirculación (SAR). No existen diferencias significativas entre las medias de FA vs FH (t-test, $P > 0.05$)



Los nitritos fueron el único valor que mostró diferencias significativas entre las fracciones, siendo notoriamente mayor la concentración en el contenedor con los peces (FA). Esta tendencia del comportamiento respecto a la concentración promedio en las fracciones del sistema se observa en la figura 6, y los tres SAR tuvieron el mismo comportamiento.

Figura 6.

Concentraciones medias ($\pm$ error típico) de Nitritos (NO_2^-), por fracción (FA y FH) y por Sistema Acuapónico de Recirculación (SAR). Letras distintas (a, b) indican que existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de FA vs FH (t-test, $P < 0.05$)

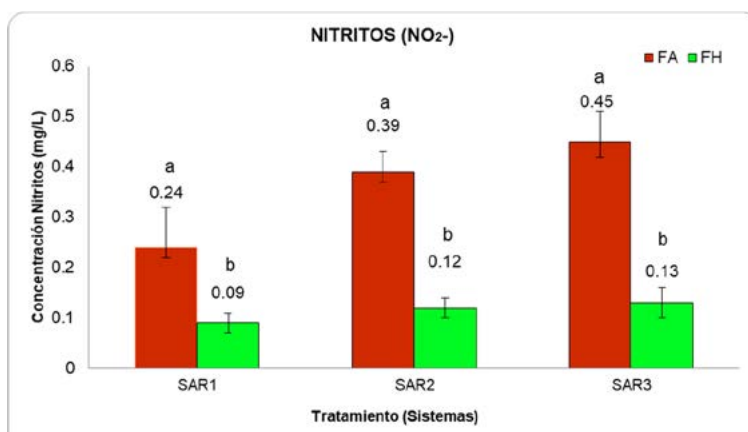
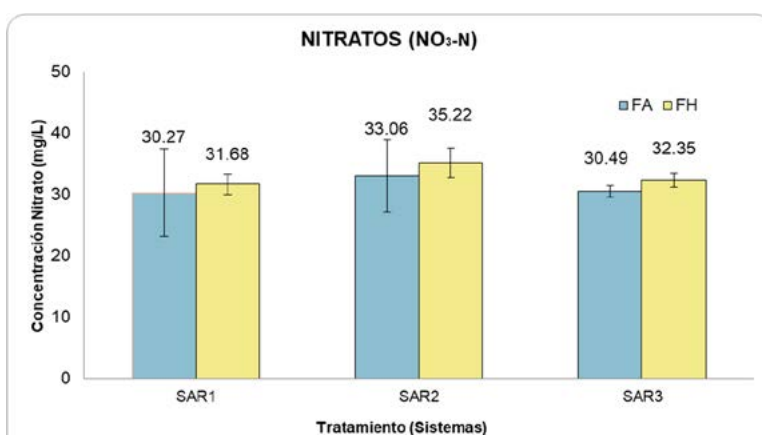


Figura 7.

Concentraciones medias ($\pm$ error típico) de Nitratos (NO_3^-), por fracción (FA y FH) y por Sistema Acuapónico de Recirculación (SAR). No existen diferencias estadísticas entre las medias de FA vs FH (t-test, $P > 0.05$)



Con los nitratos, no hubo diferencias estadísticas entre las fracciones en ningún SAR (figura 7), sin embargo hay valores promedio ligeramente mayores en FH respecto a FA.

Tasa volumétrica de Conversión del Nitrógeno Amoniacal Total (TVC NAT)

Para determinar la capacidad de carga de los nutrientes que podían soportar cada uno de los filtros biológicos, primero se llevó a cabo la sumatoria del amonio y amoniaco, lo que permitió obtener el valor del Nitrógeno Amoniacal Total, para ello se sumaron las concentraciones promedio obtenidas por fracción en cada uno de los SAR (Tabla 1 y 2), siendo el $\text{NAT} = \text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$, posteriormente se aplicó la ecuación 1 donde $Q = 1.728 \text{ m}^3/\text{d}$ y $V_b = 0.016 \text{ m}^3$. Los resultados del NAT se muestran en la tabla 3 y en la tabla 4.

Tabla 3.

Valores promedio obtenidos por fracción (FA y FH), y por sistema acuapónico de recirculación (SAR) para calcular Nitrógeno Amoniacal Total (NAT)

Sistema	NH_4^+ (mg/L)	NH_3 (mg/L)	NAT
SAR1 FA	0.38	0.45	0.83
SAR1 FH	0.54	0.45	0.99
SAR2 FA	0.57	0.47	1.04
SAR2 FH	0.46	0.37	0.83
SAR3 FA	0.45	0.54	0.99
SAR3 FH	0.46	0.38	0.84

Tabla 4.

Resultados del cálculo de la Tasa de Conversión de Nitrógeno Amoniacal Total (TCV NAT) obtenida del promedio de cada sistema en todo el periodo

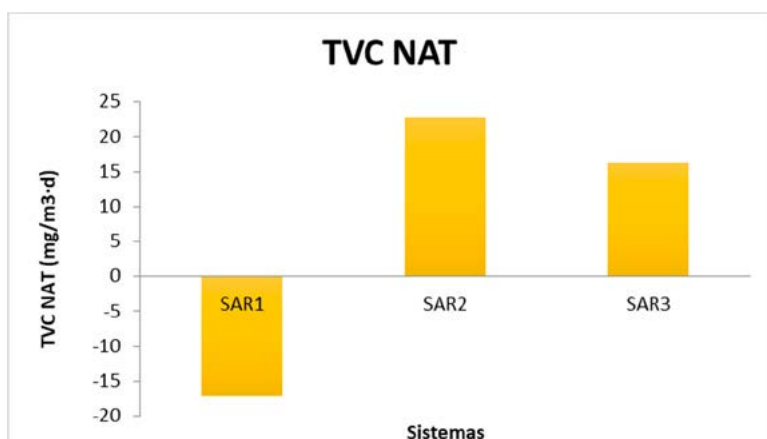
Sistema Acuapónico	TVC NAT
SAR1	-17.28 $\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$
SAR2	22.68 $\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$
SAR3	16.2 $\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$

Una vez aplicada la ecuación del cálculo sobre la TCV NAT, se obtuvieron los resultados presentes en la siguiente tabla.

Dentro de los resultados se puede apreciar que la TVC NAT más elevada se presentó con el SAR2 con 22.68 mg/ m₃·d, cuyo sustrato consiste en 100 % tapas PET, posteriormente fue el SAR3 con 16.2 mg/ m₃·d y el resultado del SAR1 fue un valor negativo (-17.28 mg/m₃·d), lo que indica serios problemas con el filtro biológico para realizar el proceso de conversión.

Figura 8.

Valores promedio de Tasa Volumétrica de Conversión de Nitrógeno Amoniacal Total (TVC NAT) por sistema de recirculación acuapónico (SAR) en todo el periodo (septiembre - febrero).



Por otro lado, en el cálculo individual del TVC NAT por mes de evaluación, se logra apreciar con más detalle los comportamientos de los filtros biológicos y el efecto del sustrato en el proceso de conversión. La tabla 5 muestra la TVC NAT por muestreo y por sistema, siendo notorio que para el mes de octubre, el más eficiente fue el filtro del SAR2; le sigue el SAR3 con valores negativos (-7.56) y por último el SAR1 con valor de -34.56. Este efecto posiblemente se deba a una acumulación del NAT posterior a FA y los filtros; sin embargo, los valores cambiaron para el mes de diciembre, siendo el más eficiente el SAR3, seguido por el SAR2 y por último el SAR1 con un valor de cero. Para el último mes (febrero), los tres filtros mostraron valores de TVC NAT positivos, siendo el más eficiente el SAR3, seguido por el SAR2 y por último el SAR1.

Tabla 5.

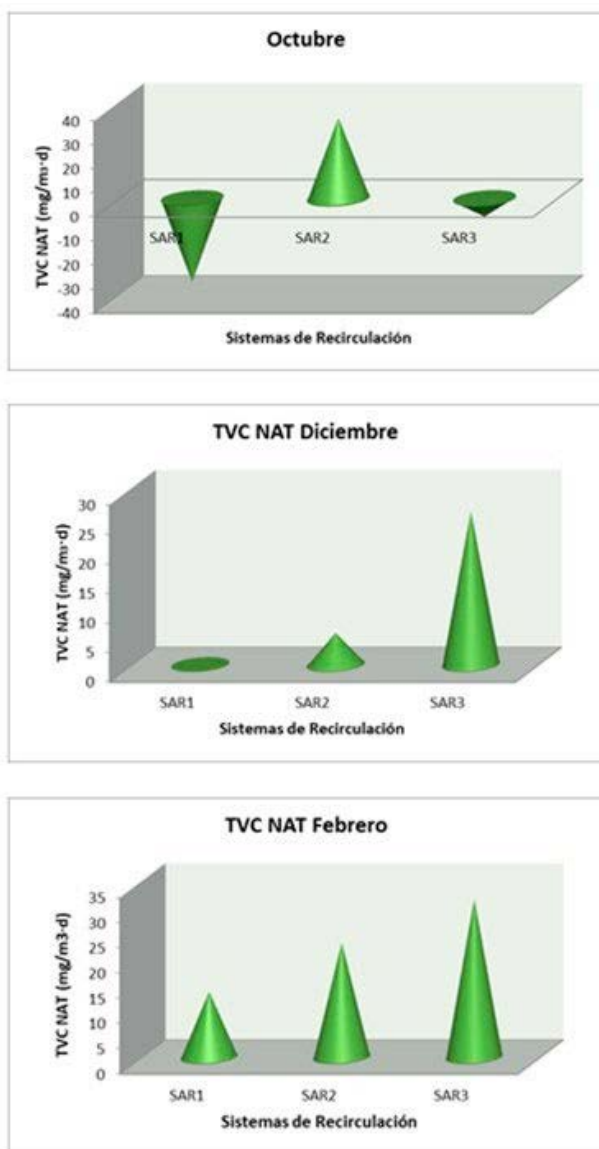
Valores obtenidos con el cálculo de la Tasa Volumétrica de Conversión (TVC) del NAT por Sistema Acuapónico de Recirculación (SAR) y por mes

	TVC NAT mg/m ³ ·d		
	Octubre	Diciembre	Febrero
SAR1	-34.56	0	12.96
SAR2	33.48	5.4	22.68
SAR3	-7.56	25.92	31.32

Las tendencias y el comportamiento de cada uno de los filtros biológicos se aprecian con más detalle en la figura 9, siendo el mes de febrero cuando todos los filtros biológicos tenían un comportamiento adecuado para cada SAR.

Figura 9.

Tasa Volumétrica de Conversión (TVC) de NAT por sistema acuapónico y por periodo de análisis



En la figura 9 se aprecia que cada uno de los filtros biológicos presentó una tendencia de comportamiento diferente y única entre cada uno de ellos. Para el caso del SAR1, empezó con valores elevados y negativos demostrando que, en vez de una conversión de los desechos nitrogenados, existió acumulación del NAT, este comportamiento se revirtió para el mes de diciembre, donde el valor de TVC NAT fue de cero, lo que indica que el sistema de filtros estaba mejorando, posteriormente se generó un valor positivo siendo de $12.96 \text{ mg/m}^3\cdot\text{d}$ para el mes de febrero, cuando el filtro a base de 50% PET y 50% Tezontle, comenzó a funcionar adecuadamente.

Para el caso de la tendencia en el comportamiento del filtro del SAR2, se logra apreciar en la figura 9, que este filtro siempre mostró valores del TVC NAT positivos, sin embargo, el comportamiento fue diferente a los otros dos filtros, ya que empezó con un valor de $33.48 \text{ mg/m}^3\cdot\text{d}$, después disminuyó con un valor de $5.4 \text{ mg/m}^3\cdot\text{d}$ y posteriormente subió a $22.68 \text{ mg/m}^3\cdot\text{d}$. Este comportamiento del filtro posiblemente se deba a otros agentes externos que alteraron el correcto desarrollo de las bacterias nitrificantes, viéndose reflejado en la disminución de la TCV NAT, sin embargo, a diferencia de los filtros de los otros dos sistemas, este funcionó en todo el periodo, siendo más eficiente por más tiempo y mostrando resultados más pronto.

El filtro biológico del SAR3 con sustrato de 100% tezontle, mostró un inicio con valores negativos, efecto que se revirtió en diciembre con una TVC NAT de $25.92 \text{ mg/m}^3\cdot\text{d}$ y terminando febrero con un valor de $31.32 \text{ mg/m}^3\cdot\text{d}$. A pesar de tener un comienzo no adecuado, entro en función positiva para el segundo muestreo y se mantuvo similar para febrero, demostrando ser una buena alternativa este sustrato.

Discusión

El diseño de FB elaborado en esta propuesta se puede clasificar como filtro de lecho fijo, que, según Delgado (2024), tiene la funcionalidad de eliminar solidos a través de filtración, siendo aquellos solidos que no fueron retenidos en el filtro anterior. Al contar con un falso fondo y válvula de salida en la parte inferior, se pueden retirar los sólidos por la parte de abajo.

