

Ra Ximhai

Publicación semestral de Ciencias Sociales

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Extracción de recursos forestales maderables y no maderables

Extracción y uso de recursos forestales no maderables con valor medicinal en Huehuetlan El Grande, Puebla

Juan Arturo Blanco Jaspeado, Alejandro Ortega Hernández, Marilú León Andrade, María Concepción López Téllez

Fluctuación anual del verdor foliar en guamúchil, como indicador del nivel de clorofila foliar

Omar Franco Mora, Sara Aguirre Ortega, Álvaro Castañeda Vildózola

Evaluación del extracto acuoso de *Artemisia ludoviciana* Nutt. como inhibidor verde de la corrosión del acero en ácido sulfúrico

Haniel Nephtali Flores Cortez, Rosa Elba Núñez Jaquez, Carlos Paulino Barrios Durstewitz, Adrián Bórquez Mendivil, Juan Pablo Flores De los Ríos

Desafíos de los agroecosistemas tradicionales

Mujeres indígenas, territorio y resistencia: las *hñahñus* y el sistema tradicional de producción del maguey

Alexis Rosas Morales, Marie Christine Renard Hubert

Sustentabilidad y economía solidaria desde la costa de Oaxaca, la experiencia de Ecosta Yutu Cuii

Amanda Espinosa Soriano, María de Lourdes Herrera Feria

Plagas en granos almacenados contra plantas de origen etnobotánico: Una revisión sistemática

Arturo Rafael Armenta López, Eusebio Nava Pérez y Adalid Graciano Obeso

Pérdida de saberes tradicionales en comunidades indígenas y equiparables

Saberes tradicionales en una red de comunidades campesinas indígenas de Guerrero, México

Luis Caneek Ángeles Tovar, Gibrón Rivera González, Pablo Emilio Escamilla García

Pueblos originarios y restauración ecológica en las tierras altas de la Chinantla, Oaxaca

Humberto Ortega Villaseñor, Álvaro Felipe Ortega González, Judith López Aceves

Justicia indígena y violencia de género en el Resguardo Indígena de Cumbal, Nariño

Leidy Johana Cevallos Burbano, Angelly Sofía Lasso Córdoba

Manejo de sistemas alimentarios prioritarios

Manipulación de plaguicidas en piña y potenciales externalidades negativas a la salud

César Julio Martínez Castro, Itzel Ahahí Jacinto Solano

Cambio alimentario en las familias campesinas de Oxchuc, Chiapas, México

Abraham Sántiz Gómez

Avance de la frontera agrícola

Análisis de post-clasificación vectorial del avance de la frontera agrícola en el norte de Sinaloa 2005-2021

Samuel Moreno Meza

Navojoa, Sonora, 2001-2021: Análisis geoespacial del cambio del uso de suelo

Francisco Humberto Valdez Sandoval, Aniela Guadalupe Valdez Sandoval, Allán Chacara Montes

Impactos en la biodiversidad

Acceso desigual al agua en destinos turísticos: tensiones socioambientales y derecho humano al agua en Cabo San Lucas

Lizzeth Aguirre Osuna

Representaciones sociales sobre el cambio climático por personas asistentes al evento Casa abierta en el Colegio de Posgraduados, Campus Puebla

Andrés Pérez Magaña

Ecología de especies en riesgo por actividades humanas

Análisis dasométrico del mezquite y valoración del servicio ecosistémico regional en Jalisco

Lilia García Azpeitia

Revista Científica Ra Ximhai

Ciencias Sociales

Vol. 3 Número 1 enero - junio 2026

Publicación de la Universidad Autónoma Indígena de México

Editor General

Dr. Pedro Antonio López de Haro

D.R. © Ra Ximhai

Hecho en México

Printed in Mexico

El Nombre

La identificación de esta revista con el nombre de Ra Ximhai (escrito en lengua hñahñú), que traducido al español significa “el mundo, el Universo o la vida”, hace referencia a la naturaleza desde un punto de vista cosmológico signado por los indígenas otomíes. La revista lleva este título como un homenaje a las culturas indígenas del país que forman parte importante de la riqueza cultural de México.

Diseño de portada: M. en C. Aminne Armenta Armenta

Información legal

RA XIMHAI, Año 3, Número 4, enero-junio 2026. Publicación semestral editada por la Universidad Autónoma Indígena de México, a través de la Coordinación General de Investigación y Posgrado, Fuente de Cristal 2334, entre Coral y Cuarzo, Fracc. Fuentes del Bosque. C.P. 81229, Los Mochis, Sinaloa. Teléfono (668) 8160-320.

Página electrónica de la revista:

<https://raximhai.uaim.edu.mx/>

Editor responsable: Dr. Pedro Antonio López de Haro. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2026-042014104500-102 ISSN electrónico: (en trámite) - ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsable de la última actualización de este número: Dr. Pedro Antonio López de Haro. Director editorial, Universidad Autónoma Indígena de México. Fuente de Cristal 2334, entre Coral y Cuarzo, Fracc. Fuentes del Bosque. C.P. 81229, Los Mochis, Sinaloa. Fecha de última modificación: 18 de mayo de 2026.

Ra Ximhai

COMITÉ CIENTÍFICO EXTERNO

Dra. Chantal Cramausse Vallet
Colegio de Michoacán
Dr. Ernesto Guerra García
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Mario Magaña Mancillas
Universidad Autónoma de Baja California
Dr. Bruno Baronnet
Universidad Veracruzana
Dra. Zulema Trejo Contreras
Colegio de Sonora
Dr. José Luis Moctezuma Zamarrón
Instituto Nacional de Antropología e
Historia/Sonora
Dr. Eduardo Andrés Sandoval Forero
Universidad Autónoma del Estado de México
Dr. José Manuel Juárez Núñez
UAM-Xochimilco
Dr. Gunther Dietz
Universidad Veracruzana
Dr. José Guadalupe Vargas Hernández
Instituto Tecnológico José Mario Molina
Pasquel y Henríquez
Dr. Robinson Salazar Pérez
Director de la Red de Investigadores por la
Democracia y la Paz, Buenos Aires,
Argentina
Dr. Daniel Mato
Universidad Nacional Tres de Febrero,
Argentina
Dra. Marely Graciela Figueroa Pérez
Universidad Tecnológica de Culiacán

COMITÉ EDITORIAL INTERNO

Dra. Claudia Selene Castro Estrada
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Celso Ortiz Marín
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Estuardo Lara Ponce
Universidad Autónoma Indígena de México
Dra. Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Francisco Antonio Romero Leyva
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Iván Noel Álvarez Sánchez
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Jesús Ramón Rodríguez Apodaca
Universidad Autónoma Indígena de México
Dra. María Guadalupe Ibarra Ceceña
Universidad Autónoma Indígena de México
Dra. María Azucena Caro Dueñas
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Juan Antonio Fernández Velázquez
Universidad Autónoma Indígena de México
Dra. Aida Alvarado Borrego
Universidad Autónoma Indígena de México
Dra. Lizbeth Félix Miranda
Universidad Autónoma Indígena de México
Dra. Olía Acuña Maldonado
Universidad Autónoma Indígena de México
Dr. Francisco Ricardo Ramírez Lugo
Universidad Autónoma Indígena de México
Dra. María del Rosario Romero Castro
Universidad Autónoma Indígena de México

Dr. Pedro Antonio López de Haro
Editor General
Universidad Autónoma Indígena de México

Ra Ximhai

Vol. 3 Número 1 enero-junio 2026

La revista *Ra Ximhai* se encuentra indexada en el **Master Journal List** (Clarivate Analytics), el Sistema de Información Bibliográfica sobre las publicaciones científicas seriadas y periódicas producidas en América Latina, el Caribe, España y Portugal (**LATINDEX**), Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades (**CLASE**), Electronic Journals Service (**EBSCO**), Red de Revistas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (**REDALYC**), Servicios de Alertas y Hemeroteca Virtual de la Universidad de Rioja, España (**DIALNET**), el Directory of Open Access Journals (**DOAJ**), Bibliografía Latinoamericana es el conjunto de bases de datos y servicios de información basados en revistas científicas de América Latina y el Caribe (**BIBLAT**), **Academia.edu** y **Researchgate**.

Además, es posible consultarla en diversas bibliotecas virtuales universitarias, tales como: Technische Universität Braunschweig, Uppsala University Library, Kassel University Library, Librería del Ministerio de Ciencia y Tecnología, Biblioteca Digital de Ciencia y Tecnología Administrativa.

Library of Southern Cross University, Centro de Estudios Superiores María Goretti, Biblioteca de la Universidad de Sevilla y MIAR (Matriz de Información para el Análisis de Revistas) Universitat de Barcelona, entre otras.

Ra Ximhai

**El mundo,
El universo o
La vida**

**VOLUMEN 3 NÚMERO 1
ENERO-JUNIO 2026**

La presente edición de la revista fue coordinada por el Dr. Estuardo Lara Ponce y el Dr. Hugo Humberto Piña Ruíz, de la Universidad Autónoma Indígena de México

CONTENIDO

Vol. 3 Núm. 1 enero-junio 2026
Ciencias Sociales

- 11** **Presentación**
Estuardo Lara Ponce
Hugo Humberto Piña Ruíz

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Extracción de recursos forestales maderables y no maderables

- 15** **Extracción y uso de recursos forestales no maderables con valor medicinal en Huehuetlán El Grande, Puebla**
Juan Arturo Blanco-Jaspeado, Alejandro Ortega-Hernández, Marilú León-Andrade, María Concepción López-Téllez
- 43** **Fluctuación anual del verdor foliar en guamúchil, como indicador del nivel de clorofila foliar**
Omar Franco-Mora, Sara Aguirre-Ortega, Álvaro Castañeda-Vildózola
- 65** **Evaluación del extracto acuoso de *Artemisia ludoviciana* Nutt. como inhibidor verde de la corrosión del acero en ácido sulfúrico**
Haniel Nephtalí Flores-Cortez, Rosa Elba Núñez-Jaquez, Carlos Paulino Barrios-Durstewitz, Adrián Bórquez-Mendívil, Juan Pablo Flores-De los Ríos

Desafíos de los agroecosistemas tradicionales

- 87** **Mujeres indígenas, territorio y resistencia: las hñahñus y el sistema tradicional de producción del maguey**
Alexis Rosas Morales, Marie Christine Renard Hubert

113 **Sustentabilidad y economía solidaria desde la costa de Oaxaca: La experiencia de Ecosta Yutu Cuii**
Amanda Espinosa Soriano, María de Lourdes Herrera Feria

135 **Plagas en granos almacenados contra plantas de origen etnobotánico: Una revisión sistemática**
Arturo Rafael Armenta-López, Eusebio Nava-Pérez y Adalid Graciano-Obeso

Pérdida de saberes tradicionales en comunidades indígenas y equiparables

161 **Saberes tradicionales en una red de comunidades campesinas indígenas de Guerrero, México**
Luis Canek Ángeles-Tovar, Gibrán Rivera-González, Pablo Emilio Escamilla-García

187 **Pueblos originarios y restauración ecológica en las tierras altas de la Chinantla, Oaxaca**
Humberto Ortega-Villaseñor, Álvaro Felipe-Ortega González, Judith López-Aceves

205 **Justicia indígena y violencia de género en el Resguardo Indígena de Cumbal, Nariño**
Leidy Johana Cevallos Burbano, Angelly Sofia Lasso Córdoba

Manejo de sistemas alimentarios prioritarios

221 **Manipulación de plaguicidas en piña y potenciales externalidades negativas a la salud**
César Julio Martínez-Castro, Itzel Ahahí Jacinto-Solano

245 **Cambio alimentario en las familias campesinas de Oxchuc, Chiapas, México**
Abraham Sántiz Gómez