Este diseño, similar al de lecho fijo, tiene como ventaja propiciar la nitrificación y la filtración. Sin embargo, un posible efecto negativo se puede dar al presentarse la degasificación, que para este sistema sería la reducción del oxígeno disuelto. Esto es provocado por obstrucción de partículas y bacterias (Delgado, 2024).

Sobre OD, se puede observar que en ninguno de los meses los valores promedio bajaron de 4 mg/L y el comportamiento entre los sistemas fue similar, no existiendo diferencias significativas ($P > 0.05$), lo que indica que, en todo el periodo, el oxígeno no estuvo en condiciones bajas para representar un riesgo para ningún organismo del sistema, que según Somerville et al. (2022), el mínimo ideal para peces, plantas y bacterias debe ser de 4 mg/L. La correcta saturación de OD en el agua posiblemente se deba al adecuado proceso de aireación en el sistema; además, la temperatura en el periodo fue mayoritariamente baja y cuando esto sucede, los niveles de oxígeno se conservan más fácilmente.

Por otro lado, el pH, como se puede apreciar, el comportamiento entre cada sistema y entre meses fue muy similar, siendo todos los promedios muy cercanos a un valor de 7. Para el caso de los sistemas de acuaponía, algunos autores como Mullins et al. (2016) y Pinho et al. (2017) dicen que lo ideal es un rango entre 6.5 y 7.5; por ello, se puede considerar que esta variable no afectó a los peces y bacterias durante todo el periodo del experimento. Tampoco hubo un factor externo que alterara algún SAR.

Respecto a la temperatura se puede observar un comportamiento con una tendencia a disminuir, siendo los valores más elevados en el mes de septiembre y los menores en enero, esto tiene sentido al considerar que es la época de invierno, por lo tanto, hay un descenso importante cada mes. Estos niveles tan bajos de temperatura (valores promedio menores a 20 °C) que se aprecian a partir de diciembre hasta terminar el periodo en febrero, no son los mejores recomendados para los sistemas de acuaponía, es decir, para peces y bacterias principalmente, esto se ve reflejado en las variables productivas que indican (en este caso) el bajo crecimiento de peces, ya que, al ser ectotermos, no consumen alimento por la disminución de su metabolismo, y cabe destacar que es a través del principal desecho metabólico o desecho nitrogenado (orina = amonio/amoniaco) del pez que se obtiene el nitrógeno para las bacterias y las plantas, por ello, si hay un desequilibrio en el sistema, se puede afectar

la eficiencia de los filtros biológicos (Hsien-Tsang & Quintanilla, 2008; Pérez et al., 2015).

Para el caso de los nitritos, fue la única variable que mostró un valor con diferencias estadísticas significativas entre las fracciones, siendo mayor en FA y esto pasó en los tres SAR, lo que posiblemente se deba a una acumulación en el tanque, ya que en sistemas de acuaponía puede ser común (Somerville et al., 2022).

Para el caso del nitrato, no representa ningún riesgo para los peces y las plantas, que según Somerville et al. (2022) e Inosako et al. (2020), el rango óptimo para acuaponía debe ser de 10 a 150 mg/L, considerando este nivel como tolerable para peces e ideal para plantas.

La figura 8 muestra el comportamiento general de los filtros y el efecto en el sustrato, donde claramente se aprecia que el SAR1 tiene un resultado con un valor negativo ($-17.28 \text{ mg/m}^3\cdot\text{d}$), esto se puede atribuir al cálculo del NAT promedio en todo el periodo experimental, donde el valor del NAT en el SAR1 de la fracción acuícola (0.83) fue menor al resultado obtenido en la fracción hidropónica (0.99). Al ser mayor el NAT en FH que en FA, el resultado arroja valores negativos, lo que indica que el filtro biológico en este periodo no funcionó correctamente, cabe señalar que, si hubo presencia de nitritos y nitratos en el SAR1, sin embargo, el proceso de conversión fue más lento y no se aprecia en esta medición.

Además existen diversos factores que intervienen en la generación del NAT y la eficiencia de los sustratos, una de ellas es la etapa de producción de organismos acuáticos, donde los valores aceptables pueden ser de 140 a 300 g de NAT $\text{m}^3\cdot\text{d}$, valores sumamente elevados si se comparan los resultados del presente estudio (Malone y Beecher, 2000).

Conclusiones

El cálculo de la TVC NAT en un promedio general mostró que uno de los filtros no funcionó en todo el periodo, ya que los valores fueron negativos. Sin embargo, al hacer el cálculo de forma individual por mes de muestreo, se logró observar un comportamiento más detallado de cada FB y, por ende, de cada sustrato, lo que indica que la formación de bacterias es diferente según el material que se emplee para cada filtro biológico.

En la evaluación de los FB en función de la eficiencia para la conversión de NAT, se determinó que el SAR2 inició en octubre con resultados favorables, el SAR3 y el SAR 1 fueron de manera negativa, sin embargo, en el mes de diciembre hubo una disminución para el SAR2, un aumento favorable para el SAR3 y en el SAR1 se quedó en 0, para febrero todos los filtros mostraron valores positivos. Esto reflejó que el filtro biológico del SAR2 fue más estable al nunca presentar valores negativos y mayor cantidad en el promedio general.

Sobre la composición del sustrato para los FB, tuvo mayor eficiencia el SAR2 compuesto de 100 % PET; le sigue el de 100 % piedra tezontle del SAR3 y, por último, el de la combinación entre tezontle y PET, demostrando que la combinación entre estos dos materiales no es lo más recomendable.

La concentración de nitritos y amoníaco dentro de los SAR no fueron tan elevados para causar mortandad de peces, lo mismo para las variables de OD y pH, no presentaron riesgo para los organismos, no fue el caso de la temperatura, que se considera el factor limitante para el desarrollo de las tilapias dentro del sistema acuapónico presentando valores debajo del promedio ($<20\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante varios meses y esta variable tiene relación directa con el NAT.

La concentración de Nitratos obtenida en los tratamientos, indica que los Sistemas Acuapónicos si generan condiciones de nutrición suficientes para el cultivo de las variedades de *L. sativa* empleadas aquí.

Los valores de OD, pH y temperatura solo fueron evaluados en la FA de todos los sistemas; por lo tanto, se recomienda hacer mediciones en diversos puntos con en FH, FB y FM.

Referencias

Castañeda-Villanueva, D.L. (2019). *Tratamiento de aguas residuales provenientes de la crianza de tilapias (Oreochromis niloticus) a través del sistema acuapónico de recirculación utilizando cultivos de lechuga (Lactuca sativa var. intybacea), albahaca (Ocimum basilicum) y acelga (Beta vulgaris var. cicla)*. (Tesis de licenciatura, Perú). <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/216>

- Delgado-Martínez, R. L. (2024). *Diseño de sistema de acuaponía automatizado para producción agrícola y piscícola a escala comercial*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86030>
- Gallego-Alarcón, I. & García-Pulido, D. (2017). Remoción de nitrógeno amoniacal total en un biofiltro: percolador-columna de arena. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(1), 81-93. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-06>
- Hsien-Tsang, L. & Quintanilla, M. (2008). *Manual sobre producción y cultivo de tilapia*. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA).
- Inosako, K., Troyo-Diéguez, E., Saito, T., & Lucero Vega, G. (2020). *Manual Técnico para Cultivo a Cielo Abierto usando Agua Residual de Acuaponia. Manual Técnico Sobre Acuaponía Combinada con Cultivo Cielo Abierto Adaptado en Zonas Áridas*.
- Malone Ronald, F., & Lance, B. (2000). Use of floating bead filters to recondition recirculating waters in warmwater aquaculture production systems. *Aquacultural Engineering*, 22(1-2), 57-73.
- Martínez-Cruz, D. A. (2015). *Impacto ambiental de la agricultura de riego en la calidad del suelo y los recursos hídricos en el Distrito de Riego 038 Río Mayo Navojoa, Sonora México*. (Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados). <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/2542>
- Mullins, C., Nerrie, B., Sink, T.D., & Beem, M. (2016). *Principles of small-scale aquaponics*. Oklahoma Cooperative Extension Service. <https://extension.okstate.edu/factsheets/principles-of-small-scale-aquaponics.html>
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. OMS. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Pérez, M., Sáenz, M., & Martínez, E. (2015). Crecimiento de las tilapias *Oreochromis niloticus* en cultivo Monosexual y Ambos sexos, en sistemas de producción semiintensivos. Universitat (León). *Revista Científica de la UNAN-León*, 6(1), 66-70.

- Pinho, S.M., Molinari, D., de Mello G.L., Fitzsimmons, K.M., & Emerenciano, M.G.C. (2017). Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. *Ecological Engineering*, 103, 146-153. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.03.009>
- Rabasso Krohnert, M. S. (2006). Los impactos ambientales de la acuicultura, causas y efectos. *Vector plus*, 28, 89-98.
- Rodríguez-González, H., Rubio-Cabrera, S.G., García-Ulloa, M., Montoya-Mejía, M., & Magallón-Barajas, F.J. (2015). Análisis técnico de la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en dos sistemas de acuaponía. *Agroproductividad* 8 (3), 15-19. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/655>
- Rural, S. D. (2019). *Acuaponía, un sistema sustentable que produce peces y plantas*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/acuaponia-un-sistema-sustentable-que-produce-peces-y-plantas?>
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. y Lovatelli, A. (2022). Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala – Cultivo integral de peces y plantas. *FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 589*. FAO. <https://doi.org/10.4060/i4021es>
- Valdez-Martínez, D., Soto-Alcalá, J., y Hernández-Sandoval, P. (2023). Contribución de los sistemas acuapónicos en los objetivos del desarrollo sostenible y su relación con el COVID-19. *Revista Ra Ximhai*, 19 (3 Especial), 83-103. <https://doi.org/10.35197/rx.19.03.2023.04.dv>
- Valdez-Martínez, D. (2024). *Evaluación del desempeño productivo de un policultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y Langostino (*Macrobrachium tenellum*) en un sistema acuapónico de Lechuga (*Lactuca sativa*) como estrategia sustentable de producción a pequeña escala. (Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Occidente)*. <https://uadeo.mx/posgrado/doctorado/sustentabilidad/repositorio-de-tesis/>

Capítulo 6

Sustentabilidad y conservación ambiental en atractivos turísticos en el cerro de la memoria de Los Mochis, Sinaloa

Karla Judith Moreno Rentería¹

Iván Noel Álvarez Sánchez²

Marco Arturo Arciniega Galaviz³

<https://doi.org/10.61728/AE20254063>



¹ Profesora investigadora de la Universidad Autónoma de Occidente. E-mail: karla.moreno@uadeo.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5584-0638>

² Profesor investigador de la Universidad Autónoma Indígena de México. E-mail: ivanalvarezsanchez@uais.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8819-5310>

³ Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Occidente. E-mail: marco.arciniega@uadeo.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8532-7130>

Introducción

AA nivel global, la sustentabilidad y conservación ambiental son grandes pilares en la gestión de los atractivos turísticos, dado el creciente turismo local, regional, nacional e internacional que ejerce la llegada de visitantes en los recursos naturales y culturales.

De acuerdo a la ONU (2024), las llegadas de turistas internacionales alcanzaron el 97% de los niveles anteriores a la pandemia en el primer trimestre de 2024. Según ONU Turismo, más de 285 millones de turistas realizaron viajes internacionales.

Lo que el turismo es detonador en crecimiento económico, social y ambiental, y que puede tener impactos ambientales significativos en los recursos naturales, de tal manera que el turismo local, regional, nacional e internacional ayude en la protección al medioambiente y la conservación de los recursos naturales.

De tal manera que el turismo se planifica y se gestiona con responsabilidad, demostrando su capacidad de contribuir a la creación de empleo, promover la integración social inclusiva, proteger el patrimonio natural y cultural, conservar la biodiversidad, generar medios de vida sostenible y mejorar el bienestar de las personas (ONU, 2023).

En México, se registro en el año del 2024 la llegada de turista internacional alcanzo los 29 millones, lo que representa un aumento del 5.5 % comparado al 2023 (SECTUR, 2024), asimismo en el estado de Sinaloa el sector turístico durante el periodo 2024 destacó una derrama económica récord de 38 mil millones de pesos y la llegada de 5.5 millones de turistas al estado (CES, 2025). De esta manera, durante el 2024 en el Sinaloa señala la visita de alrededor de tres millones de pasajeros en los tres aeropuertos internacionales del estado, siendo Culiacán el que suma la mayor parte, con más de un millón 700 mil viajeros; Mazatlán más del millón y medio y Los Mochis más de 450 mil (GOB, 2024).

Por lo que, “el turismo es un movimiento de personas que abandonan temporalmente su residencia habitual por motivos relacionados con su espíritu, su cuerpo y su profesión. El turismo es un conjunto de viajes cuyo objeto principal es el comercio, el placer y la profesión” (Schwink, 1929; Bormann, 1930, como se cita en Fuentes, 2015, p.107).

Por otra parte, Zarta (2018) dice que “la sustentabilidad es un concepto integrador valioso, por cuanto se adapta a cualquier lugar geográfico que se esté analizando, se adecúa a los diferentes objetivos que se estén considerando, tiene en cuenta las presentes y futuras generaciones, pero, sobre todo, retoma la necesidad nuevamente de concebir al hombre como parte integrante de la biosfera” (p.420).

Además, Vilchis et al. (2023) señalan la importancia de “las dimensiones de la sustentabilidad en destinos turísticos implica remontarse a los hechos que han contribuido a que prevalezca la perspectiva económica, social y ambiental”. Es importante destacar los impactos negativos de acuerdo al cuidado ambiental, en la equidad social y la conservación cultural para mejorar la calidad de vida de las comunidades locales y fomentar los destinos turísticos.

En este contexto, la sustentabilidad en el turismo no solo implica la reducción de los impactos negativos, como minimizar el reciclaje, la reducción de residuos, conservar y gestionar el uso de la energía, aprovechar el agua y la conservación de la biodiversidad medioambiental que prevalece en zonas que visita el turista.

Así mismo, Barbulho et al. (2023) señalan que la conservación ambiental, es la explotación insostenible de recursos naturales han llevado al incremento constante de los impactos ambientales negativos, como la deforestación, la contaminación y la pérdida de biodiversidad, contribuyendo a los problemas ambientales.

En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo analizar las estrategias del cerro de la memoria de Los Mochis, Sinaloa, basado en los principios de la sustentabilidad y la conservación del cuidado del medioambiente en los atractivos turísticos. Se utilizó la investigación de tipo mixto con instrumentos de encuestas y entrevistas semiestructuradas a los actores para medir el cuidado del medioambiente y atractivo turístico.

La sustentabilidad y la conservación del cuidado del medioambiente

La percepción de los principios básicos de la sustentabilidad, basado al analizar como un sistema integrado que considera la interacción entre los sistemas social y ambiental. Además, implica un equilibrio entre las esferas ecológica, social y económica (GOB, 2021).

Las Naciones Unidas (UN, 2017) señalan: La Organización Mundial del Turismo define el turismo sostenible como “el turismo que tiene plenamente en cuenta las repercusiones actuales y futuras, económicas, sociales y ambientales para satisfacer las necesidades de los visitantes, de la industria, del entorno y de las comunidades anfitrionas”.

El turismo sustentable representa beneficios importantes en los aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales de la población. Dichos principios de sostenibilidad (ONU, 2009) refieren a los aspectos medioambiental, económico y sociocultural del desarrollo turístico, habiéndose de establecer un equilibrio adecuado entre esas tres dimensiones para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Por lo tanto, el turismo sostenible debe:

1. Dar un uso óptimo a los recursos medioambientales, que son un elemento fundamental del desarrollo turístico, manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica.
2. Respetar la autenticidad sociocultural de las comunidades anfitrionas, conservar sus activos culturales y arquitectónicos y sus valores tradicionales, y contribuir al entendimiento y la tolerancia intercultural.
3. Asegurar unas actividades económicas viables a largo plazo, que reporten a todos los agentes unos beneficios socioeconómicos bien distribuidos, entre los que se cuenten oportunidades de empleo estable y de obtención de ingresos y servicios sociales para las comunidades anfitrionas, y que contribuyan a la reducción de la pobreza.

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (2024) señala el Desarrollo Sustentable como “el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, econó-

mico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras” (p.3).

Para los autores, Chávez et al. (2013) señalan que “el concepto de turismo sostenible se redefina en términos de un paradigma que incorpore una amplia gama de enfoques para el sistema turístico/medioambiente dentro de las zonas de destino”. Estos enfoques se destacan por una gran variedad de situaciones abstractas, con el objetivo de demostrar la legitimidad de las diferentes percepciones de turismo sustentable” (p.12).

De esta manera, los destinos turísticos son importantes en la implementación de las prácticas sustentables en la conservación de los ecosistemas, ya que ofrecen oportunidad en las comunidades locales. Para la ONU (2008), el destino principal de un viaje turístico se define como el lugar visitado que es fundamental para la decisión de realizar el viaje.

Por su parte, Acerenza identifica los atractivos turísticos como el componente más importante del producto turístico “por cuanto son los que determinan la selección, por parte del turista, del punto del destino de su viaje, y son los que generan, por tanto, una corriente turística hacia su localización”. Apunta asimismo que “constituyen el principal motivo para que el turista lo visite al destino” y “son capaces de satisfacer las motivaciones primarias de viaje de los turistas” (1984: 211 y 213 como se cita en Navarro, 2015, p. 337).

Suárez (2024) señala que la conservación en el turismo prevalece en los recursos naturales y culturales, además de áreas de los ecosistemas, biodiversidad y paisajes, lo que convierte al turismo como herramienta eficaz para la conservación del lugar y del destino, por lo que los atractivos turísticos deben tener el mayor cuidado para la conservación ambiental; por ende, la importancia de fomentar la educación ambiental en los visitantes, en las comunidades locales y los turistas.

De esta manera, para el Instituto Municipal de Planeación de Ahome (IMPLAN, 2014) menciona las políticas de medioambiente como son:

Estrategia 1. Instrumentos para hacer más eficiente y eficaz la administración y gestión de áreas verdes; integrando para la formulación

de planes, programas y proyectos a profesionistas relacionados a las disciplinas de biología, medioambiente, ecología, desarrollo sustentable, paisajismo y jurídicos.

- a) Reglamento de vegetación urbana de la ciudad de Los Mochis. Deberá ser impulsado por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, la Dirección de Obras Públicas y el IMPLAN. Posteriormente, tendrá que turnarse a la Oficialía Mayor, Cabildo y la Secretaría Técnica del Ayuntamiento para su aprobación. Será necesario que en su elaboración participen especialistas en vegetación, paisajismo, bioclimatismo y afines e integrar en la socialización por lo menos a los desarrolladores de vivienda, empresarios de viveros y servicios públicos municipales, comisión de D.R.O., colegios de arquitectos e ingenieros civiles.
- b) B. Programa de imagen urbana ambiental de la ciudad de Los Mochis del Plan de Manejo de áreas verdes de la ciudad de Los Mochis. Deberá ser impulsado por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, la Dirección de Obras Públicas y el IMPLAN, con la participación de la Secretaría Técnica del Ayuntamiento. El trabajo de socialización deberá centrarse en los grupos, cámaras, consejos, asociaciones, etc., que interactúan con las dependencias mencionadas en el párrafo anterior. Posteriormente, tendrá que turnarse al Cabildo para su aprobación el Programa de gestión de áreas verdes de la ciudad de Los Mochis. Será impulsado por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y el IMPLAN, con la participación de Bienes Inmuebles Municipales, Catastro Municipal, Obras Públicas y la Dirección de Desarrollo Social del Municipio de Ahome.
- c) Ordenamiento Ecológico Territorial del Cerro de la Memoria Declaratoria de Área Natural. Protegida de Jurisdicción Local La declaratoria de área natural protegida de jurisdicción local bajo la modalidad de “Zona Sujeta a Conservación Ecológica” deberá ser gestionada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y elaborada en conjunto con el IMPLAN, el departamento jurídico del H. Ayuntamiento y academias afines a las áreas de conservación ecológica y ambiental, ante la instancia estatal correspondiente, de acuerdo a lo establecido en los artículos No. 60 y No. 62 de la Ley del Equilibrio

Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Sinaloa. Con participación del gobierno del estado a través de la SEDESHU, Programa de Manejo del Cerro de la Memoria deberá ser llevado a cabo en conjunto por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, el IMPLAN y la Secretaría de Desarrollo Social y Humano del Estado de Sinaloa. De igual manera, deberá cubrir las disposiciones de los artículos No. 66 y No. 68 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Sinaloa. Plan parcial de uso, conservación y aprovechamiento del Cerro de la Memoria. Deberá ser llevado a cabo en conjunto por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y el IMPLAN. Cumplirá con las condicionantes indicadas en los artículos No. 59 al No. 69 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa (p. 243).

Además, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2021) expide la norma oficial mexicana (NOM) del sector ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medioambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. Para facilitar su consulta, las NOM vigentes del sector ambiental se clasificaron en las siguientes materias: agua, contaminación por ruido, emisiones de fuentes fijas, emisiones de fuentes móviles, impacto ambiental, lodos y biosólidos, medición de concentraciones, metodologías, protección de flora y fauna, residuos y suelos (p. 3).

Asimismo, SEMARNAT (2021), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y por la Comisión Nacional del Agua, y aprobadas por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT), corresponden al sector de “Protección Ambiental” cuya letra de identificación es “AA”. Para facilitar su consulta, las NMX vigentes del sector ambiental fueron clasificadas por materia dentro de las siguientes categorías: agua, atmósfera, fomento y calidad ambiental, potabilización de agua, protección de flora y fauna, residuos, ruido y suelo.

Siendo así, que el turismo es importante como lo señala la ONU (2008) el turismo es un fenómeno social, cultural y económico que supone el desplazamiento de personas a países o lugares fuera de su entorno habi-

tual por motivos personales, profesionales o de negocios. Esas personas se denominan viajeros (que pueden ser o bien turistas o excursionistas; residentes o no residentes) y el turismo abarca sus actividades, algunas de las cuales suponen un gasto turístico. Además, se menciona a los diferentes tipos de turismo como son:

Tabla 1.
Tipos de Turismo

Tipo de turismo	Descripción
Turismo nacional	El turismo nacional abarca el turismo interno y el turismo emisor, a saber, las actividades realizadas por los visitantes residentes dentro y fuera del país de referencia, como parte de sus viajes turísticos internos o emisores.
Turismo internacional	El turismo internacional incluye el turismo receptor y el turismo emisor, es decir, las actividades realizadas por los visitantes residentes fuera del país de referencia, como parte de sus viajes turísticos o emisores, y las actividades realizadas por los visitantes no residentes en el país de referencia, como parte de sus viajes turísticos receptores (RIET 2008, párr. 242).
Turismo cultural	El turismo cultural es un tipo de actividad turística en el que la motivación esencial del visitante es aprender, descubrir, experimentar y consumir los atractivos/ productos culturales, materiales e inmateriales, de un destino turístico. Estos atractivos/productos se refieren a un conjunto de elementos materiales, intelectuales, espirituales y emocionales distintivos de una sociedad que engloba las artes y la arquitectura, el patrimonio histórico y cultural, el patrimonio gastronómico, la literatura, la música, las industrias creativas y las culturas vivas con sus formas de vida, sistemas de valores, creencias y tradiciones (p. 31).
Ecoturismo	Es un tipo de actividad turística basado en la naturaleza en el que la motivación esencial del visitante es observar, aprender, descubrir, experimentar y apreciar la diversidad biológica y cultural, con una actitud responsable, para proteger la integridad del ecosistema y fomentar el bienestar de la comunidad local.

Tipo de turismo	Descripción
Turismo sustentable	Turismo de aventura es un tipo de turismo que normalmente tiene lugar en destinos con características geográficas y paisajes específicos y tiende a asociarse con una actividad física, el intercambio cultural, la interacción y la cercanía con la naturaleza. Esta experiencia puede implicar algún tipo de riesgo real o percibido y puede requerir un esfuerzo físico y/o mental significativo.
Turismo de salud	El turismo de salud cubre aquellos tipos de turismo que tienen como motivación primordial la contribución a la salud física, mental y/o espiritual gracias a actividades médicas y de bienestar que incrementan la capacidad de las personas para satisfacer sus propias necesidades y funcionar mejor como individuos en su entorno y en la sociedad.
Turismo de montaña	El turismo de montaña es un tipo de actividad turística que tiene lugar en un espacio geográfico definido y delimitado como son las colinas o montañas, con características y atributos inherentes a un determinado paisaje, una topografía, un clima, una biodiversidad (flora y fauna) y una comunidad local. Engloba un amplio espectro de actividades de ocio y deporte al aire libre (p. 51).
Turismo deportivo	El turismo deportivo es un tipo de actividad turística que se refiere a la experiencia viajera del turista que o bien observa como espectador, o bien participa activamente, en un evento deportivo que implica por lo general actividades comerciales y no comerciales de naturaleza competitiva (p. 55).

Nota. Se aborda los diferentes tipos de turismo.

Fuente: Adaptada con datos de (ONU, 2008).

Los atractivos turísticos representan diversas formas como son: culturales, de naturaleza, ecología, deporte, salud, entre otras actividades donde el turista puede practicar.

El turismo religioso para la ONU (2016) es uno de los principales motivos para viajar, que es la visita a lugares religiosos, elementos fundamentales de la historia y la cultura de la humanidad. La OMT, teniendo en cuenta que el turismo religioso aumenta año tras año, promueve su gran potencial y su capacidad para promover el entendimiento entre las distintas fes y culturas.