Avance de la frontera agrícola

- 271** **Análisis de post-clasificación vectorial del avance de la frontera agrícola en el norte de Sinaloa 2005-2021**
Samuel Moreno Meza
- 295** **Navjoa, Sonora, 2001-2021: Análisis geoespacial del cambio del uso de suelo**
Francisco Humberto Valdez-Sandoval, Aniela Guadalupe Valdez-Sandoval, Allán Chacara-Montes

Impactos en la biodiversidad

- 321** **Acceso desigual al agua en destinos turísticos: tensiones socioambientales y derecho humano al agua en Cabo San Lucas**
Lizzeth Aguirre-Osuna
- 347** **Representaciones sociales sobre el cambio climático por personas asistentes al evento Casa abierta en el Colegio de Posgraduados, Campus Puebla**
Andrés Pérez-Magaña

Ecología de especies en riesgo por actividades humanas

- 379** **Análisis dasométrico del mezquite y valoración del servicio ecosistémico regional en Jalisco**
Lilia García-Azpeitia

CONTENTS

Vol. 3 Num. 1 January-June 2026
Social Sciences

- 11** **Presentation**
Estuardo Lara Ponce
Hugo Humberto Piña Ruíz

SCIENTIFIC ARTICLE

Extraction of timber and non-timber forest resources

- 15** **Extraction and use of non-timber forest resources with medicinal value in Huehuetlán El Grande, Puebla**
Juan Arturo Blanco-Jaspeado, Alejandro Ortega-Hernández, Marilú León-Andrade, María Concepción López-Téllez
- 43** **Yearly fluctuation of leaf greenness in *guamúchil*, as an indicator of leaf chlorophyll level**
Omar Franco-Mora, Sara Aguirre-Ortega, Álvaro Castañeda-Vildózola
- 65** **Evaluation of the aqueous extract of *Artemisia ludoviciana* Nutt. as a green inhibitor of steel corrosion in sulfuric acid**
Haniel Nephtalí Flores-Cortez, Rosa Elba Núñez-Jaquez, Carlos Paulino Barrios-Durstewitz, Adrián Bórquez-Mendívil, Juan Pablo Flores-De los Ríos

Challenges in traditional agroecosystems

- 87** **Indigenous women, territory and resistance: the *Hñahñu* and the traditional maguey production system**
Alexis Rosas Morales, Marie Christine Renard Hubert

113 **Sustainability and solidarity economy from the coast of Oaxaca, the experience of Ecosta Yutu Cui**
Amanda Espinosa Soriano, María de Lourdes Herrera Feria

135 **Pests in stored grains against plants of ethnobotanical origin: A systematic review**
Arturo Rafael Armenta-López, Eusebio Nava-Pérez y Adalid Graciano-Obeso

Loss of traditional wisdom in indigenous and equivalent communities

161 **Traditional wisdom in a network of indigenous peasant communities in Guerrero, Mexico**
Luis Canek Ángeles-Tovar, Gibrán Rivera-González, Pablo Emilio Escamilla-García

187 **Indigenous peoples and ecological restoration in the highlands of Chinantla, Oaxaca**
Humberto Ortega-Villaseñor, Álvaro Felipe Ortega-González, Judith López-Aceves

205 **Indigenous justice and gender violence in the Indigenous Reserve of Cumbal, Nariño**
Leidy Johana Cevallos Burbano, Angelly Sofia Lasso Córdoba

Management of priority food systems

221 **Handling of pesticides in pineapple and potential negative externalities to health**
César Julio Martínez-Castro, Itzel Ahahí Jacinto-Solano

245 **Dietary change in peasant families of Oxchuc, Chiapas, Mexico**
Abraham Sántiz Gómez

Advancements in agricultural frontier

- 271** **Vector post-classification analysis of the advance of the agricultural frontier in northern Sinaloa 2005-2021**
Samuel Moreno Meza
- 295** **Navojoa, Sonora, 2001-2021: Geospatial analysis of land use change**
Francisco Humberto Valdez-Sandoval, Aniela Guadalupe Valdez-Sandoval, Allán Chacara-Montes

Impacts in biodiversity

- 321** **Unequal access to water in tourist destinations: socio-environmental tensions and the human right to water in Cabo San Lucas**
Lizzeth Aguirre-Osuna
- 347** **Social representations of climate change by people attending the Open House event at the Postgraduate College, Puebla Campus**
Andrés Pérez-Magaña

Ecology of species at risk from human activities

- 379** **Dendrometric analysis of mesquite and assessment of regional ecosystem service in Jalisco**
Lilia García-Azpeitia

PRESENTACIÓN

SISTEMAS SOCIOLOGICOS Y SUSTENTABILIDAD

En la sociedad actual del presente Siglo XXI, somos testigos de una generalizada crisis ambiental en amplias regiones del orbe; las consecuencias son visibles en diversos sistemas socioambientales. El cambio climático y el impacto de las actividades humanas, afectan los sistemas agroalimentarios, la disminución de la biodiversidad, la desaparición y degradación de ecosistemas terrestres y costeros, además de la pérdida de territorios y de la vida sociocultural de muchas comunidades y pueblos originarios en el mundo. Esta amplia problemática socioambiental es producto de la apuesta por modelos de desarrollo que han privilegiado el crecimiento económico, a costa del beneficio social y el cuidado del ambiente que nos rodea.

Estas inquietudes de la sociedad moderna, justifican plenamente llevar a cabo estudios pertinentes de los Sistemas Socioecológicos y de su relación con la Sustentabilidad y la Riqueza Biocultural de nuestro continente. Este marco conceptual cobra interés no solo en el plano académico, sino también en el acontecer y entorno ambiental biótico y abiótico en el que habitan los diversos grupos humanos, comunidades indígenas, rurales y urbanas de las que somos parte, como un todo.

Con el propósito de contribuir, reflexionar y difundir trabajos que se llevaron a cabo para estudiar y comprender fenómenos socioambientales en nuestro país y otras latitudes; en el presente número de la Revista Ra Ximhai se publican investigaciones inéditas de producción transdisciplinaria de conocimiento científico, institucional y comunicativo en los siguientes ejes temáticos: extracción de recursos forestales maderables y no maderables, desafíos de los agroecosistemas tradicionales, pérdida de saberes tradicionales en comunidades indígenas y equiparables, manejo de sistemas alimentarios prioritarios, avance de la

frontera agrícola, impactos en la biodiversidad y ecología de especies en riesgo por actividades humanas.

Sin duda, las contribuciones de este volumen abordan diferentes ámbitos regionales y geográficos, grupos sociales y culturales diversos, lo que se traduce en el complejo abordaje que significa el estudio contemporáneo de los sistemas sociológicos, y de su relación con el paradigma de la sustentabilidad.

El horizonte transdisciplinar que se aborda en la integración de este volumen, es la visión del conocimiento que busca completar y superar los límites de las disciplinas tradicionales, creando un marco común para comprender la realidad de nuestro mundo, como un todo complejo y en consecuencia la búsqueda de soluciones integrales.

Estuardo Lara Ponce

Hugo Humberto Piña Ruíz

Universidad Autónoma Indígena de México

**Extracción y uso de recursos forestales no maderables con
valor medicinal en Huehuetlán El Grande, Puebla**

**Extraction and use of non-timber forest resources with
medicinal value in Huehuetlán El Grande, Puebla**

Juan Arturo **Blanco-Jaspeado**¹, Alejandro **Ortega-Hernández**², Marilú **León-Andrade**³, María Concepción **López-Téllez**⁴

Resumen

Las comunidades indígenas y campesinas poseen conocimientos de índole ecológica, agrícola y medicinal que se correlacionan de manera sinérgica con el entorno para satisfacer sus necesidades. La presente investigación tiene como objetivo identificar diversas plantas medicinales con valor de uso medicinal dentro de la comunidad de Huehuetlán el Grande, Puebla, México. La investigación se llevó a cabo bajo un enfoque de investigación acción participativa y algunas formalidades de la investigación etnobotánica. Se emplearon fichas de reporte de uso durante los recorridos y se aplicaron 50 encuestas a actores clave de la comunidad versados en el uso y recolección de plantas medicinales. A la par, se realizaron entrevistas semiestructuradas y se sacaron

fotografías. Se identificaron un total de 69 morfoespecies de índole medicinal de 41 familias botánicas, mismas que son empleadas como ingredientes en diversos remedios herbolarios (en forma de infusiones, emplastes, etc.). En el caso de Huehuetlán el Grande, el patrimonio etnobotánico de recursos forestales no maderables de índole medicinal cumple la función de ejercer cohesión dentro de la comunidad, densificando el “factor c” o “factor comunidad”. Esta forma de cohesión social contribuye a preservar la riqueza biocultural del territorio. Finalmente, se pudo evidenciar que, dentro de la recolección, manejo y uso de recursos forestales no maderables, como son las plantas medicinales, se subyace una economía solidaria, misma que se relaciona con el bienestar de los individuos y busca la reproducción social a partir de la ayuda mutua.

¹ Universidad de Guanajuato

² Universidad de Guanajuato

³ Universidad de Guanajuato

⁴ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Palabras clave: *conocimiento tradicional, etnobotánica, intercambio de saberes, plantas medicinales*

Abstract

Indigenous and peasant communities possess ecological, agricultural, and medicinal knowledge that synergistically correlates with their environment in order to meet their needs. The aim of this research is to identify various medicinal plants with medicinal use value within the community of Huehuetlán el Grande, Puebla, Mexico. The study was conducted using a participatory action research approach and incorporated certain formal aspects of ethnobotanical research. Use-report forms were employed during field walks, and 50 surveys were administered to key community actors knowledgeable in the use and collection of medicinal plants. In parallel, semi-structured interviews were conducted and photographs were taken.

A total of 69 morphospecies belonging to 41 botanical families with medicinal value were identified; these are used as ingredients in various herbal remedies (in the form of infusions, poultices, etc.). In the case of Huehuetlán el Grande, the ethnobotanical heritage of non-timber forest resources of medicinal nature fulfills the function of fostering cohesion within the community, strengthening the “c factor” or “community factor.” This form of social cohesion contributes to preserving the biocultural richness of the territory. Finally, it was evidenced that, within the collection, management, and use of non-timber forest resources—such as medicinal plants—there exists an underlying solidarity-based economy, which is related to individual well-being and seeks social reproduction through mutual aid.

Keywords: *traditional knowledge, ethnobotanics, knowledge exchange, medicinal plants*

INTRODUCCIÓN

La Sierra del Tentzo, Puebla pertenece a la cuenca (18 A) del Río Atoyac y, dentro de la misma, se encuentran otras 23 microcuencas, lo que resulta clave para la región y sus habitantes (Diario oficial de la federación, 2011).

En esta región, la captación de agua se concentra principalmente en las zonas de bosque de encino, al norte de la poligonal y en la selva baja caducifolia, colindando con diversos municipios entre los que destaca Huehuetlán el Grande (Morón et al., 2000).

La vegetación oriunda a la región abarca encinares poco húmedos, bosques de sabinos, matorrales xerófilos y bosque tropical caducifolio bajo, con espacios dedicados a la agricultura (Diario oficial de la federación, 2011).

El aprovechamiento histórico de la riqueza biocultural, así como el intercambio de saberes que de manera histórica se ha realizado en la región por grupos humanos ha permitido la acumulación de conocimiento y el uso de plantas medicinales oriundas y foráneas.

¿Pero que entendemos por riqueza biocultural? El concepto de riqueza biocultural engloba la abundancia biológica y cultural de un territorio.

De acuerdo con lo suscrito por Bonfil (1987), el carácter biodiverso y multicultural de México ha permitido que diversos grupos humanos a través de la historia adapten su cultura y saberes de acuerdo con las diferentes situaciones que se presenten. Lo anterior permite que sean integrados elementos externos a su cultura y territorios, como es el caso de diversas especies de plantas medicinales.