El turismo local es una forma de turismo que se centra en explorar y disfrutar de las atracciones y experiencias que nuestra propia región o país tiene para ofrecer. No se trata solo de visitar los lugares más emblemáticos, sino de sumergirse en la auténtica cultura local, degustar la gastronomía regional y apreciar la belleza natural que a menudo pasa desapercibida (EUROINNOVA, 2024, párr. 3).

Por consiguiente, Gatica (2020) señala que La ciudad de Los Mochis es una de las más agradables y modernas del país. Impresiona a sus visitantes por estar plagada de las famosas palmeras que casi tocan el cielo, y contar con medios de transporte como tren, avión, barco y camiones, pero sobre todo por la cercanía de su gente, amable y alegre (p. 6).

El cerro de la memoria (del inglés: Memorial Hill; nombre indígena: Banderacahui, del cáhita: cahui, “cerro”, y del español: bandera, “Cerro de la Bandera”) hoy cerro de la memoria, es un icono de la ciudad de Los Mochis. En 1962, se inauguró una explanada y mirador en la parte suroeste del cerro, conocida como La Pérgola, en donde se realizaban bailes, hoy es una pila de agua potable para la ciudad. Monumento de Nuestra Madre Santísima Virgen María Reina del Valle, quien bendice al Valle del Fuerte para que esta tierra siga dando los alimentos que la población requiere y su gente tenga una vida de paz y prosperidad, fue inaugurado el 31 de mayo de 1995 (Gatica, 2020, p. 12).

Siendo así, el cerro de la memoria es uno de los principales atractivos turísticos en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa, por su versatilidad y la variedad de actividades que ofrece. De acuerdo a los tipos de turismo que se desarrollan en este lugar, se encuentra el turismo de salud, el cual ofrece un ambiente natural y relajante que contribuye al bienestar físico y mental, permitiendo disfrutar de la tranquilidad de la naturaleza mientras se realiza una actividad como la caminata. Además, el turismo de deporte es otra de las actividades a desarrollar, como rutas de senderismo, práctica de deporte al aire libre, ciclismo de montaña. En cuanto al ámbito del turismo religioso, se encuentra la Virgen María Reina del Valle, donde se realizan peregrinaciones y festividades religiosas, y de acuerdo al ecoturismo que representa la riqueza de la biodiversidad, como especies de flora y fauna, que atrae la búsqueda de conocer y preservar los ecosistemas. Dichas actividades hacen del cerro de la memoria un destino turístico que promueve la conservación ambiental y cultural de la región.

Metodología

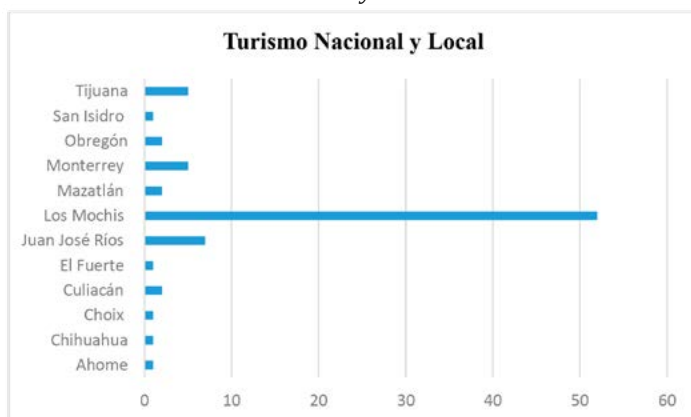
En respuesta al objetivo de la investigación, en su abordaje con el método etnográfico, se apoya en dos pilares fundamentales: la observación participante y la entrevista dirigida, ambos combinados y llevados a cabo sobre el terreno en el que se producen los acontecimientos que se desea estudiar” (Hammersley y Atkinson, 1983, como se cita en Cachón-Zagalaz et al., 2023, p.219). El enfoque mixto para dar respuesta a lo planteado, como primera etapa cuantitativa, se realizó el estudio con los instrumentos de encuesta para medir la conservación del cuidado del medioambiente y atractivo turístico del cerro de la memoria. La etapa de investigación fue exploratoria, realizada a través de la técnica de software Microsoft Excel versión 2016. Por consiguiente, el método cualitativo como segunda etapa, se estudió las estrategias de la sustentabilidad donde se efectuaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a los departamentos del H. Ayuntamiento de Ahome, como son: dirección de turismo, dirección de obras públicas y dirección de medioambiente y desarrollo urbano. Dando seguimiento al proceso de estudio, se recabaron los datos para el desarrollo en la explicación e interpretación de los resultados.

Resultados

En esta investigación se estudió la sustentabilidad y la conservación del cuidado del medioambiente como atractivo turístico en el cerro de la memoria de Los Mochis, Sinaloa, México. Se estudió a los departamentos del H. Ayuntamiento de Ahome, como son: dirección de turismo, dirección de obras públicas y dirección de medioambiente y desarrollo urbano, y al turismo local, nacional.

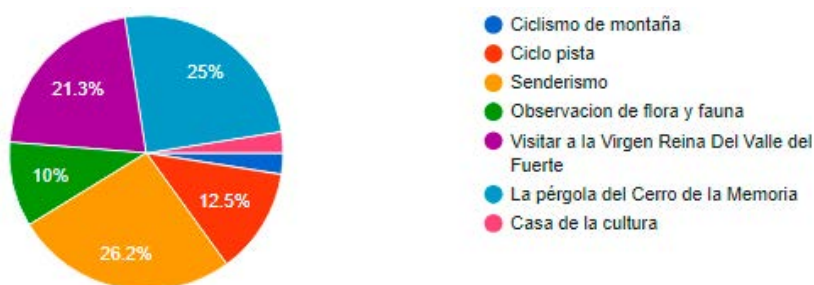
Como resultados obtenidos, se identifica el tipo de turismo que visita el cerro de la memoria, como se observa en la figura 1:

Figura 1.
Turismo nacional y local



Como resultado se obtuvo del turismo local con el 48 % en Los Mochis, Sinaloa; asimismo, se percibe turismo regional. En este sentido, el turismo local EUROINNOVA (2024) es una forma de turismo que se centra en explorar y disfrutar de las atracciones y experiencias que nuestra propia región o país tiene para ofrecer.

Figura 2.
Principal Motivo de su viaje



De acuerdo a los resultados del instrumento de la encuesta, los visitantes del cerro de la memoria expresaron el principal motivo de visita como primer lugar con 26.2 % actividad de senderismo, como segundo lugar, pérgola del cerro de la memoria con 25 %, en tercer lugar, con el 21.3

%, a la Virgen Reina del Valle del Fuerte (véase en figura 2). Como se puede observar y se hace mención por la ONU (2008), el tipo de turismo en donde predomina en el cerro de la memoria es el turismo deportivo, cultural y religioso.

Como resultado en la conservación del cuidado del medioambiente, de acuerdo con IMPLAN (2014), se mencionan las políticas de medioambiente, como son las estrategias de instrumentos de eficiencia y eficaz en la administración y gestión de planes, programas y proyectos en la disciplinas de biología, medioambiente, ecología, desarrollo sustentable, paisajismo y jurídicos, además del reglamento de vegetación urbana de la ciudad de Los Mochis, como Programa de imagen urbana ambiental de la ciudad de Los Mochis y Ordenamiento Ecológico Territorial del Cerro de la Memoria. Asimismo, es importante mencionar a SEMARNAT (2021), quien expide las normas oficiales mexicanas (NOM) del sector ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medioambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. Las normas se clasifican en: NOM en materia de protección de flora y fauna, NOM en materia de suelos, NOM en materia de impacto ambiental.

En el instrumento de encuestar, los visitantes menciona las mejoras a realizar con el 23.8 % en la limpieza, con el 15 % eventos culturales, con 11.3 % en seguridad, (véase en la figura 3).

Figura 3.

Mejora del área del cerro de la memoria

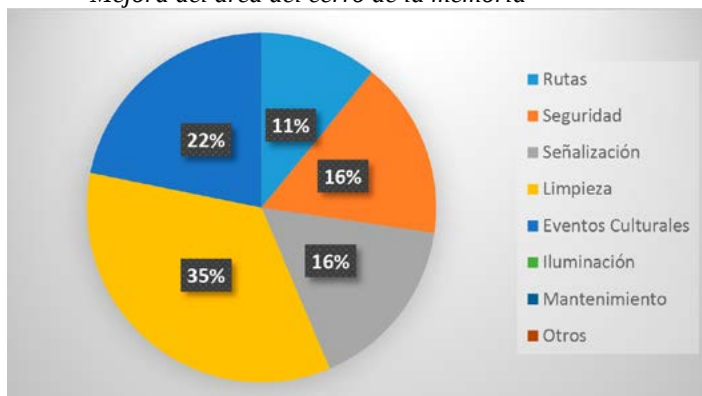
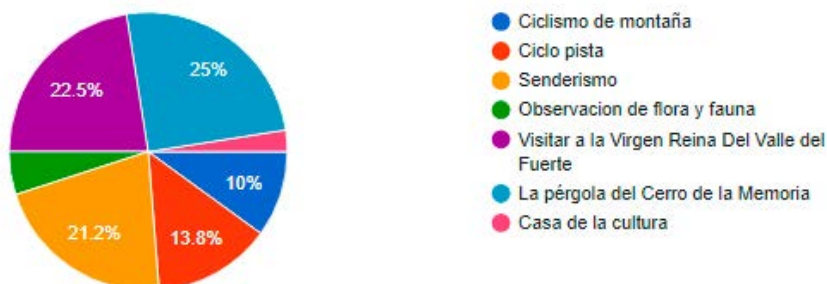


Figura 4.*Actividad para realizarse en el cerro de la memoria*

Como resultado, como atractivo turístico, el cerro de la memoria es la carta de presentación, ya que es una vista y visita turística, es la forma de atraer al turismo en la ciudad. Es indispensable promover el cuidado y preservación del cerro de la memoria. Cuidar el medioambiente es promover acciones de mantenimiento como el cambio de contenedores, limpieza de senderos no tan concurridos como la ciclovía, entre otros. Además de embellecer el recurso, realizar campañas de reforestación para su preservación. De acuerdo a las visitas guiadas, la Casa de la Cultura cuenta con el personal requerido y capacitado para recibir visitantes y brindarles una visita guiada. Por su parte, atractivos como la pérgola, el mirador, visitar la Virgen María Reina del Valle, entre otros, llegan por medio de agencias de viajes que traen su guía. Lo que significa la dependencia de dirección de turismo puede solicitar un tour guiado, donde integrantes del departamento estarán en disposición de brindar la experiencia esperada. De acuerdo con la actividad a realizar en el cerro de la memoria, al turismo le llama la atención con el 25 % la pérgola del cerro de la memoria; en segundo lugar, con el 22.5 %, la visita a la Virgen del Valle; en tercer lugar, con el 21.2 %, el senderismo (véase en figura 4). Como bien menciona la ONU (2008), el turismo es un fenómeno social, cultural y económico que supone el desplazamiento de personas a países o lugares fuera de su entorno habitual por motivos personales, profesionales o de negocios. Esas personas se denominan viajeros (que pueden ser o bien turistas o excursionistas; residentes o no residentes) y el turismo abarca sus actividades, algunas de las cuales suponen un

gasto turístico. Además, la ONU (2008) señala los diferentes tipos de turismo: cultural, ecoturismo, sustentable, salud, de montaña y religioso.

Conclusiones

El cerro de la memoria desempeña un papel importante en la actividad en la ciudad como en el sector turístico, en donde impulsa el desarrollo cultura, socioeconómico de la localidad, al cual ha convertido un desarrollo en la sociedad, es por ello que es un factor de gran importancia en nuestra ciudad. Esta investigación, se asumió la relevancia que tiene la sustentabilidad en la función que desempeña las autoridades, sociedad y turistas, y la integración que tiene en el cuidado del medioambiente.

La participación de las autoridades, como de los distintos de los departamentos del H. Ayuntamiento de Ahome, son esenciales en la gestión de la sustentabilidad y la conservación del cuidado del medioambiente, se encarga de la preservación y conservación de recursos naturales como la flora y fauna, en desarrollo de actividad en mantenimiento de limpieza, realizar campañas de reforestación para promover la educación ambiental.

La clave de la sustentabilidad en el desarrollo común y progreso de un lugar o territorio, donde el hombre en su entorno establezca estrecha relación económica, social, ambiental, cultura y valor (Zarta Ávila, 2018).

Es de gran importancia que las autoridades del H. Ayuntamiento implementen acciones para asegurar la protección del medioambiente. De esta manera, la participación y capacitación en programas de limpieza ambiental, como en la preservación de la flora y fauna, como también en el mantenimiento adecuado de la infraestructura. Siendo así, el trabajo en colaboración entre los distintos departamentos en la planificación, capacitación, comunicación y promoción del lugar turístico consolida el cerro de la Memoria como un importante destino turístico de relevancia, sitio reconocido a nivel local, nacional e internacional como una referencia atractiva turística.

Los destinos turísticos, deben garantizar los atractivos naturales y culturales, así el individuo promover la educación ambiental entre los visitantes para la conservar y la responsabilidad ética, y adoptar prácticas sustentables para no afectar a los ecosistemas y prevalecer los recursos

no solo para el turista, sino también para las comunidades locales y las nuevas generaciones futuras para su conservación ambiental, el bienestar ecológico, protección de paisajes naturales (flora y fauna), así mejorar la calidad de la experiencia turística, al conservar los atractivos naturales, que se asegura la sustentabilidad y la conservación del medioambiente del destino.

Referencias

- (2009). ONU: <https://www.unwto.org/es/desarrollo-sostenible>
- (2016). ONU: <https://www.unwto.org/es/archive/press-release/2016-11-24/turismo-religioso-catalizador-del-dialogo-intercultural>
- Barbulho Maia, L., Costa Aguiar, D. R., Cintra Lima, L. D., Ortiz Moreno, M. L., & Aparecido Navarrete, A. (2023). Sustentabilidad y desarrollo sostenible: conceptos y significados. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 10(26), 1-13. [https://doi.org/10.21438/gasrb\(2023\)102618](https://doi.org/10.21438/gasrb(2023)102618)
- Cachón-Zagalaz, J., Sánchez-Zafra, M., Sanabrias-Moreno, D., & Lara-Sánchez, A. (2023). El pádel como deporte escolar. Inclusión en las clases de Educación Primaria. *Padel Scientific Journal*, 1(2), 215-228. <https://doi.org/https://doi.org/10.17398/2952-2218.1.215>
- CES. (2025). Congreso del Estado de Sinaloa: <https://www.congresosinaloa.gob.mx/comunicados/sinaloa-registro-derrama-economica-historica-de-38-mil-mdp-en-turismo-durante-2024-mireya-sosa/>
- Chávez Dagostino, R. M., Andrade Romo, E., & Espinoza Sánchez, R. (2013). *Turismo y desarrollo sustentable: contribución de. Teoría y Praxis*, 2(13), 9-33. <https://doi.org/DOI: 10.22403/UQROOMX/TYP13/01>
- EUROINNOVA. (2024). *EUROINNOVA INTERNATIONAL ONLINE EDUCATION*: <https://www.euroinnova.edu.es/blog/turismo-local>
- Fuentes Moreno, A. (2015). Aproximación teórica del objeto de estudio del turismo. *Siembra*, 3(1), 105-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.270>
- Gatica Moreno, E. (2020). *Ahome-Los Mochis*. <http://sistemas.sectur.gob.mx/dgots/---14-guias-turismo/ahome-y-los-mochis-sinaloa.pdf>

- GOB. (2021). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/686415/1_Principios_basicos_sustentabilidad_PGCA_10_00.pdf
- GOB. (2024). Gobierno del Estado de Sinaloa: <https://sinaloa.gob.mx/el-turismo-en-sinaloa-ha-provocado-una-derrama-de-mas-de-33-mil-mdp/>
- IMPLAN. (2014). https://implanahome.gob.mx/Sistema_de_Planeaci%C3%B3n/Plan_Director_de_Development_Urbano_Los_Mochis/Versi%C3%B3n_completa/VIII.-_INSTRUMENTACI%C3%93N.pdf
- IMPLAN. (2014). Instituto Municipal de Planeación de Ahome: https://implanahome.gob.mx/Sistema_de_Planeaci%C3%B3n/Plan_Director_de_Development_Urbano_Los_Mochis/Versi%C3%B3n_completa/VIII.-_INSTRUMENTACI%C3%93N.pdf
- LGEEYPA. (2024). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Navarro, D. (2015). Recursos turísticos y atractivos turísticos: conceptualización, clasificación y valoración. *Cuadernos de Turismo*(35), 335-357. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/turismo.35.221641>
- ONU. (2008). Organismo Especializado de las Naciones Unidas. <https://www.unwto.org/es/glosario-terminos-turisticos#:~:text=El%20turismo%20es%20un%20fen%C3%B3meno,personales%2C%20profesionales%20o%20de%20negocios.>
- ONU. (2023). <https://www.unwto.org/es/development-sustainable#:~:text=El%20turismo%2C%20si%20se%20planifica,su%20sostenibilidad%20a%20largo%20plazo.>
- ONU. (2024). <https://www.unwto.org/es/news/el-turismo-internacional-alcanzo-el-97-de-los-niveles-anteriores-a-la-pandemia-en-el-primer-trimestre-de-2024#:~:text=El%20turismo%20internacional%20est%C3%A1%20presenciando,65%25%20en%20el%20a%C3%B1o%202023.>
- Salinas Chávez, E., Domingo da Oliveira, F., & Ramírez Frías, C. H. (2022). El turismo de motivación religiosa y su contribución al desarrollo local. Una visión desde Cuba y Brasil. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 1-27. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322022000300003

- SECTUR. (2024). <https://www.gob.mx/sectur/articulos/ingresan-a-mexico-mas-de-22-mil-millones-de-dolares-por-visitantes-internacionales-de-enero-a-agosto-de-2024-382211?idiom=es>
- SEMARNAT. (2021). <https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/biblioteca/nom.html>
- Suárez Barros, A. Y. (2024). Turismo Comunitario Y Sostenible: Una Revisión De Iniciativas Exitosas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 8469-8494. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14253
- UN. (2017). Naciones Unidas: <https://sdgs.un.org/es/topics/sustainable-tourism#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20del%20Turismo,y%20de%20las%20comunidades%20anfitrionas%E2%80%9D>.
- UNESCO. (2021). <https://es.unesco.org/commemorations/environment-day>
- Vilchis-Chávez, A. R., Cruz-Jiménez, G., Vargas Martínez, E. E., & Ramírez-Hernández, O. I. (2023). La sustentabilidad en el turismo. Una revisión bibliográfica de su estudios. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(62), 1-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1364>
- Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*(28), 409-423. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18)

Capítulo 7

Turismo rural como estrategia de desarrollo en el ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa: potencialidades y desafíos

Xóchitl Vizcarra Cortés¹

Claudia Concepción Olivas Olivo²

Blanca Roldán Clarà³

<https://doi.org/10.61728/AE20254070>



¹ Licenciada en Administración Turística. Universidad Autónoma de Occidente

² Universidad Autónoma de Occidente. claudia.olivas@uadeo.mx. ORCID: 0000-0002-5148-6691

³ Universidad Autónoma de Occidente. blancamar@gmail.com. ORCID: org/0000-0002-6091-4256

Introducción

En el contexto de las comunidades rurales, el turismo se ha convertido en una estrategia prometedora para diversificar las economías locales, generar empleo y fomentar la preservación del patrimonio cultural y natural. En México, el turismo rural ha sido reconocido como una actividad clave para combatir la pobreza, reducir las desigualdades y promover el desarrollo sostenible en las regiones más rezagadas. Sin embargo, su implementación enfrenta importantes desafíos relacionados con la infraestructura, la capacitación, la organización comunitaria y el acceso a mercados competitivos.

El turismo rural ha ganado importancia significativa en las últimas décadas como una estrategia de desarrollo sostenible para las comunidades rurales. Esta modalidad turística se enfoca en aprovechar los recursos naturales, culturales y patrimoniales de las zonas rurales, ofreciendo experiencias auténticas y cercanas a la vida rural (Gascón y Cañada, 2005).

Este estudio contribuye a la viabilidad del turismo rural como una vía sostenible para diversificar las economías locales en comunidades rurales y preservar el entorno socioambiental. El ejido El Huajote, ubicado en el municipio de Concordia, Sinaloa, representa un caso emblemático del potencial del turismo rural como herramienta de desarrollo comunitario. Rodeado de recursos naturales únicos, como paisajes montañosos y biodiversidad abundante, y dotado de una riqueza cultural que incluye tradiciones ancestrales, actividades agrícolas y una gastronomía local auténtica, El Huajote cuenta con los elementos necesarios para consolidarse como destino turístico rural. No obstante, su desarrollo enfrenta limitaciones importantes, como la falta de infraestructura básica, la escasa promoción del destino y la necesidad de fortalecer las capacidades organizativas y empresariales de sus habitantes.

En el presente se examinaron las definiciones, características, beneficios y desafíos de estas modalidades turísticas, así como su contribución

al desarrollo económico, social y ambiental de las comunidades rurales. Este capítulo tiene como objetivo analizar las potencialidades y desafíos del turismo rural en el ejido El Huajote, basándose en una perspectiva integral que combina un análisis crítico de las condiciones locales, las dinámicas sociales y económicas, y las oportunidades generadas por el aprovechamiento responsable de sus recursos. Además, se exploran propuestas de estrategias para el fortalecimiento del turismo rural como motor de desarrollo sostenible en la comunidad.

Al abordar este tema, se busca no solo resaltar la relevancia del turismo rural como motor de transformación socioeconómica, sino también aportar reflexiones y recomendaciones que puedan guiar a otras comunidades rurales en su camino hacia la consolidación de esta actividad como una estrategia de desarrollo inclusiva y sustentable.

Turismo rural

El turismo rural se define como “la oferta de actividades recreativas, alojamiento y servicios en ambientes rurales” (Lane, 1994, p. 7). Esta modalidad turística se basa en el aprovechamiento de los recursos naturales, culturales y patrimoniales de las zonas rurales, brindando experiencias auténticas y cercanas a la vida rural (Gascón y Cañada, 2005). El turismo rural se caracteriza por su enfoque en el contacto con la naturaleza, la preservación del medioambiente, la participación de las comunidades locales y la revitalización de las tradiciones culturales (Saxena et al., 2007).

Según Sharpley (2002), el turismo rural se distingue por cuatro elementos fundamentales: (1) la ubicación en áreas rurales, lejos de los centros urbanos y turísticos tradicionales. (2) La participación activa de las comunidades locales en la planificación, desarrollo y gestión del turismo. (3) El aprovechamiento de los recursos naturales, culturales y patrimoniales de la zona y (4) la oferta de experiencias auténticas y cercanas a la vida rural. El turismo rural se ha convertido en una alternativa viable para el desarrollo sostenible de las comunidades rurales, ya que permite diversificar las actividades económicas, generar ingresos y empleo, preservar el patrimonio cultural y promover la conservación del medioambiente (Gascón y Cañada, 2005; Saxena et al., 2007).

Desarrollo local

El desarrollo local se refiere al proceso de crecimiento económico y cambio estructural que conduce a una mejora en el nivel de vida de las comunidades locales (Vázquez-Barquero, 1988). Este concepto se basa en la idea de que el desarrollo debe ser impulsado desde dentro de la comunidad, aprovechando sus recursos endógenos y potenciando sus capacidades (Pike et al., 2006).

El turismo rural puede ser considerado como una estrategia clave para el desarrollo local de las comunidades rurales, ya que permite diversificar las actividades económicas, generar ingresos y empleo, promover la equidad social y contribuir a la conservación de los recursos naturales y culturales (Gascón y Cañada 2005; Saxena et al., 2007).

Según Vázquez-Barquero (1988), el desarrollo local se basa en los siguientes principios: (1) Aprovechamiento de los recursos endógenos (naturales, culturales, humanos, etc.). (2) Participación activa de la comunidad local en el proceso de desarrollo. (3) Fomento de la equidad social y la distribución justa de los beneficios. (4) Conservación y uso sostenible de los recursos naturales y culturales y (5) integración de las actividades económicas con el entorno local.

El turismo rural puede contribuir al desarrollo local de las comunidades rurales mediante la generación de oportunidades para emprendimientos locales, la oferta de empleo inclusivo, la promoción de la equidad social y la preservación del patrimonio natural y cultural (Gascón y Cañada, 2005; Saxena et al., 2007).

Beneficios del turismo rural para el desarrollo local

El turismo rural puede brindar numerosos beneficios para el desarrollo local de las comunidades rurales, como el Ejido El Huajote. Algunos de estos beneficios se describen a continuación:

1. Diversificación de las actividades económicas: El turismo rural y el turismo de bienestar permiten diversificar la economía de las comunidades rurales, reduciendo su dependencia de las actividades primarias tradicionales, como la agricultura y la ganadería (Gascón y Cañada, 2005).

2. Generación de ingresos y empleo: Estas modalidades turísticas generan nuevas oportunidades de empleo e ingresos para la población local, ya sea a través de la prestación de servicios turísticos, la venta de productos locales o el desarrollo de emprendimientos relacionados (Saxena et al., 2007).
3. Promoción de la equidad social: El turismo rural y el turismo de bienestar pueden fomentar la participación de grupos tradicionalmente marginados, como las mujeres y los jóvenes, en las actividades económicas y la toma de decisiones (Gascón y Cañada, 2005).
4. Conservación del patrimonio natural y cultural: Estas modalidades turísticas promueven la preservación de los recursos naturales y culturales de las comunidades rurales, ya que estos son la base de su atractivo turístico (Saxena et al., 2007).
5. Revitalización de tradiciones y prácticas locales: El turismo rural y el turismo de bienestar pueden contribuir a la revitalización de tradiciones y prácticas culturales, como la artesanía, la gastronomía local y las manifestaciones culturales (Gascón y Cañada, 2005).