Desde hace ya algunas décadas se ha venido haciendo énfasis en que educar y hacer “ciencia” requiere el encuentro de hombres y mujeres, por lo que se hace pertinente un dialogo donde predomine la “reflexión y la acción” (Freire, 1997). Es en este punto donde la etnobotánica se implementó como una ciencia que ha permitido generar una articulación entre el conocimiento tradicional y el científico, y puede ser el puente que fortalezca a las comunidades en la conservación de su cultura y de la riqueza biocultural de su territorio (Carreño, 2016).

El aprovechamiento de la riqueza biocultural para con el uso de recursos forestales no maderables con valor medicinal es de gran importancia en la sustentabilidad de los ecosistemas y de las sociedades, puesto que el propio ecosistema consolida la economía, la sociedad y la cultura, así como la vida espiritual (Boege et al., 2000). De igual forma el conocimiento etnobotánico identifica y une a las comunidades, donde los propios conocimientos se transmiten de generación en generación.

Sin embargo, esta riqueza es frágil debido a la erosión cultural al deterioro medioambiental, que es motivado por los procesos de globalización y el libre mercado. La ciencia etnobotánica legitima y defiende las sabidurías ancestrales para con el uso de la medicina tradicional y busca preservar el ecosistema. Dicha ciencia rompe con la homogeneidad de identidades creadas por el adoctrinamiento del sistema capitalista. A pesar de lo anterior muchos científicos en la actualidad denominan a los saberes tradicionales “empíricos”, “locales” o “folclóricos”, negándoles su validez científica (Carreño, 2016).

Las tres dimensiones del desarrollo sustentable (medioambiental, social y económico) se correlacionarán a los tipos de manejo de las plantas medicinales en los territorios. Por lo anterior resulta primordial el desarrollo de enfoques interdisciplinarios centrados en la acción participativa desde estas tres dimensiones. Dichos planteamientos deben priorizar la generación de nuevas alternativas de manejo que satisfagan las necesidades medioambientales y humanas al tiempo que protejan los saberes locales.

Los saberes ancestrales relacionados a la medicina tradicional son de gran importancia tanto a nivel nacional como internacional. La Dra. Margaret Chan, quien fuera directora general de la Organización Mundial

de la Salud (OMS) entre 2007 y 2017, aseguró que, en todo el mundo, la medicina tradicional es el pilar principal en la prestación de servicios de salud, o su principal complemento.

La búsqueda constante por satisfacer las necesidades de salud o económicas de las familias oriundas de un territorio puede conllevar procesos de “intensificación” en la recolección de plantas medicinales. Algunos indicadores de dichos procesos pueden ser: el incremento de la territorialidad, la ocupación y explotación de áreas marginales, la incorporación de nuevas tecnologías y la aparición de estructuras de almacenamiento (Hiscock, 1994). Cualquier estrategia que conlleve a la conservación de la riqueza biocultural de un territorio debe priorizar la elaboración de un inventario que documente de manera adecuada la flora medicinal existente en el territorio.

Otro punto a considerar es que en México el conocimiento, manejo y recolección tradicional de plantas medicinales y su comercialización se sustentan en especies de origen silvestre (Menéndez, 2022; Hersch & Fierro, 2001) y cumplen un papel fundamental, debido a la carencia de servicios para atender la salud en sitios alejados (Martínez y Sánchez, 2023; Valdés, 2013).

Un ejemplo de comunidad que aprovecha plantas medicinales en su territorio es Huehuetlán el Grande, donde el río permite la existencia, de huertas, de cultivos de riego, en tanto que del monte se obtienen plantas medicinales (Marín & Rivera, 2020).

Acuña (2017) describe Huehuetlán como tierra caliente de muchas aguas y serranías, de igual manera hace referencia a la vegetación medicinal. Por todo lo anterior el objetivo de la presente investigación es identificar las plantas utilizadas por los pobladores, ya sean nativas o introducidas con valor de uso medicinal en Huehuetlán el Grande, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

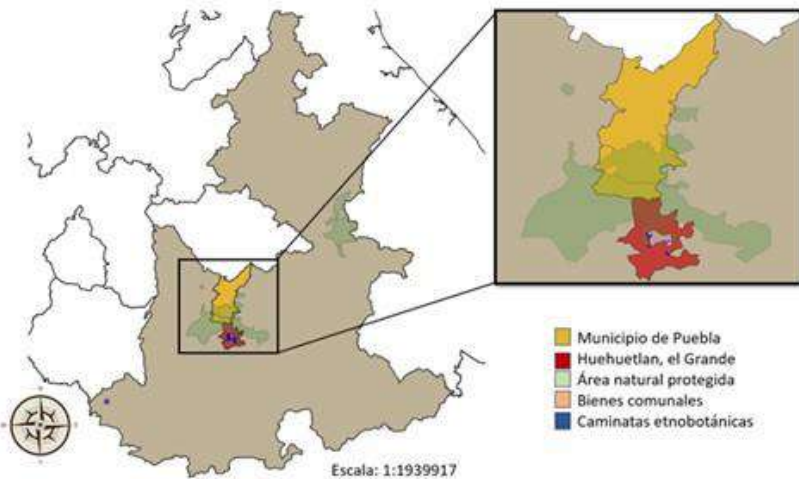
El municipio de Huehuetlán el Grande se encuentra localizado en la parte central del estado de Puebla, en los paralelos 18°40' y 18° 51' de latitud norte y los meridianos 98° 04' y 98° 15' de longitud oeste; altitud entre 1,200 y 2,200m (Gobierno de Puebla, 2021). Colinda al norte con el municipio de Puebla, al noreste con el municipio de Tzicatlacoyan, al este con San Juan Atzompa y con La Magdalena Tlatlauquitepec, al sur con Huatlatlauca y al oeste con Teopantlán (Figura 1).

Su importancia durante la época colonial llevo al pueblo de Santo Domingo, Huehuetlán el Grande a ser cabecera de 17 pueblos circundantes (Marín & Rivera, 2020). Sin embargo, esta misma relevancia respaldada

por su patrimonio biocultural y la calidad de su gente intensificó el despojo de tierras y el colonialismo en la región.

Figura 1.

Localización de la zona de estudio



Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Laboratorio de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Metodología

Desde un inicio la presente investigación se planteó como una “investigación de huarache” caracterizada por el doctor Hernández (2007) como: “Aquella que empieza por las bases, que va al terreno de los hechos, que va con la gente que está realizando las acciones; aquella que, con toda la humildad del caso, aprende o trata de aprender de esa gente; aquella que está consciente de que muchas veces nuestra aculturación nos frena, nos inhibe e impide que aprendamos muchas cosas que están en realidad a nuestro alcance” (p. 113).

Zemelman (1989) ilustra que los diagnósticos en muchos casos olvidan que la población no es sólo uno más de los recursos, sino que es el sujeto social que funge como catalizador del conjunto de estructuras económicas, políticas, naturales y culturales. La población es, por ende, un elemento de coyuntura de la realidad social y del territorio, por lo que se hace pertinente que los actores que fungen como sujetos de estudio se incorporen a los procesos de investigación mediante la investigación acción participativa.

De primera mano, se obtuvieron permisos de autoridades locales y el consentimiento informado de los entrevistados, de acuerdo con lo

establecido en el Código de Ética Etnobiológica (Ochoa & Ladio, 2015). La aproximación fue cuali-cuantitativa e incluyó entrevistas desde la realidad del entrevistado “emic” y desde la perspectiva del entrevistador “etic” (Martin, 1977).

Esta estrategia permitió entender la realidad del uso de plantas medicinales, no sólo desde la perspectiva del observador científico, sino también desde el punto de vista de quien lo vive (Hirai, 2012). Para empezar, se aplicaron algunas entrevistas informales, buscando entender los procesos etnobotánicos de recolección y uso de plantas medicinales en la comunidad de manera general. Finalmente, se aplicaron entrevistas estructuradas para la obtención de datos específicos del conocimiento local, sociocultural y etnobotánico de las especies. La información obtenida durante estas entrevistas se analizó en una etapa posterior. Para determinar la importancia de cada especie, se estimó el índice de la frecuencia de uso (F uso) (Figura 2) (Ladio & Mariana, 2009). La frecuencia de uso se refiere a las veces en que una especie es utilizada por un usuario (Bravo et al., 2017).

Figura 2.

Fórmula para obtener la frecuencia de uso

$$F\ uso = \frac{N^{\circ} P}{N^{\circ} e \times 100}$$

Fuso= frecuencia de uso de la planta medicinal

N°_p= número de veces en la cual se mencionó la especie

N°_e = número total de entrevistas realizadas

El índice de frecuencia de uso (Fuso) analiza la importancia que posee una especie dada según el grado de uso de ésta, comparada con otras especies, de acuerdo con lo expuesto por Toscano (2006) y Castañeda, (2014). Lo anterior en el entendido que el valor de uso de las plantas medicinales va más allá del valor comercial, es una condición para la reproducción de la vida humana.

Durante el trabajo de campo fueron informantes clave quienes proporcionaron la información sobre plantas medicinales, estos fueron conformados por actores oriundos del territorio que poseen conocimiento de este, así como del uso y manejo de plantas medicinales.

De acuerdo con lo propuesto por Hersh & Chavez (1996) se aplicaron tres procedimientos técnicos participativos para coadyuvar el trabajo etnobotánico con el intercambio de saberes entre los sujetos y el facilitador.

El primer procedimiento técnico participativo fue la caminata etnobotánica, que se realizó mediante recorridos en compañía de recolectores tradicionales y/o miembros de la comunidad, con el fin de conocer las plantas medicinales en el área.

El segundo procedimiento fue el cuaderno mini-herbario y de encuestas, que consistió en un cuaderno y encuestas mediante las cuales los participantes y/o el facilitador van anotando información relacionada a las especies durante la “caminata botánica”.

Finalmente, las sesiones fotográficas conjuntas fungieron como otra herramienta importante durante las caminatas en donde se observaron ejemplares vivos. Estas sesiones enriquecieron y complementaron la información obtenida durante las caminatas. A su vez, esta herramienta permitió compartir el conocimiento obtenido.

La caminata etnobotánica y demás herramientas permitieron recabar información sobre los usos y costumbres en el manejo, uso y conservación de plantas medicinales. Estos recorridos se efectuaron de forma lineal por varias zonas de importancia biocultural reportadas por actores clave conocedores del territorio. Durante los trayectos se llenaron fichas de reporte de uso, mediante las cuales los actores clave versados en la recolección y manejo de plantas medicinales, anotaron la información pertinente sobre cada especie medicinal in situ.

Se aplicaron 50 encuestas semiestructuradas mediante la metodología bola de nieve hasta que algún encuestado ya no agregara plantas nuevas. Las preguntas fueron de respuesta abierta, con el objetivo de determinar usos tradicionales de las plantas fuera de los recorridos de campo, así como la frecuencia de uso de cada especie. Además, se realizó una extensa revisión bibliográfica.

La importancia del instrumento de la encuesta radicó en que se pudo contextualizar el uso de diversas especies medicinales, en correlación al tiempo, el sexo de los encuestados, su grado de escolaridad y su ocupación. Lo anterior permitió identificar segmentos de la población que se interesan más por la extracción y uso de recursos forestales no maderables con valor medicinal en Huehuetlán el Grande.

Con la base de datos de la información de encuestas y caminatas etnobotánicas se obtuvieron listados de morfoespecies y el uso de las plantas. Cada uno de los ejemplares se identificó mediante el apoyo del Laboratorio de Manejo y Conservación de Recursos Bióticos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP. De igual manera se utilizó una base de datos de Ramírez (2020) integrada con información de flora útil de la Mixteca Poblana e información bibliográfica de Rodríguez et al.,

(2010). De la base de datos generada se integró el listado de flora de Huehuetlán, presentando la familia botánica, nombre científico, nombre común, forma biológica y uso tradicional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestra un listado de 69 morfoespecies (Tabla 1) utilizadas en Huehuetlán (no necesariamente endémicas) identificadas durante los recorridos y las entrevistas etnobotánicas, que satisfacen necesidades de medicamento, dando fe de la riqueza biocultural y del conocimiento tradicional que se tiene en el territorio.

De estas 69 morfoespecies, las familias más representativas al observarse en mayor cantidad son: Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Burseraceae, Laruraceae, Malvaceae, Poaceae, Rutaceae, Amnonaceae, Cactaceae, Myraceae, Solanaceae, Verbenaceae y Zingiberaceae (Figura 3). Dentro de las formas de vida predominan las hierbas los árboles y los arbustos sobre los cactus los bejucos y las palmas (Figura 4).

Tabla 1.

Familia botánica, nombres científicos y nombre común de las plantas medicinales identificadas

Familia	Nombre científico	Nombre común
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate
Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Ahuehuete
Amaryllidaceae	<i>Allium sativum</i> L.	Ajo
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahaca
Poaceae	<i>Phalaris canariensis</i> L.	Alpiste
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Anona
Malpighiaceae	<i>Galpimia glauca</i> Cav.	Árnica
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers)	Cancerina
Lauraceae	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl.	Canela
Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Chicalote o Cardo
Fabaceae	<i>Erythrina coralloides</i> DC	Colorín
Burseraceae	<i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moc.ex DC.)	Copal santo

Verbenaceae	<i>Vitex mollis</i> Kunth	Coyotomate
Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i> Moc	Crucetillo
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Schiede ex Standl.	Cuachalalate
Burseraceae	<i>Bursera</i> sp.	Cuajilote Amarillo
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	Cuajote rojo
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i> L.	Cúrcuma
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg	Diente de león
Selaginellaceae	<i>Selaginella lepidophylla</i> Spring.	Doradilla
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i> Dunal.	Duraznillo
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	Epazote zorrillo
Myraceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Guamúchil
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L	Guanábana
Myraceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayabo
Orobanchaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Hierba del cáncer
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena
Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Hierbamaestra
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill	Hinojo
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> Kunth	Hoja santa
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache
Malvaceae	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Jamaica
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinalae</i> Roscoe	Jengibre
Lauraceae	<i>Laurus Nobilis</i> L.	Laurel
Rutaceae	<i>Citrus x aurantiifolia</i> (Christm) Swingle	Limón

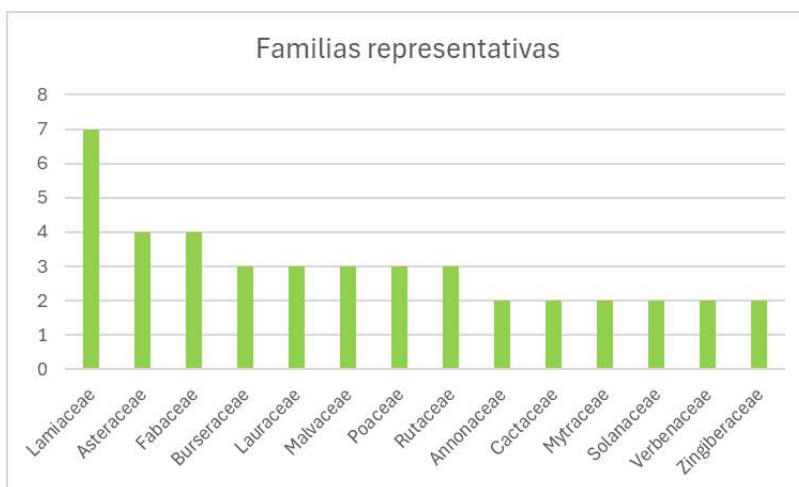
Asparagaceae	<i>Agave potatorum</i> Zucc.	Magüey Ancho
Asteraceae	<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All.	Manzanilla
Cannabaceae	<i>Cannabis sativa</i> L.	Marihuana
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Manrubio
Lamiaceae	<i>Salvia microphylla</i> Kunth.	Mirto
Moringaceae	<i>Moringa</i> sp.	Moringa
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Mozote
Acanthaceae	<i>Justicia spicigera</i> Schltldl	Muicle
Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i> L.	Naranja
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> J.C. Wendl.	Nopal
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano
Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	Palma
Sapindaceae	<i>Serjania triquetra</i> Radlk.	Palo de tres costillas
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Pelo de elote
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (H.B.K) Britten & Baker	Pochote
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero
Rutaceae	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda
Liliaceae	<i>Aloe vurgenicum</i> L.	Sábila
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill) N.E. Br. Ex Britton & P Wilson	Salvia
Salicaceae	<i>Salix</i> sp	Sauce
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Tapa culo
Fabaceae	<i>Acacia bilimeckii</i> J.F. Macbr.	Tehuiztle
Boraginaceae	<i>Tournefortia mutabilis</i> Vent.	Tlachinole
Solanaceae	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav) J.L. Gentry	Tomatillo

Valerianaceae	<i>Valeriana</i> sp	Valeriana
Lamiaceae	<i>Plectranthus coleoides</i> c.v. mintleaf	Vaporub
Cactaceae	<i>Pachycereus hollianus</i> (F.A.C.Weber) Buxb.	Xoconostle
Apocynaceae	<i>Thevetia Ovata</i> (Cav.) A.DC.	Yoyote
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	Zacate limón
Compositae	<i>Calea zacatechichi</i> Schltld	Zacatechichi
Ebenaceae	<i>Dyospyros digyna</i> Jacq	Zapote negro
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Zopilote

Nota: Elaboración propia mediante información recopilada en campo con el apoyo del Laboratorio de Ciencias Biológicas de la BUAP y listas de Rodríguez, et al. (2010) y Ramírez (2020).

Figura 3.

Familia de especies medicinales más representativas en Huehuetlán el Grande, Puebla.



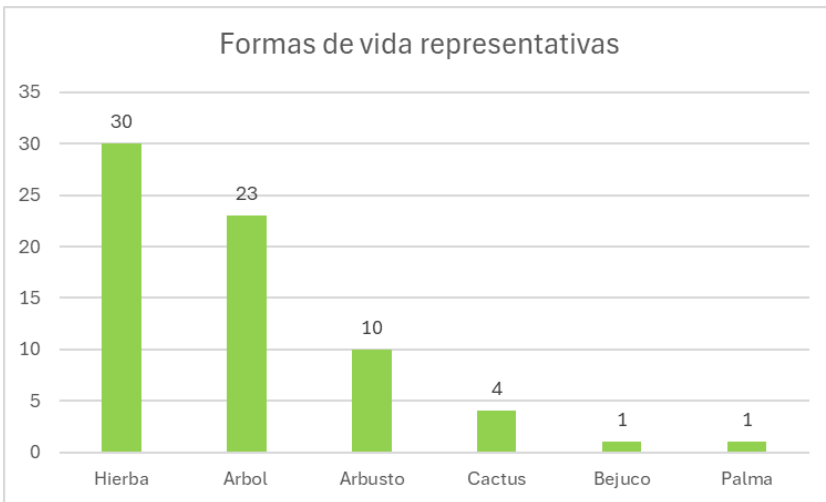
Nota: Autoría propia con datos de campo.

Al obtener la información de los usos medicinales de las plantas se observa una gran riqueza bicultural que capaz de satisfacer una amplia gama de necesidades para con la salud humana (Tabla 2). De acuerdo con las encuestas realizadas y mediante el uso de la fórmula de frecuencia de

uso (F uso), las plantas medicinales que presentaron una frecuencia de uso mayor al 10%, fueron: la hierbabuena donde un 44.23% de los entrevistados la mencionaron, la manzanilla (*Chamaemelum nobile* (L.) All.) con un 32.69% de menciones, el cuachalalate y la salvia (*Lippia alba* (Mill) N.E. Br. Ex Britton & P Wilson.) con un 25%, el guayabo (*Psidium guajava* L.) con un 21.15%, la ruda (*Ruta chalepensis*) con un 15.38% de menciones, el epazote (*Chenopodium graveolens*), la hierba maestra (*Artemisia absinthium* L.) y el tlachinole (*Tournefortia mutabilis* Vent.) con un 13.46% y finalmente el árnica (*Galphimia glauca* Cav.), muicle (*Justicia spicigera* Schltldl), sábila (*Aloe vurginicum* L.) y zacatechichi (*Calea zacatechichi* Schltldl) con un 11.54%.

Figura 4.

Formas de vida más representativas de plantas medicinales en Huehuetlán el Grande



Nota: Autoría propia con datos de campo.

Tabla 2.*Nombre común y afección que curan las plantas medicinales identificadas*

Nombre tradicional	Uso	Cultivadas silvestres
Aguacate	Reconfortante, se toma como té para el estómago	Cultivada
Ahuehuate	Circulación, dolor	Silvestre
Ajo	Dolor de pies y articulaciones, para picaduras	Cultivada
Albahaca	Dolor	Cultivada
Alpiste	Para bajar la presión	Cultivada
Anona	Se consume y es saludable	Cultivada
Árnica	Desinflamar	Silvestre
Cancerina	Cáncer	Silvestre
Canela	Gripa	Cultivada
Chicalote	Cáncer	Silvestre
Colorín	Corteza y flores	Silvestre
Copal santo	Tradicional como incienso en las ofrendas del día de muertos	Silvestre
Coyotomate	Respiratorio	Silvestre
Crucetillo	Digestivo	Silvestre
Cuachalalate	Riñón	Silvestre
Cuajilote Amarillo	Para evitar que las heridas se infecten	Silvestre
Cuajote rojo	Para aliviar la picadura de alacrán	Silvestre
Cúrcuma	Para dolores, desinflamatorio, para bajar los niveles de glucosa	Cultivada
Diente de león	Riñón	Silvestre
Doradilla	Dolor de riñón	Silvestre
Duraznillo	Dermatológico	Silvestre

Epazote zorrillo	Lombrices	silvestre
Eucalipto	Sistema respiratorio	Silvestre
Guamuchil	Riñones	Silvestre
Guanábana	Cáncer	Cultivada
Guayabo	Diabetes	Cultivada
Hierba del cáncer	Pie diabético y cáncer	Silvestre
Hierbabuena	Cólicos	Cultivada o silvestre
Hierbamaestra	Digestión	Silvestre
Higuerilla	Tradicional, empacho	Silvestre
Hinojo	Dolor de estomago	Cultivada
Hoja santa	Contra la mordedura de serpiente	Cultivada
Huizache	Tradicional, Se utiliza para "apretar" los dientes	Silvestre
Jamaica	Diurético	Cultivada
Jengibre	Antiinflamatorio, analgésico, para bajar el colesterol	Cultivada
Laurel	Malestares estomacales, para la comida	Cultivada
Limón	Garganta	Cultivada
Maguey Ancho	Digestivo, úlceras estomacales	Silvestre
Manzanilla	Dolor de estómago	Cultivada o silvestre
Marihuana	Dolor de pies	Silvestre
Manrubio	Bilis, digestivo	Silvestre
Mirto	Dolor	Silvestre
Moringa	Digestivo, cáncer y diabetes	Cultivada
Mozote	Diabetes	Silvestre
Muicle	Aumenta las defensas y plaquetas	Silvestre
Naranja	Digestivo	Cultivada

Nopal	Para bajar el azúcar	Cultivada o silvestre
Orégano	Dolor de estómago, cólicos	Cultivada o silvestre
Palma	Dolor	Silvestre
Palo de tres costillas	Tratamiento estomacal	Silvestre
Pelo de elote	Mal de orín	Cultivada
Pochote	Diabetes y riñón	Silvestre
Romero	Caída del cabello	Cultivada
Ruda	Té	Silvestre
Sábila	Digestivo, dermatológico	Silvestre
Salvia	Dolor de estomago	Silvestre
Sauce	Tradicional, se utiliza para el temazcal	Silvestre
Tapa culo	Digestivo	Silvestre
Tehuiztle	Tradicional	Silvestre
Tlachinole	Dermatológico, para tratar las heridas, es un cicatrizante	Silvestre
Tomatillo	Azúcar (diabetes)	Silvestre
Valeriana	Nervios	Silvestre
Vaporub	Respiratorio	Silvestre
Xoconostle	Alimenticio	Silvestre
Yoyote	Dermatológico, se utilizan como cascabeles para los danzantes	Silvestre
Zacate limón	Relajante	Cultivada o silvestre
Zacatechichi	Dolor	Silvestre
Zapote negro	Es sano	Cultivada
Zopilote	Tos	Silvestre

Nota: Autoría propia con datos de campo, 2024.