Justificación

La búsqueda de alternativas sostenibles para el desarrollo de las comunidades rurales es una prioridad en contextos como el mexicano, donde la desigualdad territorial, la migración hacia zonas urbanas y la dependencia de actividades económicas tradicionales generan múltiples desafíos. En este escenario, el turismo rural emerge como una opción viable para diversificar las economías locales, preservar los recursos naturales y culturales, y promover la cohesión social mediante la participación activa de las comunidades.

El ejido El Huajote, en Concordia, Sinaloa, cuenta con características únicas que lo posicionan como un potencial destino de turismo rural. Su ubicación privilegiada, su riqueza natural, sus tradiciones locales y las actividades económicas basadas en la agricultura y la artesanía ofrecen una base sólida para integrar la actividad turística como herramienta de desarrollo. Sin embargo, estos recursos se enfrentan a la amenaza de quedar subutilizados o desaprovechados debido a barreras como la falta

de planeación estratégica, la insuficiente inversión en infraestructura turística y la limitada preparación de los habitantes para capitalizar esta oportunidad de manera sostenible.

La relevancia de este capítulo radica en la combinación de un enfoque teórico basado en la sostenibilidad y el turismo rural, con un análisis aplicado que refleja los retos y oportunidades específicos de un contexto local. Al proporcionar propuestas concretas para la implementación del turismo rural en el ejido El Huajote, se aportan conocimientos prácticos que podrían influir en la planeación turística y el desarrollo comunitario en Sinaloa y otras regiones del país.

Descripción del área de estudio

Concordia es una pequeña municipalidad sinaloense que se ubica al sur de la entidad, cuya cabecera municipal, es la Heroica Ciudad Concordia, se localiza a solo 45 kilómetros del puerto de Mazatlán y a poco más de 250 de Culiacán, capital del Estado (INEGI, 2020). Tiene una extensión territorial de 1523 km²; colinda al norte con el Estado de Durango y el Municipio de Mazatlán; al sur con el Golfo de California y el Municipio de El Rosario; al poniente con el Golfo de California y el Municipio de Mazatlán. La población total de Concordia en el año 2020 fue de 29 899 habitantes, siendo 49.6 % mujeres y 50.4 % hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (2310 habitantes), 5 a 9 años (2170 habitantes) y 15 a 19 años (2161 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.7 % de la población total. Entre las comunidades que superan los más de 500 habitantes se encuentra la cabecera municipal con 8328, Agua Caliente de Garate con 1865, Mesillas 1676, El Verde 1263, y por último Huajote con 1147 (INEGI, 2020).

Antecedentes

El documento “Aprovechamiento de los recursos naturales en la comunidad El Peñón, Temascaltepec: Una ruta ecoturística para la diversificación de la oferta”, se centra en la propuesta de una ruta ecoturística como una forma de diversificar la oferta turística en la región. Se destaca la

importancia de generar ingresos adicionales para los residentes a través de actividades turísticas relacionadas con el entorno natural. La metodología utilizada para este estudio fue de enfoque cualitativo, dividida en dos etapas: preliminar y de planificación. En la etapa preliminar, se contextualizó la comunidad y se recopiló información a través de fuentes secundarias y entrevistas con los habitantes locales. En la etapa de planificación, se evaluaron los recursos naturales para determinar su potencial ecoturístico, se elaboró una matriz FODA y se diseñó la ruta ecoturística. (Ramírez y Jaramillo, 2020). Los resultados obtenidos resaltan la importancia de involucrar a la comunidad y a los actores interesados en todas las fases de planificación de proyectos turísticos. Se destaca la necesidad de establecer un camino claro para fomentar la participación y el trabajo comunitario, aspectos fundamentales para el éxito de los productos turísticos (Ramírez y Jaramillo, 2020).

El ecoturismo se presenta como una práctica consolidada que promueve el desarrollo sustentable y la diversificación de la oferta turística a través del aprovechamiento de los recursos naturales. La elaboración de una metodología para diseñar rutas ecoturísticas y la propuesta de proyecto en la comunidad El Peñón se destacan como contribuciones significativas de este estudio (Ramírez y Jaramillo, 2020).

El documento “Mujeres campesinas y turismo rural: Estrategia de conservación ambiental en Los Tuxtlas, Veracruz” analiza la participación de las mujeres campesinas en el turismo rural y su impacto en el desarrollo local sustentable. Se destaca que el turismo rural en la región opera como una estrategia que propicia oportunidades de desarrollo personal, social y económico, demostrando una relación armónica entre el ser humano y la naturaleza con beneficios para la conservación ambiental (Reyes et al, 2019). “Las mujeres han sido clave en este proceso, contribuyendo al empoderamiento femenino y manteniendo la armonía entre los recursos naturales y las actividades económicas en el ejido” (Reyes et al, 2019).

El estudio resalta que las mujeres campesinas han adquirido la capacidad de desenvolverse en diversos medios, cuidar los recursos naturales y contribuir a la conservación ambiental, generando una relación respetuosa con la naturaleza. Además, se reconoce que el turismo rural ha permitido mejorar las condiciones de vida de los habitantes del ejido,

así como fomentar la educación de las generaciones jóvenes en temas de conservación y recursos naturales (Reyes et al, 2019). El documento destaca el papel fundamental de las mujeres campesinas en el turismo rural y la conservación ambiental en Los Tuxtlas, Veracruz, subrayando su contribución al desarrollo local sustentable y su empoderamiento en estas actividades.

El documento “Percepción del turismo como fuente de bienestar en comunidades rurales de Colima” aborda el impacto del turismo basado en la comunidad (TBC) en la superación de la pobreza y el bienestar de la población en seis comunidades rurales de Colima (Magaña et al, 2019). Se destaca un caso específico, el Centro Ecoturístico “El Cahuite”, que ha generado empleos e ingresos significativos, aunque ha generado cierto resentimiento en la comunidad debido a la falta de participación de algunos miembros en el negocio. La investigación se basó en encuestas a la población y entrevistas a trabajadores y líderes de unidades de negocios turísticos, con un enfoque en la percepción del turismo como fuente de bienestar (Magaña et al, 2019). Se utilizó un cuestionario para recopilar datos de 908 encuestas válidas, con un enfoque en la satisfacción con la vida y la percepción del turismo como fuente de bienestar. La percepción del turismo como fuente de bienestar mostró resultados positivos, con una alta confiabilidad en los datos recopilados (Magaña et al, 2019). Se destaca la importancia de la participación comunitaria, la distribución equitativa de costos y beneficios, la sostenibilidad ambiental y la transparencia en la gestión de las unidades de negocios de TBC. Se resalta la necesidad de integrar estas unidades en mecanismos de participación público-privada para garantizar su viabilidad económica y socioeconómica.

El estudio revela que el turismo basado en la comunidad puede ser una fuente de bienestar para las comunidades rurales, generando empleos e ingresos, aunque también enfrenta desafíos como el resentimiento de algunos miembros de la comunidad y la necesidad de garantizar la sostenibilidad y equidad en la gestión de las unidades de negocios turísticos.

El documento “Signos distintivos en comunidades rurales de Baja California Sur, México: Una estrategia para impulsar el turismo rural”. Aborda la importancia de los signos distintivos en la promoción del tu-

rismo rural y el desarrollo económico de las comunidades de San Miguel y San José de Comondú en Baja California Sur, México. Se destaca la necesidad de implementar estrategias de comercialización que resalten la calidad, origen y tradición de los productos locales, como el queso de cabra y el vino misional, a través de marcas colectivas y denominaciones de origen (Gámez et al., 2018).

Además, se resalta la relevancia de garantizar la inocuidad alimentaria de los productos agropecuarios para fortalecer la oferta turística y promover el desarrollo local. Se sugiere realizar estudios de calidad tecnológica, sensorial y microbiológica, así como implementar procesos de certificación para asegurar la seguridad alimentaria (Gámez et al., 2018).

Por otro lado, se menciona la necesidad de capacitar a los productores locales en el manejo adecuado de alimentos y en temas turísticos, con el fin de mejorar los procesos productivos y enfrentar los efectos socioculturales asociados con la introducción del turismo en las comunidades, se propone una política de desarrollo rural integral que integre la historia, cultura y recursos locales para potenciar el turismo rural en la zona (Gámez et al., 2018).

El documento resalta la importancia de los signos distintivos en la promoción del turismo rural y el desarrollo económico de las comunidades de Los Comondú, proponiendo estrategias de comercialización, garantizando la inocuidad alimentaria y promoviendo la capacitación de los productores locales para aprovechar el potencial de los productos agropecuarios artesanales en la región (Gámez et al., 2018).

El documento “Turismo rural comunitario en México: Apuntes para futuras investigaciones” de Kieffer (2019) aborda la importancia de enfoques interdisciplinarios y comparativos en el estudio del turismo rural comunitario, destacando la necesidad de salir de la oposición de discursos y centrarse en las trayectorias de los actores locales, las condiciones territoriales y las relaciones sociales generadas por esta actividad (Kieffer, 2019). El trabajo se basa en una experiencia de 12 años en proyectos de investigación y consultoría, utilizando técnicas cualitativas como observación, entrevistas y talleres participativos. En él se identificaron tendencias consensuadas por la comunidad académica sobre el turismo rural comunitario, detectando temas de investigación pendientes y posibles nichos de trabajo futuro.

Se destaca la importancia de comparar las expectativas teóricas con la realidad en el terreno para diagnosticar logros, mejorar proyectos y cuestionar el abordaje de cuestiones relacionadas con el turismo rural comunitario y el desarrollo comunitario. Además, se menciona la necesidad de un enfoque comparativo al fenómeno del turismo rural comunitario, combinando estudios detallados a escalas locales y regionales para reconstruir prácticas y dinámicas, evitando quedarse en niveles de generalización sin profundizar en aspectos locales (Kieffer, 2019).

El documento “Economía social y turismo alternativo: El caso de la Península de Yucatán” aborda la organización de empresas turísticas cooperativas en la región, con el propósito de mejorar las condiciones de vida de las comunidades campesinas.

Se destaca que, a pesar de la concepción tradicional del turismo alternativo como un medio para beneficiar a toda la comunidad, en la práctica son pequeños grupos de habitantes los que participan en estas iniciativas. Estos grupos adoptan el cooperativismo como una estrategia para acceder a recursos y garantizar la sostenibilidad de sus emprendimientos (Lemas et al., 2019).

La cohesión entre los socios es fundamental para el funcionamiento exitoso de las empresas cooperativas, que se basan en la reciprocidad y están vinculadas al mercado. Se resalta la importancia de la economía social como marco teórico para analizar el turismo alternativo en contextos rurales y campesinos (Lemas et al., 2019). En resumen, el estudio evidencia la relevancia de las empresas turísticas de economía social en la región, destacando la participación activa de pequeños grupos en la gestión y operación de estas iniciativas turísticas (Lemas et al., 2019).

El documento “Análisis del perfil del turista y su relación con la demanda de turismo rural en el Estado de México” aborda la problemática y consolidación del turismo rural en la región. Se empleó un enfoque metodológico de estudio de caso múltiple, combinando aproximaciones cualitativas y cuantitativas para comprender la demanda del turismo rural en el Estado de México (García et al., 2023).

Se identificaron aspectos como la prestación de servicios, la afluencia de turistas, la dinámica social en los territorios rurales, y las ventajas y desventajas de los emprendimientos turísticos. Se destaca la importancia

de brindar herramientas a los núcleos agrarios para una mejor gestión y administración de los espacios turísticos. Además, se menciona que los precios en los destinos turísticos son accesibles, pero se señala la falta de conectividad en el campo mexicano como una limitante para establecer estrategias de comunicación con los mercados potenciales. En conclusión, se resalta la necesidad de fortalecer el turismo rural como impulsor de la economía rural, a través de proyectos comunitarios diversificados según diferentes variables (García et al, 2023).

Métodos

El presente estudio se basa en un enfoque cualitativo con elementos participativos que permiten comprender de manera integral las dinámicas sociales, económicas y culturales del ejido El Huajote en relación con el turismo rural. Tiene una forma de conocimiento subjetivo, describe los hechos como son y explica las causas de los fenómenos (Baena Paz, 2017). Se realizaron entrevistas semiestructuradas a través de una guía de preguntas durante el año 2024 a actores e informantes clave de la comunidad de El Huajote, Concordia, Sinaloa. Se aplicaron técnicas de análisis cualitativo para organizar y comprender los datos recopilados. Este enfoque metodológico permitió capturar la riqueza del contexto local, escuchar las voces de los actores involucrados y generar propuestas basadas en las realidades del ejido. Además, combina elementos teóricos y prácticos para garantizar que los resultados sean relevantes y aplicables.