De la totalidad de plantas medicinales antes mencionadas se constató que el 71% de las especies son de origen silvestre y en algunos casos se cultivan, mientras que el 29% se cultivan o se compran al exterior.

Intercambio de saberes sobre plantas medicinales

Los pobladores de Huehuetlán el Grande, históricamente, son proclives a presentar comportamientos solidarios en el uso y manejo de plantas medicinales, por lo que el intercambio de saberes entre miembros de la comunidad es cotidiano y se observa al interior de las familias o en el mercado tradicional.

Para Hernández Xolocotzi (Hernández et al., 1983), el mercado tradicional es una entidad representante del medio, de la cultura, de la gente de la zona, así como de los cultivares que ahí llegan.

Espinosa y Bailey (2022), así como Diskin et al.,(1975) aseguran que los mercados tradicionales son un punto estratégico para entender la sociedad, la economía y las relaciones ecológicas de una región. Una mirada al mercado de Huehuetlán el Grande ofrece una fuente de información invaluable sobre las estrategias de supervivencia de la comunidad, las plantas cultivadas y medicinales recolectadas y su comercialización (Ramo et al., 2023; Bellucci, 2002). El mercado de Huehuetlán el Grande tiene una superficie de aproximadamente 3800 metros cuadrados (considerando que se extiende alrededor de la iglesia) (Figura 5).

A simple vista puede observarse que, en Huehuetlán el Grande la comercialización de plantas medicinales no se encuentra ampliamente establecida en el mercado, sin embargo, el intercambio de saberes y el conocimiento sobre plantas medicinales que se observó en dicha institución fue esencial. A pesar de lo anterior, algunos actores dentro del mercado tradicional comentaron que cuando requieren plantas medicinales llegan a acudir al mercado de Izúcar de Matamoros, Puebla.

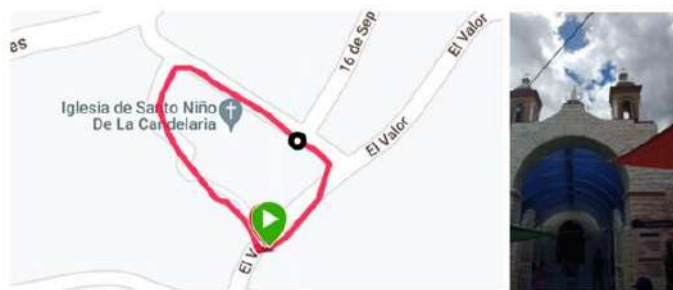
Recolección, manejo y uso de plantas medicinales

La comunidad de Huehuetlán es tradicionalmente agrícola y algunos actores dentro de la comunidad son versados en la recolección y uso de plantas medicinales. En este caso, la recolección y uso tradicional de las plantas representa una actividad cultural importante para las familias. En

algunos casos la recolección tradicional se realiza por encargo y en ese momento se realizan excursiones al monte para localizar algunas especies medicinales.

Figura 5.

Medición del área que comprende el mercado tradicional de Huehuetlán, Puebla 2024.



Nota: Autoría propia mediante dispositivo *Garmin instict*.

En general, el veredicto sobre si se ha perdido la tradición para con el uso de plantas medicinales en la comunidad de Huehuetlán se encuentra dividida. Puesto que se observó que quienes lo afirman (el 52% de los entrevistados) concuerdan en que existe una preferencia por la medicina alopática hoy en día, lo que promueve que se pierdan las tradiciones para con el uso de plantas medicinales en la comunidad. Sin embargo, quienes lo niegan (el 42% de los entrevistados) aseveran que persiste el uso de plantas medicinales y el conocimiento tradicional.

Los actores que niegan que el conocimiento tradicional se haya perdido concuerdan en que la medicina tradicional es capaz de curar dolencias que van más allá de las capacidades de los médicos alópatas tal y como puede observarse en la siguiente entrevista:

Entrevistador: *Hay muchas enfermedades que en teoría no las curan los médicos, como el espanto, el empacho, el mal de ojo.*

Actor1: *El mal de ojo*

Entrevistador: *Los Aires*

Actor 2: *El mal aire, por ejemplo: hay gente que limpia y utiliza los huevos de gallina, de guajolota.*

Entrevistador: *¿Todo eso se ve en el mercado el lunes? ¿Ustedes como identifican a una persona que tenga conocimiento? ¿Ya saben que esa persona cura, saben que esa persona es buena?*

Actor 2: *Vamos a su casa o le encargan, por ejemplo: para los que nos gustan las copas y ya andamos mal decimos: “hazle un curado a mi señor o a mi hermano, para que deje de tomar o está mal y le hacen su medicina”.*

Entrevistador: *Entonces no hay un médico que tenga su negocio tradicional. Más bien, ustedes mismos ya saben quiénes son las personas que curan.*

Actor 2: *Aquí se conoce uno por familia*

Actor 1: *Por ejemplo, si mi nieto esta empachado, decimos, “llévenlo con doña cata”.*

Actor 1: *Incluso cuando el médico no los puede curar nos dice: llévenlo con la señora que cura el empacho. Incluso el mismo doctor nos dice: “cure usted a mi niño, dice el doctor que el ya no le encuentra”.*

Entrevistador: *Eso es lo importante de la medicina tradicional, hay enfermedades que la medicina “alópata” no puede curar.*

Actor 2: *Y ya la señora nos dice “tráelo tal día” y le da 3 curaciones.*

Dentro del cuestionamientos sobre si se ha perdido la tradición para con el uso y manejo de plantas medicinales cabe destacar la idea que se tiene de la perdida de interés en los jóvenes para con el uso de las plantas medicinales. Lo anterior podría ser un indicador de la necesidad de incentivar una educación que promueva la tradición y el conocimiento tradicional para con el uso de plantas medicinales. A la par podría considerarse la generación de emprendimientos relacionados al uso tradicional de plantas medicinales.

Herencia ancestral e importancia de la mujer en la medicina tradicional

Huehuetlán, el Grande se constituyó como municipio en el año 1895, sin embargo, ha sido habitado desde hace más de 1100 años (Marín & Rivera,

2020). Prueba de esto es que Huehuetlán, junto con Atlixco y Tepexi eran punto de referencia importantes para los pueblos toltecas chichimecas que llegaron a Tlaxcala (Muñoz, 1591, P. 10).

Durante las pláticas y entrevistas se observó que los habitantes de Huehuetlán tienen muy claro la importancia del río para con la preservación de su riqueza biocultural y su patrimonio económico. Históricamente este bien natural ha permitido la existencia de cultivos de riego y ha sido un atractivo para el turismo, en tanto que ha promovido una gran diversidad de especies medicinales.

A pesar de la problemática multifactorial que implica la pérdida de tradiciones y el desuso de prácticas de medicina tradicional en Huehuetlán, actualmente el uso de plantas medicinales se encuentra estrechamente vinculado a la familia y a la mujer (Menéndez, 2023). Lo anterior pudo constatarse, dado que el 66% de los encuestados respondió que las mujeres tienen mayor conocimiento sobre las propiedades de plantas medicinales, el 21.3% respondió que ambos y solo un 12.8% respondió que son los hombres quienes tienen más conocimiento.

DISCUSIÓN

El uso de plantas medicinales oriundas o introducidas al territorio es de vital importancia para la vida cotidiana en Huehuetlán el Grande. Las plantas medicinales se utilizan para preservar la salud siendo algunas de ellas polivalentes en su utilización médica. Muchas especies medicinales respaldan la alimentación de las familias al fungir como condimentos o tener frutos especialmente nutritivos y agradables al paladar. Cabe mencionar que son parte esencial de la identidad del pueblo Huehuetleco y forman parte del ecosistema de la región.

Se hace necesario hacer notar que una parte de la población de Huehuetlán es consciente de transmitir a las nuevas generaciones todos los conocimientos ancestrales para conservar y manejar la riqueza biocultural de plantas medicinales en la región.

Vale la pena destacar que el conocimiento tradicional que se tiene del territorio forma parte de los saberes que los campesinos y pueblos originarios emplean para la toma de decisiones, buscando minimizar riesgos y optimizar los recursos existentes (Miranda et al., 2009).

En la búsqueda de salvaguardar la riqueza biocultural, la concienciación sobre la importancia de las plantas medicinales genera una resistencia hacia los embates de la modernidad, así como del capitalismo global. Estos embates se observan en Huehuetlán, y son las empresas mineras quienes

ponen en riesgo la riqueza biocultural de la región al querer establecerse en el territorio.

La idea de identificar el género tiene relevancia con el conocimiento de los usos de las plantas medicinales ya sean nativas o introducidas al territorio. En este sentido y en concordancia con Castro (2000) y Blanco (2019), las mujeres reciben por vía materna, o a través de sus suegras o abuelas, los conocimientos sobre prácticas de atención a la salud mediante el uso de plantas medicinales.

Al respecto Ramírez (2020), asegura que generalmente los hombres en zonas rurales poseen conocimientos invaluable sobre el manejo de recursos naturales, en tanto las mujeres son expertas en prevenir y tratar enfermedades mediante el uso de plantas medicinales.

A la par, el cuidado de la mujer mediante medicina tradicional es común, sobre todo cuando se trata de mujeres embarazadas o que acaban de dar a luz. Un ejemplo de lo anterior lo encontramos con el uso de la salvia [*Lippia alba* (Mill) N.E. Br. Ex Britton & P Wilson.] que es una yerba utilizada en los baños en temazcal efectuados a las mujeres después de dar a luz.

La tradición del temazcal es muy importante dentro de la comunidad y la forma de realizar este baño ritual es la siguiente: Las hojas del “coyotomate” (*Vitex mollis* Kunth) se consumen en forma de té durante todo el año y fortalecen el sistema respiratorio, mientras que los frutos solo se consumen durante los meses de julio y agosto.

Por otra parte, la ocupación es una variable importante al momento de la interacción con las plantas medicinales. Es interesante observar que las tres ocupaciones centrales en Huehuetlán son el campesino, el ama de casa y el comerciante. Los entrevistados partícipes de estas tres ocupaciones convergen en que compartir el conocimiento sobre plantas medicinales es fundamental para evitar la pérdida de las tradiciones.

Este proyecto tiene cabida en un proyecto más ambicioso que trata de talleres que buscan hacer conciencia sobre la economía social y solidaria y la riqueza biocultural del territorio, basado en el aprovechamiento de plantas nativas para recuperar los saberes ancestrales. Dicho lo anterior y como resultado de la presente investigación acción participativa, se observa en la comunidad y en los investigadores asociados a este proyecto una continuidad de largo aliento, misma que supondrá un proceso de visión a futuro asociado a la continuidad de un análisis profundo que trascienda lo inmediato y prevalezca en el tiempo.

Dicho proyecto a lo largo del tiempo seguirá recuperando el diálogo de saberes y el intercambio de estos, porque la comunidad se interesa en

recuperar y preservar sus conocimientos ancestrales; por lo tanto, el siguiente factor consiste en fomentar en los jóvenes el interés por las tradiciones.

A modo de discusión cabe destacar que, en el territorio de Huehuetlán, el Grande se encuentra un patrimonio biocultural impresionante que requiere ser protegido y promovido. Este patrimonio es una herencia que data de tiempos prehispánicos y ha sido protegida por los pobladores de la región.

Al interior de esta riqueza biocultural existen conocimientos ecológicos, agrícolas y medicinales que se han adaptado a las nuevas realidades. El conocimiento tradicional que ha evolucionado para promover las relaciones entre seres humanos y medio ambiente en Huehuetlán, consolida su conocimiento ecológico tradicional.

Esta adaptación ecológica busca satisfacer necesidades humanas mediante la apropiación y el resguardo del territorio. Dentro de esta apropiación y resguardo se puede observar que la comercialización y el manejo de recursos naturales como son las plantas medicinales, si constituyen elementos de una economía social y solidaria; en el entendido que los usos y costumbres para su comercialización distan de la búsqueda de acumulación de capital y se enfocan en la satisfacción de necesidades culturales y de salud para con la comunidad (Vargas, 2025).

Conuerdo con Rivera (2004) en que para conservar el patrimonio biocultural de Huehuetlán el Grande se requiere trabajo comunitario, para evitar el uso de plásticos, evitar la contaminación del río y el uso de plaguicidas. Pero también se requiere una propuesta por parte de la academia que brinde un beneficio a la comunidad.

Para gestionar el manejo comunitario de los bienes naturales se propone de primera mano entender las prácticas etnobotánicas que se relacionan a sus procesos de manejo y comercialización. Se requiere por lo tanto analizar los procesos que generan dicha biodiversidad y el contexto del que surge. Tal y como comenta Boege et al., (2000) se debe vincular la historia, la forma de vida y el arraigo al territorio, para entender las prácticas etnobotánicas, de manejo y comercialización de plantas medicinales y diversos bienes naturales.

CONCLUSIONES

Como resultado de la presente investigación se obtuvieron 69 morfoespecies de índole medicinal, siendo las familias más representativas las siguientes: Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Burseraceae, Malvaceae, Poaceae, Rutaceae, Amnonaceae, y Cactaceae. Las especies medicinales antes mencionadas coadyuvan como un pilar en el mantenimiento de la

salud comunitaria, atendiendo y buscando prevenir padecimientos del sistema digestivo, musculoesquelético, respiratorio, dolencias metabólicas y circulatorias. De igual manera algunas de ellas alivian el estrés, la ansiedad y el nerviosismo.

Las personas entrevistadas pertenecen a Huehuetlán el Grande y las especies identificadas, y señaladas, forman parte de las estrategias de supervivencia que los habitantes utiliza para curar o prevenir diversos males.

El uso de las plantas medicinales en Huehuetlán abarca diversas aristas de su cultura y conocimientos ancestrales. La familia como institución es importante en Huehuetlán y el rol de la mujer es preponderante en la economía del cuidado que se gesta mediante la recolección, manejo, uso y comercialización de plantas medicinales. El conocimiento y uso del nombre común de las especies en la vida diaria denota un apego a la riqueza biocultural del territorio.

Aunque algunas plantas medicinales son cultivadas, en su mayoría son plantas recolectadas que se encuentran en estado silvestre, lo que podría conllevar a la pérdida de dichos recursos si existiera sobreexplotación. Por esta razón se deben realizar estudios que identifiquen los métodos usados por los recolectores tradicionales principalmente de especies ampliamente utilizadas, con la finalidad de diseñar estrategias que permitan el manejo y uso sostenible de dichas especies.

Una parte de la población versada en el conocimiento sobre plantas medicinales reconoce las partes morfológicas de cada planta como útil para cada padecimiento. Lo anterior posibilita la sustentabilidad en uso de diversas especies, en el entendido de que si no se recolecta la raíz es posible que la planta sobreviva y su recolección sea sustentable.

El cultivo de las plantas medicinales es una opción muy importante que en Huehuetlán el Grande puede realizarse, siempre en la búsqueda de mejorar la calidad de vida de la población; sin embargo, puede haber impedimentos: la apatía de algunos pobladores, superficies pequeñas en traspatios y la falta de conciencia sobre el valor comercial de las especies.

La idea es que la comunidad sea capaz de entender el valor de uso de cada especie, así como su valor comercial y biocultural y busquen sembrarlas para disponer de ellas cuando las requieran. Algunos de los principales usos que se les dan a las plantas medicinales son: digestivo, respiratorio, tratamiento para la diabetes, las vías urinarias y el cáncer.

En lo concerniente al mercado tradicional de Huehuetlán el Grande a pesar de no haberse observado como un punto clave para la comercialización de recursos forestales no maderables con valor

medicinal, si se observa como un lugar preponderante en el intercambio de saberes sobre especies medicinales.

La forma de comercializar dichas especies va desde la compra/venta con dinero en efectivo, el trueque o algunos miembros de la comunidad realizan recolecciones y tratamientos por encargo de manera solidaria. Las formas de conseguir las plantas son: el monte, el campo o en los traspatios de las casas pudiendo ser cultivadas o compradas en mercados tradicionales.

Finalmente, el “cientifizar” o buscar comercializar la riqueza biocultural pierde sentido, en el entendido de que la economía de mercado solo considera el primer nivel de la biodiversidad (El primer nivel representa a un organismo viviente) por lo que dicha forma de comercialización rompe con la complejidad del sistema biológico.

Sin embargo, es posible enriquecer el conocimiento tradicional utilizando conocimiento científico o económico solidario, en un proceso que devuelva a la comunidad un saber enriquecido, mediante el intercambio de saberes con la academia.

El uso no destructivo de la riqueza biocultural que incorpora una producción, distribución, consumo y acumulación solidario, implica un replanteamiento de las relaciones sociales y esto refuerza la posibilidad de reconocer la importancia de la solidaridad entre miembros de la comunidad.

LITERATURA CITADA

- Acuña, R. (2017). *Relaciones geográficas del siglo XVI: Tlaxcala*. UNAM.
- Bellucci, A. (2002). La herbolaria en los mercados tradicionales. *Revista del Centro de Investigación*. Universidad La Salle, 5(18), 63-70.
- Blanco, J. A. (2019). *Aplicación de benchmarking en la cadena de comercialización de la planta medicinal zacatechichi (calea zacatechichi schlttdl), en la región de Puebla, México*. (Vol. 1). Colegio de Postgraduados Campus Puebla.
- Boege, E., Encino, P., & Ramírez, G. (2000). Protegiendo lo nuestro Manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina. In *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. PNUMA.
- Bonfil Batalla, G., (1987). México profundo; una civilización negada. Grijalbo S.A.
- Bravo, M., Arteaga, M., & Herrera, F. (2017). Bioinventario de especies subutilizadas comestibles y medicinales en el norte de Venezuela.

- Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 16(4), 347–360.
- Carreño, P. (2016). *La Etnobotánica y su importancia como herramienta para la articulación entre conocimientos ancestrales y científicos*. [Monografía, Trabajo De Grado Para Optar Al Título Licenciado En Biología]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Castañeda, R. (2014). *Comparación de tres índices de significancia cultural de la flora silvestre del caserío de Pisha (Pamparomás, Áncash)*. [Tesis de Maestría publicada]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Castro, R. (2000). *La Vida en la Adversidad: el Significado de la Salud y la Reproducción en la Pobreza*. CRIM-UNAM.
- Diario oficial de la federación, (2011) [Gobierno constitucional del estado de Puebla]. Por El Que Declara Área Natural Protegida de Jurisdicción Estatal, En Su Modalidad de Reserva Estatal, La Zona Denominada “Sierra Del Tetnzo,”. 29 de abril de 2011.
- Diskin, M., Scott, C., & Hope, A. (1975). *Mercados de Oaxaca*. Antropología social.
- Espinosa Parra, F., & Bailey Bergamin, G. (2022). Los mercados tradicionales en transformación: una lectura alternativa a las perspectivas de regeneración urbana. *Economía, Sociedad y Territorio*, XXII(69), 545-570. <https://doi.org/10.22136/est20221702>
- Freire, P. (1997). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI editores.
- Gobierno de Puebla. (2021). *Plan de desarrollo municipal de Huehuetlán el Grande 2021-2024*.
- Hernández, E. (2007). La investigación de huarache. *Revista de Geografía Agrícola*, 39, 113–116.
- Hernández, E., Vargas, N., & Gómez, T. (1983). Consideraciones etnobotánicas de los mercados de México. *Revista de Geografía Agrícola*, 4, 13-28.
- Hersch, P., & Fierro, A. (2001). El comercio de plantas medicinales Algunos rasgos significativos En el centro de México. In B. Rendón Aguilar, S. Rebollar Domínguez, J. Caballero Nieto, & M. A. Martínez Alfaro (ed.), *Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI* (pp. 53–75), Universidad Autónoma Metropolitana, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Hersh, P., & Chavez, L. G. (1996). Investigación participativa en

- etnobotánica, algunos procedimientos coadyuvantes en ella. *Dimensión Antropológica*, 8, 130–156.
- Hirai, S. (2012). “¡Sigue los símbolos del terruño!”: etnografía multilocal y migración transnacional. In M. Ariza & L. Velasco (Eds.), *Metodos cualitativos y su aplicación empírica. Por los caminos de la investigación sobre migración internacional* (pp. 47–75). El colegio de la frontera norte AC.
- Hiscock, P. (1994). Technological responses to risk in Holocene Australia. *Journal of World Prehistory*, 8, 267–292.
- Ladio, A., & Mariana, L. (2009). Human ecology, ethnobotany and traditional practices in rural populations inhabiting the Monte region: resilience and ecological knowledge. *Journal of Arid Environments*, 73(2), 222–227.
- Marín, L., & Rivera, L. A. (2020). *En la puerta de entrada a la Mixteca Poblana : El patrimonio biocultural de los pueblos de la región de Huehuetlán El Grande*. Editorial independiente y redes cooperativas de trabajo.
- Martin, G. (1977). *Etobotánica. Manual de métodos*. NORDAN-COMUNIDAD.
- Martínez Aguilar, G., & Sánchez Ramírez, G. (2023). La medicina tradicional en pandemia. Una narrativa desde sus protagonistas benniza´a del Valle de Oaxaca. *Región y Sociedad*, 35. <https://doi.org/10.22198/rys2023/35/1685>.
- Menéndez, E. L., (2023). Medicina tradicional. Algunas propuestas para su estudio. Cuicuilco. *Revista de Ciencias Antropológicas*, 30(88), 169-192.
- Menéndez, E. L., (2022). Orígenes y desarrollo de la medicina tradicional: una cuestión ideológica. *Salud Colectiva*, 18(), <https://doi.org/10.18294/sc.2022.4225>
- Miranda, J., Herrera, B. E., Paredes, J. A., & Delgado, A. (2009). Conocimiento tradicional sobre predictores climáticos en la agricultura de los Llanos de Serdán, Puebla, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2), 151–160.
- Morón, M. Á., Aragón, A., Tapia, A. M., & Rojas, R. (2000). Coleoptera lamellicornia de la Sierra del Tentzo, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 9, 77–102.
- Muñoz, D. (1591). *Historia de Tlaxcala* (A. Chavero (ed.)). Secretaría de fomento. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080013261/1080013261.PDF>.

- Ochoa, J. J., & Ladio, A. H. (2015). Plantas silvestres con órganos subterráneos comestibles: transmisión cultural sobre recursos subutilizados en la Patagonia (Argentina). *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 14(4), 287–300.
- Ramírez, M. (2020). *El manejo forestal comunitario en el municipio de Huehuetlán el Grande, ANP sierra del Tentzo, Puebla* [Tesis de maestría publicada]. Benemérita universidad autónoma de Puebla.
- Ramo-Díaz, R., Salazar-Martínez, B. L., & Vázquez-Honorato, L. A. (2023). La identidad del mercado tradicional desde la correlación físico-espacial y psicosocial de la habitabilidad. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 18(33), 97-106.
- Rivera, L. (2004). Transformaciones comunitarias y remesas socioculturales de los migrantes mixtecos poblanos. *Migración y Desarrollo*, 2, 62–81.
- Rodríguez, M., Jiménez, A. y James, A. (2010). *Plantas de importancia económica en el estado de Puebla*. Editorial BUAP.
- Toscano, J. (2006). Uso tradicional de plantas medicinales en la vereda San Isidro, municipio de San José de Pare-Boyacá: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. *Acta Biológica Colombiana*, 11(2), 137–146.
- Valdés, A. (2013). Conservación y uso de plantas medicinales el caso de la región de la Mixteca Alta Oaxaqueña, México. *Ambiente y Desarrollo*, 17(33), 87–99.
- Vargas-Chaves, I., (2025). La catalogación de los conocimientos tradicionales: una estrategia para enfrentar la apropiación cultural. *Civitas - Revista de Ciências Sociais*, 25(), 1-12. <https://doi.org/10.15448/1984-7289.2025.1.46520>
- Zemelman, H. (1989). *Crítica epistemológica de los indicadores*. El Colegio de México.