Resultados

Se entrevistó a un total de seis informantes claves que se dedican a desarrollar diversas actividades tradicionales en la comunidad. Después de realizar el análisis de contenido, las categorías de análisis fueron las siguientes: oficios representativos en el Huajote, atractivo turístico natural, actividades y experiencias turísticas para visitantes, necesidades de apoyo y recursos para el desarrollo o mejora de proyectos o servicios, proyectos turísticos inspiradores de otras comunidades, capacitación para mejorar el servicio o producto, publicidad efectiva, colaboración para

impulsar el turismo, expectativas de futuro para los servicios o productos a ofrecer a visitantes y potencia de desarrollo para el ejido.

Tabla 1.
Oficios tradicionales que ejercen los informantes clave

Entrevista	Nombre	Oficios tradicionales en la comunidad
1	Gloria García Rodríguez	Panadería, muestra la continuidad de la gastronomía y el papel de la herencia familiar en la creación de pan (Figura 1).
2	Guadalupe Millán	Museo Local, muestra la conservación de objetos físicos que dan una identidad a la comunidad (Figura 2).
3	Leticia Motta Farías	Elaboración de tamales, nos muestra desde el proceso uno hasta la obtención del tamal de elote que parte de la gastronomía local (Figura 3).
4	Adela Millán	Elaboración de Jamoncillo, destaca por el uso de elaboración tradicional, este producto artesanal representa la dedicación a la economía local (Figura 1).
5	Zulema Castillo	Elaboración de queso fresco, no solo es una práctica, sino también es cultura significativa en la comunidad (Figura 4).
6	Juan Ricardo Morales	Mueblería San José, es una empresa comunitaria que brindan empleo a locales (Figura 5).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.

Jamoncillos y fotografías de la panadería artesanal



Figura 2.

Museo local

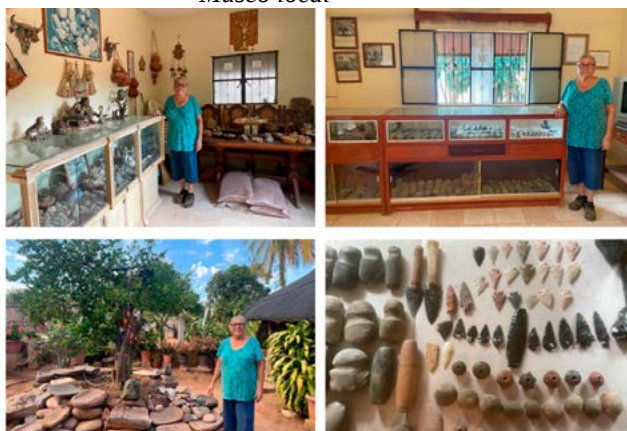


Figura 3.
Elaboración de tamales



Figura 4.
Elaboración de queso



Cada infórmate clave en este análisis, contribuye a la preservación de la cultura y las tradiciones de El Huajote. La producción artesanal en diversas formas, desde la gastronomía hasta la carpintería (Figura), mantienen un vínculo con el pasado de tal manera que fortalece la economía y la identidad cultural de la comunidad. Los resultados evidencian que la economía local no solo depende de la producción, sino también del cuidado y la valoración de prácticas antiguas, que en conjunto crean un sentido de pertenencia y orgullo.

Figura 5.
Carpintería



Atractivos turísticos y atractivos naturales

Para el análisis de los informantes clave en El Huajote, es esencial reconocer los atractivos turísticos y naturales que resaltan, ya que son los elementos más importantes y mencionados para la oferta turística en la comunidad. Se muestra un análisis de los principales atractivos de El Huajote:

1. La Calientita (Aguas termales) es un atractivo natural es de gran importancia para la comunidad y es frecuentemente mencionado por los informantes. La Calientita es “un nacimiento de aguas termales muy bonitas donde corre el agua clara y caliente que ayudan algunas enfermedades como las ruinas” (Adela Millán). Según los informantes, la gente de la comunidad y visitantes del puerto de Mazatlán llegan a estas aguas para aliviar ciertos malestares, especialmente reumatismo lo que sugiere su valor curativo y tradicional. Además, las aguas termales son un lugar de convivencia familiar, para realizar reuniones familiares en un ambiente tranquilo. La Calientita, por sus propiedades curativas, se posiciona como uno de los atractivos naturales de mayor potencial para el turismo en El Huajote.
2. Museo de Piedras y Artesanías de Lupe: El museo dirigido por Lupe Millán es otro atractivo turístico de El Huajote. “El museo de con

Lupe muy bonito resguarda piedras antiguas y artesanías de barro. Este museo muestra la historia de nuestra tierra y a los visitantes les da un pedacito de la cultura de aquí” (Leticia). Este lugar no solo exhibe piedras y artesanías antiguas, sino que también conserva y transmite la historia y la cultura local. Las piedras antiguas y los metates son artefactos que representan las prácticas tradicionales de la región y ofrecen a los visitantes una visión de la vida pasada en El Huajote. Este espacio se convierte en un atractivo cultural que puede atraer a aquellos interesados en la historia, la arqueología y la cultura artesanal.

3. Los cerros que rodean El Huajote: Los cerros se mencionan como lugares ideales para realizar caminatas y actividades de senderismo. “los cerros que rodean la comunidad están bien para hacer caminatas. Desde sus arriba del cerro se pueden apreciar vistas panorámicas y en las tardes, los atardeceres que no se ven en ningún otro lugar” (Adela Millán) Desde la parte de arriba, los visitantes pueden disfrutar de vistas panorámicas. Estos cerros no solo ofrecen un contacto directo con la naturaleza. Estos elementos permiten desarrollar rutas de senderismo para los visitantes y así descubrir el paisaje natural.
4. Tradiciones y celebraciones locales: Las festividades, como el Día del Ejido y el Día de la Virgen de Guadalupe, son momentos especiales para la comunidad y representan una parte de sus tradiciones. “Tradiciones bonitas como el día del ejido y día de la virgen la gente que viene siempre dice que aquí se siente algo especial, algo que no se puede explicar, como si fuera un pedazo de tiempo guardado” (Juan Ricardo).
5. Estas celebraciones son destacadas por su valor cultural y religioso, donde los habitantes de la comunidad participan activamente en procesiones, adornan la iglesia y celebran con música de banda y pirotecnia. La iglesia de la Virgen de Guadalupe es mencionada con frecuencia como un punto de referencia importante en la vida religiosa de El Huajote.

Los atractivos turísticos más importantes y mencionados por los informantes en El Huajote son La Calientita, los cerros, el museo de Lupe, las festividades religiosas. Estos elementos reflejan un entorno natural lleno de tranquilidad, historia y cultura. El Huajote es una comunidad que, aunque pequeña, ofrece experiencias únicas para

aquellos que buscan desconectarse del estrés de la ciudad y conectar con la naturaleza y la cultura local.

Figura 6. A
tractivos turísticos y naturales en el ejido



Actividades y experiencias turísticas para los visitantes según los informes claves

Entre las actividades que más destacan, mencionadas por los informantes claves son: talleres de elaboración de queso fresco, rutas de caminata por el camino a las aguas terminales, La calentita, elaboración de jamoncillos con técnicas tradicionales, elaboración de tamales de elote y piña, visitas al museo local de Guadalupe. Además, talleres de elaboración artesanías de barro, participación en elaboración de pan, muestra de elaboración de muebles.

Necesidades de apoyo para el desarrollo de proyectos o servicios

De acuerdo a los informes claves la necesidad que más se presenta es la mejora de las carreteras y el acceso a El Huajote es una de las principales prioridades para atraer a más visitantes y garantizar una experiencia cómoda. Además, el espacio y las instalaciones donde se llevan a cabo

actividades productivas, como la elaboración de jamoncillo, tamales o pan, necesitan ser ampliadas y mejoradas. “Otro aspecto importante es tener un espacio adecuado para recibir a los visitantes” (Adela Millán). Los informantes resaltan la necesidad de capacitación en atención al cliente, y técnicas de guía. Aunque cuentan con conocimientos en sus oficios tradicionales, la falta de experiencia en la atención y manejo de visitantes representa un área de oportunidad para mejorar la experiencia turística.

Proyectos turísticos de otras comunidades que son ejemplo para la comunidad

De acuerdo con los informantes clave, se identificaron proyectos turísticos en otras comunidades que son vistos como ejemplos relevantes para El Huajote. Entre ellos, destaca el proyecto de ecoturismo en la comunidad de El Palmito, Concordia, mencionado como un caso de éxito que combina la conservación de la naturaleza con actividades culturales. Este proyecto, centrado en la protección de la Chara Pinta, incluye actividades como recorridos por senderos y la degustación de tortillas hechas a mano por los habitantes, lo que no solo promueve la biodiversidad, sino también la gastronomía local, generando ingresos para la comunidad.

Otro caso relevante es el turismo rural en comunidades de la Sierra de Concordia Cópala, donde los visitantes se alojan en casas de los locales, comparten comidas tradicionales y participan en las actividades cotidianas de los pobladores. “Los visitantes se quedan en casas de los locales, comen con ellos, participan en sus actividades diarias y aprenden sobre sus tradiciones” (Adela Millán).

En Mesillas, un proyecto turístico basado en rutas y recorridos ofrece paseos que combinan actividades en contacto con la naturaleza, como la observación de guacamayas y visitas a arroyos, con la promoción de productos locales como pan artesanal. Este modelo ha inspirado ideas para implementar recorridos similares en El Huajote, integrando actividades como la elaboración de quesos, pan y recorridos culturales en el museo local.

Capacitación o formación considerada para mejorar su servicio o producto

De acuerdo con el análisis de los testimonios recopilados, la capacitación o formación considerada más importante y mencionada con mayor frecuencia para mejorar los servicios y productos en El Huajote incluye varios aspectos clave.

En primer lugar, los informantes coinciden en la necesidad de aprender cómo atender mejor a los turistas. Reconocen la importancia de adquirir habilidades en atención al cliente para ofrecer un servicio más profesional y satisfactorio. Esto incluye desde cómo interactuar con los visitantes hasta la forma de resolver necesidades o problemas durante su visita.

Otro aspecto relevante es la mejora en la presentación de los productos locales. Por ejemplo, el jamoncillo, aunque reconocido por su calidad, no siempre resulta atractivo debido a su empaque o presentación. “Nos gustaría aprender sobre cómo mejorar la presentación de nuestros productos, porque el jamoncillo que hacemos es muy bueno, pero a veces el empaque o la manera en que lo presentamos no es tan llamativa” (Adela Millán).

Los informantes sugieren que una capacitación en diseño de empaques o mercadotecnia local ayudaría a destacar los productos y atraer a más compradores.

La colaboración comunitaria también se señala como esencial. Los habitantes proponen formar un grupo organizado que integre a quienes elaboran alimentos, producen artesanías o tienen negocios locales, para ofrecer servicios y productos de forma conjunta. Esto no solo facilitaría una mejor experiencia para los turistas, sino que también aumentaría el interés por visitar El Huajote.

En resumen, las áreas de capacitación más importantes para los habitantes de El Huajote incluyen atención al cliente, presentación de productos, organización comunitaria, promoción y diseño de experiencias turísticas, así como la colaboración con otros actores externos para fortalecer el proyecto turístico.

Publicidad efectiva para atraer a visitantes

El análisis del informante clave resalta que las redes sociales son el medio más importante y mencionado para una publicidad que atraiga visitantes a El Huajote. Plataformas como Facebook e Instagram se consideran esenciales debido a su amplio alcance y la capacidad de compartir contenido visual atractivo. El informante sugiere aprovechar estas herramientas mediante fotos y videos que reflejen las tradiciones locales, los paisajes y los procesos artesanales, como la preparación del jamoncillo o los tamales, destacando que el contenido debe ser auténtico y simple, pero de calidad. “Hoy en día, mucha gente anda en esos Facebook y en el Instagram, y si alguien sube fotos de lo que hacemos aquí, de seguro se interesarían en venir” (Adela Millán). Aunque ya se cuenta con un perfil en Facebook, es necesario fortalecer la producción de contenido y abrir un perfil en Instagram para ampliar el alcance.

Además, se menciona la utilidad de medios tradicionales como folletos y carteles para llegar a personas que no utilizan redes sociales, recomendando su distribución en lugares turísticos cercanos como Mazatlán y Rosario. También se considera valioso establecer colaboraciones con agencias de viajes para ofrecer paquetes turísticos y utilizar la radio o televisión local como canales adicionales para captar la atención de quienes buscan destinos auténticos y tradicionales.

Otro aspecto relevante es la instalación de letreros en carreteras, ya que podrían atraer a personas que transitan por la zona y no conocen los atractivos del lugar.

Colaboración para impulsar el turismo

El análisis del informante clave evidencia que la colaboración comunitaria es fundamental para impulsar el turismo en El Huajote, Concordia. Se identifica como la estrategia más mencionada la unión de esfuerzos entre los miembros de la comunidad, donde cada persona aporta desde sus habilidades y actividades para crear una experiencia turística integral y auténtica. Esto incluye que algunos habitantes reciban a los visitantes, otros compartan actividades como el trabajo en el campo o la elaboración

de artesanías, y quienes saben cocinar enseñen a preparar platillos y dulces típicos. Además de la colaboración interna, se destaca la importancia del apoyo gubernamental para mejorar la infraestructura, especialmente en el arreglo del camino, y para promocionar el lugar. También se menciona la necesidad de trabajar con organizaciones no gubernamentales, que podrían asesorar y proporcionar recursos para optimizar las instalaciones y capacitar a la comunidad en temas de turismo. Otra forma de colaboración clave es la creación de alianzas con otras comunidades rurales que tengan iniciativas similares. Esto permitiría formar una red de destinos turísticos, facilitando el intercambio de ideas, aprendizajes y estrategias para enriquecer la oferta turística.