AGRADECIMIENTOS

A los pobladores de Huehuetlán el Grande por compartir su conocimiento y amistad. A mi mamá (María de Lourdes Jaspeado), mi papá, (Andrés Blanco Rojas) y muy especialmente a mi esposa (Julia Chávez Chávez) por estar a mi lado y abrazar mi proyecto. Al Dr. Alejandro Ortega Hernández, la Dra. Marilú León Andrade y a la Dra. Concepción López Téllez, así como a los chicos del laboratorio de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

SÍNTESIS CURRICULAR

Juan Arturo Blanco-Jaspeado

Licenciado en Comercio Exterior y Aduanas por la Universidad Iberoamericana de Puebla; Maestro en Ciencias en Estrategias para el desarrollo Agrícola y Regional por el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, estudiante del Doctorado Interinstitucional en Economía Social Solidaria, Departamento de Estudios Sociales, Universidad de Guanajuato. Profesor en la Universidad Iberoamericana, Puebla, donde imparte las asignaturas de “Diversidad Sociocultural, Consumo”, “Introducción al Comercio Internacional” y “Estrategia Comercial Internacional”. Correo electrónico: ja.blancojaspeado@ugto.mx. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6035-1011>

Alejandro Ortega-Hernández

Licenciado en Economía por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maestro y Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla; Maestría en Docencia Universitaria para la Educación Digital por la Universidad de Guanajuato. Miembro del SNI, nivel 1; Profesor Perfil PRODEP Deseable. Actualmente profesor de tiempo completo adscrito al Departamento de Estudios Sociales, División de Ciencias Sociales y Administrativas, campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato. Correo electrónico: a.ortega@ugto.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4577-7767>

Marilú León-Andrade

Licenciada en Sociología Rural por la Universidad Autónoma Chapingo; Maestra y Doctora en Desarrollo Regional. Profesora-Investigadora del Departamento de Estudios Sociales, División de Ciencias Sociales y Administrativas, Campus Celaya-Salvatierra Universidad de Guanajuato. Actualmente forma parte del Cuerpo Académico “Género y Políticas Públicas para el Desarrollo social y Humano”; miembro del SNI, nivel 1. Dentro de sus líneas de investigación se encuentran: Migración Internacional y Género, Género y Desarrollo. Correo electrónico: marilu@ugto.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6868-976X>

María Concepción López-Téllez

Bióloga por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Maestra en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctora en Desarrollo Regional por el Colegio de Tlaxcala, A.C. Profesora Investigadora de Tiempo Completo en el Laboratorio de Manejo y Conservación de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP, con Perfil Deseable PRODEP. Pertenece al Padrón de Investigadores de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado. Correo electrónico: amadea01@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1115-0755>

**Fluctuación anual del verdor foliar en guamúchil, como
indicador del nivel de clorofila foliar**
**Yearly fluctuation of leaf greenness in guamúchil, as an
indicator of leaf chlorophyll level**

Omar **Franco-Mora**¹, Sara **Aguirre-Ortega**², Álvaro **Castañeda-Vildózola**³

Resumen

Pithecellobium dulce es una especie arbórea nativa de México, adaptada a ambientes secos, con potencial para forestar y reforestar. El objetivo del presente trabajo fue determinar la fluctuación anual en el verdor foliar, en unidades SPAD, y la influencia de factores ambientales en dicho valor; así como la relación del valor SPAD con el contenido de clorofila. De enero a diciembre de 2023, se evaluaron tres estadios foliares: roja joven, verde joven y verde madura, en 19 árboles establecidos en Zumpahuacán, Estado de México. De enero a diciembre de 2024, se emplearon hojas verdes maduras de cinco árboles presentando mayor altura. Posteriormente, se colectaron hojas de manera selectiva por su valor SPAD; para cada rango SPAD se determinó área, peso fresco, y contenido de clorofila (total, a y b). Las hojas verdes maduras presentaron mayores valores SPAD; mientras que las hojas verdes

jóvenes presentaron mayor área y peso fresco. En 2023, los valores SPAD de las hojas verdes maduras fluctuaron mensualmente, siendo los meses de junio y julio los de mayor intensidad de verdor foliar. Dichos valores SPAD, con la prueba de Pearson, mostraron correlación positiva, al 0.001, con horas luz (0.890), lluvia (0.859) y temperatura mínima (0.721). En 2024, la fluctuación en valores SPAD fue menor, no existiendo correlación con los factores ambientales. Los valores SPAD se asociaron linealmente, regresión de primer grado, con el contenido de clorofila total (0.940), clorofila a (0.930) y clorofila b (0.900).

Palabras clave: árbol leguminoso, bosque tropical, clorofila, *Pithecellobium dulce*, SPAD

Abstract

¹Universidad Autónoma del Estado de México

² Jardín Botánico “JozLiz”.

³ Universidad Autónoma del Estado de México

Pithecellobium dulce is a Mexican native tree species well adapted to dry environments. Recently, it has been suggested as a good source to forest and reforest different areas types. Aim of present research was to determine the annual fluctuations in foliar SPAD values and the possible influence of some environmental factors, as well as the relationship between the SPAD values and chlorophyll content. From January to December, 2023, SPAD values were measured in three leaf ages: red young, green young, and green mature in 19 *P. dulce* trees growing in Zumpahuacán, Mexico. From January to December, 2024, only the green mature leaves of 5 trees were employed; sample reduction was determined by higher tree height. Thereafter, leaves were classified according their SPAD values; and it was determined their foliar area, fresh weight and chlorophyll (total, a, and b) content.

The green mature leaves presented higher SPAD values but green young leaves had the highest area and fresh weight. In 2023, the green mature leaves presented higher fluctuation on their SPAD values, having maximum values from June to July. Thereafter, in that year, SPAD values were correlated, Pearson test (0.001), with sun light hours (0.890), rain (0.850), and minimum temperature (0.721). Although in 2024, there was a SPAD maximum values on July and August, annual fluctuation was not so deeply, thus no correlation with environmental factors was observed. The SPAD values matched a simple linear regression with the content of total chlorophyll (0.940), chlorophyll a (0.930) and chlorophyll b (0.900).

Keywords: legume tree, tropical forest, chlorophyll, *Pithecellobium dulce*, SPAD

INTRODUCCIÓN

Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth es un árbol leguminoso, perennifolio, con espinas y puede alcanzar hasta 20 m de altura (Monroy y Colín, 2004). Pertenece a la familia botánica Fabaceae y es nativo del continente americano, específicamente de México, Belice, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, Honduras, Panamá, Guyana, Colombia, Perú y Venezuela (Pennington y Sarukhán, 2005). En México, varias naciones originarias, entre ellas la cuicateca, maya, mixteca, náhuatl, totonaca y zapoteca, usaron esta especie y la nombraron en sus propias lenguas (Gobierno de México, 2022). Actualmente, entre sus nombres comunes se tiene guamúchil, huamúchil, pinzan y tamarindo Manila (Gobierno de México, 2022, 2023, Ortega Álvarez *et al.*, 2022).

Pithecellobium dulce crece en casi todos los estados de la República Mexicana (Figura 1) (IBUNAM, 2025). Los porcentajes más altos de ejemplares de esta especie depositados en el herbario MEXU, corresponden a los estados de Oaxaca y Guerrero, 23 y 13%, respectivamente. Por otro lado, el mayor número de ejemplares depositados en el herbario HERBANWMEX fueron colectados en Sonora, seguido de Oaxaca, Sinaloa y Jalisco, con 15, 13, 11, y 11%, respectivamente (Red de Herbarios del Noroeste de México, 2025). Actualmente, *P. dulce* es una de las especies arbóreas dominantes en varios

bosques ubicados en los estados de Sinaloa y Oaxaca (Julian Caballero, 2021, Sampayo-Maldonado *et al.*, 2021).

Los árboles de guamúchil crecen en los bosques tropicales caducifolios y perennifolios; mientras que en zonas habitadas es considerado una especie tolerada (Monroy y Colín, 2004). En la región de la Mixteca Oaxaqueña y la región del Balsas existe cierto manejo hortícola que incluye la poda y el manejo fitosanitario (Casas *et al.*, 1996). En el estado de Jalisco, árboles de esta especie crecen de manera intercalada con árboles de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) (Ramírez *et al.*, 2008). En el sur del Estado de México, *P. dulce* crece en los municipios de Malinalco, Temascaltepec, Tejupilco, Tenancingo, Tlatlaya, Tonatico y Zumpahuacán (Olivares-Pérez *et al.*, 2011, López Patiño *et al.*, 2012; Guadarrama *et al.*, 2020, IBUNAM, 2025, Red de Herbarios del Noroeste de México, 2025).

Las diversas partes que componen la planta de guamúchil han sido empleadas por las comunidades vecinas a su entorno, sirve como barrera rompe viento, alimento para ganado, especie ornamental y fuente de infusiones medicinales (Martínez De la Cruz *et al.*, 2015). La madera se emplea para construcción y combustible y recientemente, se analiza su potencial como madera transparente, después de someterla a un proceso de des-lignificación (Piedra-Ambriz *et al.*, 2025).

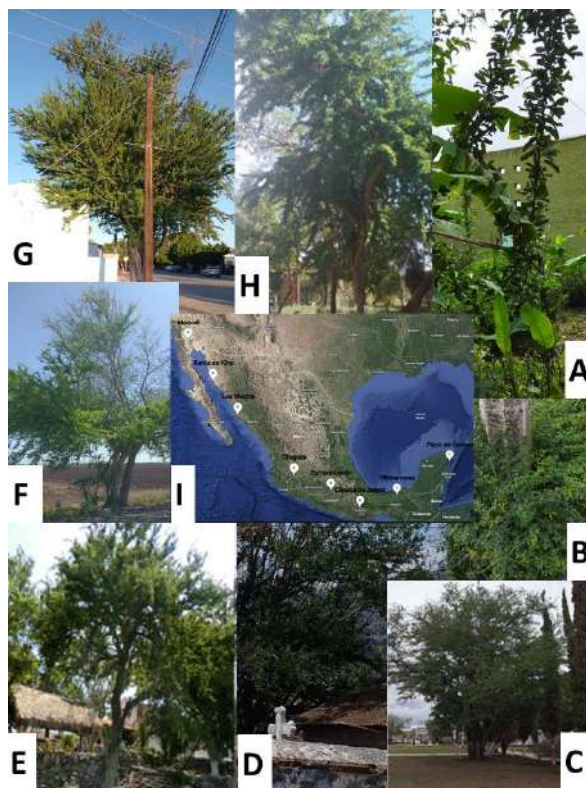
El arilo de la semilla es comestible y se ha consumido por siglos en México; su sabor es descrito como dulce (Pennington y Sarukhán, 2005). Además, en el estado de Colima se reporta su consumo tostado o mezclado con maíz, para preparar los tradicionales sopes (Ortega Alvarez *et al.*, 2022). En localidades del estado de Morelos, el arilo se emplea para preparar atole y salsa (Monroy y Colín, 2004); y debido a que el fruto se cosecha en la época de secas, es muy apreciado en dicho estado (Sotelo Barrera *et al.*, 2017). En el aceite de la semilla, el principal aminoácido presente es la arginina, seguido de glutamina, ambos aminoácidos benéficos a la salud humana (Flores Jiménez *et al.*, 2025).

El uso de la planta de *P. dulce* en la herbolaria mexicana incluye tratamientos contra enfermedades y dolencias. La corteza se emplea para tratar la disentería, fiebre, dermatitis, dolor de ojos y de estómago. Las hojas se recomiendan para reducir el dolor de dientes y oídos, tratar la lepra, úlceras pépticas y la diabetes. Los frutos se reportan como antiinflamatorios (Monroy y Colín, 2004). Los Seris, grupo nativo que habita en el estado de Sonora, usan infusiones de corteza del árbol de guamúchil para tratar casos de diarrea y dolor de estómago (Moreno *et al.*, 2008). Las hojas de esta especie contienen compuestos con propiedades

bactericidas y anti fúngicas, por ejemplo, las antraquinonas, flavonoides, taninos, terpenoides, esteroles y alcaloides (Vanitha y Manikandan, 2016).

Figura 1.

Vista de ocho sitios en donde crece de manera natural el guamúchil (P. dulce) en la República Mexicana: A) Quintana Roo, B) Tabasco, C) Oaxaca, D) Estado de México, E) Jalisco, F) Sinaloa, G) Sonora y H) Baja California. I) Ubicación en la República Mexicana de los ocho sitios mencionados



Nota: Fotografías del archivo del autor. El mapa se elaboró en el software libre Google Earth

Particularmente, en el sur del estado de México el árbol de guamúchil se emplea para alimentar ganado; un árbol puede producir 44.5 kg de hojas secas por año, mientras que la producción de vaina seca es de 64 kg (Olivares Pérez et al., 2011). Por el contenido foliar de kaempferol, quercitina, ácido cumárico, ácido ferúlico y luteolina, se recomienda para inhibir la eclosión de huevos de *Haemonchus contortus*, un nematodo gastrointestinal que puede parasitar animales de pastoreo libre (Olmedo Juárez et al., 2022). Recientemente, Apáez Barrios et al. (2023) recomendaron la incorporación de frutos de *P. dulce* a la dieta de conejos.

El valor alimenticio, ambiental y económico de *P. dulce* ha incrementado el interés de estudiar esta especie en países diferentes a México. Actualmente, se cultiva en India, donde se pretende obtener fibra de celulosa a partir de la corteza (Sathishkumar et al., 2023) e incorporar la pasta del arilo en alimentos de consumo humano (Saha et al., 2021). En México, extractos de guamúchil redujeron la presencia de hongos presentes en el periodo postcosecha de productos de interés hortícola como la fresa (Bautista-Baños et al., 2003).

Los árboles de esta especie prestan servicios ambientales, entre ellos, la fijación de nitrógeno y la estabilización de hábitats (Nguyen et al., 2025). Recientemente, varias ciudades mexicanas han elegido la plantación de árboles de guamúchil para reducir la contaminación ambiental (Vazquez et al., 2023); con la ventaja de ser una especie nativa de Mesoamérica y bien adaptada a las zonas áridas (Ortega et al., 2022). Al ser de crecimiento rápido y tolerar la sequía, calor y salinidad (Pennington y Sarukhán, 2005, El-Juhani, 2005), se recomienda para reforestar áreas donde se considera nativo, particularmente el bosque tropical caducifolio, incluyendo los estados de México, Guerrero y Puebla (Basave-Villalobos et al., 2022). Los trabajos sobre la fenología de esta especie no son extensos, pero se tienen algunos datos sobre su respuesta a la fertilización y la exposición a la luz (Basave-Villalobos et al., 2020). En Arabia Saudita, se determinó que la densidad de población modula el diámetro del tallo y el área foliar, pero no la altura del árbol (El-Juhani, 2005).

Los bosques tropicales, en donde habita originalmente el guamúchil, son el principal regulador de la dinámica del carbono tropical, pero son endebles al cambio climático y del uso de la tierra, incluyendo la conversión a la agricultura y la ganadería (Wang X. et al., 2023). Debido al riesgo de calentamiento global, se ha indicado la importancia de profundizar en el conocimiento del proceso de fotosíntesis, principal proceso de captura de carbono, particularmente en especies que se desarrollan, o son nativas de bosques tropicales, región en donde poco trabajo se ha desarrollado en este aspecto (Tiwari et al., 2025). Los bosques tropicales, y con ello sus componentes, son de suma importancia para reducir los efectos del cambio climático y mejorar las condiciones ambientales globales (Amankwah, 2019).

La clorofila es un pigmento verde con un papel único en el proceso de fotosíntesis, absorbe la luz solar y produce energía bioquímica; normalmente, su contenido refleja el estado fisiológico de la planta (Zhang et al., 2022). La cantidad de clorofila foliar presente en un ciclo de crecimiento es factible de ser modulada por factores edáfico ambientales, incluidos la temperatura, disponibilidad de agua y luz, así como la

presencia de plagas y enfermedades (Wang T. et al., 2023). Una alternativa para conocer el nivel de clorofila foliar es el uso del determinador SPAD (Soil Plant Analysis Development). Con los datos emanados de este instrumento, en varias especies forestales se ha encontrado una relación lineal entre el contenido de clorofila foliar y los valores SPAD (Zhang et al., 2022).

Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar la fluctuación anual, 2023 y 2024, de los valores foliares SPAD, y la posible influencia de la temperatura, precipitación y luminosidad en dicho verdor en árboles de *P. dulce* establecidos en Zumpahuacán, Estado de México, México.

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, utilizando el método de estudio de casos, dado que este permite un análisis profundo y contextualizado del fenómeno investigado. Esta metodología resulta adecuada para la recolección, agrupación

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Sitio de estudio

Todas las fases del trabajo de campo se realizaron en el Jardín Botánico Jozliz, ubicado en Zumpahuacán, Estado de México. La altitud del sitio es de 1934 m, con temperatura media anual de 17.35°C y 1359 mm de precipitación (Sistema Meteorológico Nacional, 2015; Weather Atlas, 2025). Los datos mensuales de temperaturas, precipitación y luminosidad se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.

Condiciones climáticas de Zumpahuacán, Estado de México: Temperatura mínima (Tmin), temperatura media (Tmed), Temperatura máxima (Tmax), Humedad relativa (HR), Lluvia (LL), Horas luz (Hluz), Horas sol (HS) y Luminosidad (Lm).

Mes	Tmin (°C)	Tmed (°C)	Tmax (°C)	HR (%)	LL (mm)	Hluz (hr)	HS (hr)	Lm (lux)
Enero	8.30	14.70	21.10	55	10	11.1	9.7	99600
Febrero	9.60	16.45	23.30	50	14	11.5	9.8	101000
Marzo	11.20	18.15	25.10	45	16	12.1	9.7	105700
Abril	13.10	20.10	27.10	42	25	12.6	9.7	130000
Mayo	14.70	20.75	26.80	53	103	13.0	9.8	135000

Junio	13.60	18.70	23.80	73	242	13.2	9.7	117400
Julio	12.20	17.35	22.50	79	265	13.1	8.7	180000
Agosto	12.00	17.35	22.70	80	256	12.7	8.9	111500
Septiembre	12.30	16.90	21.50	83	239	12.2	8.8	130000
Octubre	11.70	16.80	21.90	75	145	11.7	9.1	114200
Noviembre	10.40	16.00	21.60	68	39	11.3	8.1	93100
Diciembre	8.80	14.95	21.10	60	5	11.0	9.2	95400
Promedio	x:	x:	x:	x:	T:	x:	x:	x:
(x)	11.41	17.35	23.21	63.6	1359	12.13	9.27	117741
o total (T)								

Nota. Datos de: Sistema Meteorológico Nacional (2015) y Weather Atlas (2025).

La luminosidad se midió como se describe en materiales y métodos

En junio de 2020, se sembraron semillas de guamúchil procedentes del municipio de Zumpahuacán. Las plántulas se desarrollaron en condiciones de maceta hasta enero de 2021. Al mes siguiente, aproximadamente 30 plantas se trasladaron directamente al suelo.

Estudio foliar

Para este estudio, y de acuerdo a la fenología foliar, las hojas de guamúchil se clasificaron en hojas rojas jóvenes: primer estadio foliar visible, con 100% de su área el foliar en tonalidad roja y suficiente para manipularla en el SPAD; hojas verdes jóvenes: lámina foliar de color verde pálido; y hojas verdes maduras: de tonalidad verde oscuro (Figura 2).

De enero a diciembre de 2023 se emplearon 19 árboles de guamúchil; se determinó el índice de verdor con el determinador SPAD en las tres edades foliares descritas: roja joven, verde joven y verde madura. Al menos una determinación mensual, empleando 10 hojas de cada árbol y estadio foliar. Las hojas empleadas se encontraban expuestas a la luz solar, todas las determinaciones se realizaron entre las 12:00 y 14:00 h. Para cada mes, se realizó un análisis de varianza para los valores de los tres tipos de hoja y, cuando fue necesario, se compararon las medias con la prueba de Tukey al 0.05.

Durante el periodo de estudio, se determinó, con un luxómetro digital, que el promedio de luminosidad fue de 117000 luxes a pleno sol, y bajo condiciones de sombra del árbol se tenían 12200 luxes.

Figura 2.

Imagen de los tres tipos de hoja de *P. dulce* empleadas para determinar su índice de verdor con el medidor SPAD.



Nota: Fotografía obtenida del archivo de los autores

Posteriormente, con los datos mensuales de temperatura, precipitación y luminosidad de la base de datos del sistema Weather Atlas (Weather Atlas, 2025). Se calculó la correlación de Pearson entre los valores SPAD y los datos ambientales del mes de lectura, así como de la suma del mes de lectura y el mes previo. La suma de dos meses se realizó suponiendo la acumulación de estímulos ambientales o fisiológicos que pudieran ocurrir en la hoja.

Para el ciclo enero-diciembre de 2024, se determinó el índice de verdor en hojas verdes maduras de cinco árboles de guamúchil. Estos se seleccionaron debido a su mayor altura, pero la altura del árbol en donde se ubicaban las hojas de lectura fue la misma que del ciclo 2023. Estos valores no se compararon estadísticamente con los del año previo.

En julio de 2024, ya conociendo los datos 2023, y con el fin de coleccionar hojas con todos los rangos SPAD conocidos, se realizó un estudio foliar, clasificando las hojas por su valor SPAD. Se coleccionaron hojas con valores

SPAD: 17, 25, 33, 38, 42, 50, 58, 63 y 68 unidades, para determinar su área foliar, con un determinador de área foliar LI-3000C; peso de cada hoja y calcular el índice peso fresco/área. Posteriormente, se determinó el contenido de clorofila foliar con el método reportado por Ruiz et al. (2019), extrayendo dicho pigmento en acetona. Con el contenido de clorofila se calculó su posible ecuación lineal con los valores SPAD, en el software SPSS 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los meses de 2023, los valores SPAD fueron mayores ($P \leq 0.05$) en las hojas verdes maduras que en las verdes jóvenes y las rojas jóvenes. Mientras que, entre las hojas jóvenes, las verdes presentaron mayores valores que las rojas (Figura 3). Estos resultados confirman que en *P. dulce* se presentan, al menos, tres estadios foliares visualmente diferenciados. Este hecho no implica que no puedan existir otros estadios fisiológicos; sin embargo, visualmente serían difíciles de determinar; y para este trabajo, las láminas foliares de poca área pudieran dificultar su manipulación en el medidor SPAD. La determinación detallada de estadios foliares en especies arbóreas de interés farmacológico, i.e. *Greyia radlkoferi* Szyszyl., puede completarse analizando contenidos y perfil de metabolitos secundarios, pigmentos, etc. (Malele *et al.*, 2025)