La colaboración necesaria para impulsar el turismo en El Huajote incluye el trabajo coordinado entre los habitantes, el apoyo gubernamental, las alianzas con otras comunidades y la incorporación de expertos externos. Estas acciones integradas permitirán ofrecer a los visitantes una experiencia auténtica y bien organizada, mientras se fortalece la economía local y se preservan los valores culturales y ambientales del lugar.

Expectativas de futuro para los servicios o productos a ofrecer a visitantes

El análisis del informante clave resaltan expectativas claras y diversas sobre el futuro de los servicios y productos que se ofrecen a los visitantes en El Huajote, Concordia. El objetivo predominante es que la comunidad se convierta en un destino turístico reconocido por su belleza natural, su riqueza cultural y la calidad de sus productos artesanales, manteniendo siempre sus tradiciones y valores locales.

Un aspecto importante es la proyección de los productos locales, como el jamoncillo, los tamales y otros alimentos tradicionales, para que no solo sean consumidos por los visitantes, sino que puedan comercializarse en mercados más amplios, tanto dentro como fuera del estado. Esto refleja una expectativa de crecimiento económico que trasciende el turismo local, buscando posicionar los productos como referentes culturales de la región.

En cuanto a los servicios, se espera un crecimiento del turismo basado en la autenticidad y sostenibilidad, priorizando la protección del

medioambiente y la preservación de la forma de vida comunitaria. La visión incluye ofrecer a las visitantes experiencias únicas, como aprender sobre las tradiciones culinarias, participar en actividades culturales y talleres, y conocer oficios tradicionales, como la carpintería. Por ejemplo, se menciona la “Me imagino a visitantes que vienen y se sientan a charlar mientras les enseñamos cómo tallar o barnizar una pieza” (Juan Ricardo Morales).

Otra expectativa es que el museo de la comunidad se convierta en un espacio dinámico, donde se celebren las tradiciones y se promueva la historia local mediante actividades culturales y educativas. Este enfoque busca no solo atraer turistas, sino también generar ingresos sostenibles para la comunidad.

Finalmente, se plantea un fuerte interés en generar empleo digno, especialmente para las mujeres, asegurando que el turismo y los servicios asociados sean una fuente de ingresos para las familias locales. Sin embargo, también se reconoce la necesidad de resolver desafíos básicos, como el acceso al agua, para garantizar que este desarrollo sea viable. Las expectativas de futuro se centran en convertir a El Huajote en un destino turístico integral, conocido por sus productos de calidad, experiencias auténticas y compromiso con la sostenibilidad, mientras se asegura el bienestar y la participación de la comunidad en cada etapa del desarrollo.

Potencial de desarrollo para el ejido Huajote

El análisis del informante clave resalta que El Huajote tiene un fuerte potencial para el desarrollo del ejido a través del turismo rural. Este potencial se fundamenta en los elementos únicos que la comunidad puede ofrecer, como su entorno natural, su cultura, las tradiciones y los productos locales. El turismo se percibe como una oportunidad para generar ingresos, crear empleos y mejorar la calidad de vida de los habitantes, mientras se preservan las costumbres y se fortalece el orgullo comunitario.

Uno de los aspectos más mencionados es la posibilidad de que los visitantes valoren el modo de vida del ejido, algo que se ha perdido en muchos otros lugares. Los productos tradicionales, como el pan casero, el queso fresco, los tamales y las artesanías, tienen un alto valor sim-

bólico y comercial, y su promoción puede convertirse en una fuente de ingresos significativa. Además, actividades como talleres de elaboración de productos locales y recorridos por sitios culturales, como el museo comunitario, son vistas como herramientas clave para atraer y retener a los visitantes.

Otro punto importante es el impacto positivo del turismo en la preservación de tradiciones y festividades, como el Día del Ejido y la celebración de la Virgen de Guadalupe, que forman parte de la identidad cultural de la comunidad. Al compartir estas tradiciones con los visitantes, no solo se genera un interés por lo local, sino que también se asegura su continuidad para las futuras generaciones.

El turismo también se relaciona con beneficios sociales, como evitar la migración de los jóvenes al ofrecerles oportunidades de empleo dentro de la comunidad. Asimismo, se considera una vía para promover un desarrollo sostenible, siempre que se lleve a cabo con respeto al entorno y la forma de vida de los habitantes.

Discusión

Con la información recabada y analizada de un grupo de pobladores rurales que residen en el ejido Huajote Concordia, Sinaloa, se presentan hallazgos de interés. Según Gámez et al. (2018), evidencia que la economía local no solo depende de la producción, sino también del cuidado y la valoración de prácticas antiguas, que en conjunto crean un sentido de pertenencia y orgullo. Además, al igual que nuestro trabajo, se analizan las oportunidades para aprovechar productos agroalimentarios tradicionales a fin de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones locales, ya que se encuentran vinculados con tradiciones de producción artesanal, con zonas geográficas específicas, y tienen características de alta calidad.

Por otra parte, nuestro estudio y el de Kieffer, M. (2019) revelan resultados en relación entre el turismo rural comunitario y el desarrollo comunitario, se analiza el papel del turismo en los cambios productivos de las comunidades rurales, como ha incidido en varios casos en la transición misión para una economía local. Nuestro estudio describe el potencial para el desarrollo del ejido que radica en su capacidad para combinar el

turismo rural con la preservación de su patrimonio cultural y natural. Con una organización adecuada y la participación de la comunidad, el turismo puede ser un motor de desarrollo económico y social que fortalezca la identidad y las tradiciones locales, generando una continua local.

Por otro lado, tanto nuestro estudio como el de Ramírez y Jaramillo, (2020) coinciden que la creación de un producto turístico es una forma de diversificar la actividad productiva en la comunidad, comparando la importancia de generar ingresos para los locales a través de las actividades y productos que se desenrollan dentro de la comunidad.

Se destaca que la colaboración comunitaria es fundamental para impulsar el turismo en El Huajote, Concordia. Se identifica como la estrategia más mencionada, la unión de esfuerzos entre los miembros de la comunidad, donde cada persona aporta desde sus habilidades y actividades para crear una experiencia turística integral y auténtica, lo cual coincide con Lemas y García (2019) respecto a que el éxito en la operación de las cooperativas turísticas se relaciona, en gran medida, con el mantenimiento de la cohesión entre sus miembros y esta depende a su vez de vínculos previos como los lazos familiares, la tradición de trabajo colectivo en las actividades turísticas que desarrollan en la comunidad.

Conclusión

El turismo rural representa una oportunidad significativa para impulsar el desarrollo sostenible en comunidades como el ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa. Este estudio permitió identificar que, pese a las limitaciones actuales en infraestructura, promoción y capacitación, el ejido cuenta con importantes fortalezas, como su riqueza natural, cultural y la disposición de su comunidad para participar en iniciativas de turismo rural.

Entre los principales hallazgos se destaca que el turismo rural no solo puede diversificar las fuentes de ingreso, sino también fortalecer la identidad comunitaria y preservar el patrimonio local. Sin embargo, para que esta actividad se convierta en un motor de desarrollo efectivo, es fundamental abordar los desafíos existentes, como la mejora en la accesibilidad, el diseño de estrategias de promoción específicas y la creación de capacidades organizativas y empresariales entre los habitantes.

La participación comunitaria emerge como un elemento clave para garantizar que los beneficios del turismo se distribuyan equitativamente y que la actividad se lleve a cabo de forma sostenible. Esto requiere un enfoque de planificación que incluya no solo a los habitantes, sino también a actores gubernamentales y privados, en un modelo de colaboración que potencie las capacidades locales.

En conclusión, el caso de El Huajote pone en evidencia que el turismo rural puede ser una herramienta efectiva de desarrollo si se planifica e implementa con una visión integradora y sostenible. Este análisis resalta la importancia de diseñar políticas públicas y programas de apoyo específicos para comunidades rurales interesadas en esta actividad. Asimismo, sugiere que experiencias como la de El Huajote pueden convertirse en modelos replicables para otras regiones con características similares.

Agradecimiento

Agradecemos profundamente a la comunidad del ejido El Huajote por su generosidad y disposición al compartir sus historias, conocimientos y experiencias durante el desarrollo de este estudio. Su participación fue fundamental para comprender las dinámicas locales y las posibilidades del turismo rural como estrategia de desarrollo.

Referencias bibliográfica

- Amaya, C., Magaña, I., Ochoa, I. y Guerra, Y. (2019). Percepción del turismo. 31(1), 1-4. 7-21. Alternativo: el caso de la Península de Yucatán. **Dimensiones Turísticas**, 3(5), 79-95.
- Baena, P. G. (2017). *Metodología de la investigación* (3a. ed.). Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com> Created from bibliotecacijsp on 2018-07-30 15:51:39.
- García, et al, (2023). Análisis del perfil del turista y su relación con la demanda de turismo rural en el estado de México. *El periplo sostenible*, (44),085- 104. empleo. Madrid: Pirámide. en la comunidad El Peñón, Temascaltepec: una ruta ecoturística para la diversificación de la oferta. *Dimensiones Turísticas*, 4(7), 125-150.

- Gámez, A., Juárez, E., Guevara-Franco, J. A. (2018). *Signos distintivos en García rodea*, L., Thornton Ortiz, H., González Domínguez, I., & López carre, Gascón, J., & Cañada, E. (2005). *Viajar a todo tren: Turismo, desarrollo y Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática*. (2018). *Economía y investigaciones. Dimensiones Turísticas*, 3(5), 43-63.
- Gascón, J. y Cañada, E. (2005). *Viajar a todo tren: Turismo, desarrollo*. Icaria.
- INEGI (2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población Sinaloa.
- Kieffer, M. (2019). *Turismo rural comunitario en México: apuntes para futuras*.
- Lane, B. (1994). *What is rural tourism? Journal of Sustainable Tourism*, 2(1-2).
- Lemas, M. y García de Fuentes, A. (2019). *Economía social y turismo perspective*. Routledge.
- Magaña et al. (2019). Comunidades rurales de Baja California Sur, México: una estrategia para impulsar el turismo rural. *Dimensiones Turísticas*, 2(3), 75-90. development. Londres: Routledge.
- Pike, A., Rodríguez-Pose, A., & Tomaney, J. (2006). *Local and regional*
- Ramírez, O. y Jaramillo, R. (2020). *Aprovechamiento de los recursos naturales*
- Reyes-Aguilar, A., Serrano-Barquín, R., Pérez-Ramírez, C. A. y Moreno-rural tourism. *Tourism Geographies*, 9(4), 347-370.
- Reyes et al. (2019). Mujeres campesinas y turismo rural: estrategia de conservación ambiental en Los Tuxtlas, Veracruz. *Dimensiones Turísticas*, 3(4), 9-25. como fuente de bienestar en comunidades rurales de Colima. *Dimensiones Turísticas*, 3(4), 63-86.
- Saxena, G., Clark, G., Oliver, T., & Ilbery, B. (2007). *Conceptualizing integrated sectores productivos*.
- Sharpley, R. (2002). *Rural tourism and the challenge of tourism diversification*
- Smith, M., & Kelly, C. (2006). Wellness tourism. Tourism Recreation Research, sostenibilidad. Icaria editorial. the case of Cyprus. *Tourism Management*, 23(3), 233-244.
- Vázquez-Barquero, A. (1988). *Desarrollo local. Una estrategia de creación de Voigt, C., & Pforr, C. (2014). Wellness tourism: A destination*

*Investigaciones científicas en las instituciones de educación superior
como aporte para la sostenibilidad.*

Se terminó de editar en junio de 2025

en los talleres de Astra Ediciones

Av. Acueducto No. 829

Colonia Santa Margarita, C. P. 45140

Zapopan, Jalisco, México.

33 38 34 82 36

E-mail: edicion@astraeditorial.com.mx

www.astraeditorialshop.com

En este libro se presentan investigaciones realizadas en instituciones de educación superior, las cuales buscan aportar a los objetivos de desarrollo sustentable adoptados por las Naciones Unidas en 2015. Se abordan estudios sobre sostenibilidad agrícola, control y manejo ambiental, turismo sustentable y manejo de recursos naturales.

El reto actual en las universidades es fomentar el ejercicio académico del que surjan ideas para el desarrollo de proyectos de investigación que contribuyan a la actualización del conocimiento de los docentes y mejores actividades académicas, además de fortalecer la vinculación con la sociedad.

ISBN: 979-13-87837-10-5



9 791387 183710 5



Consulta y descarga



UAdO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE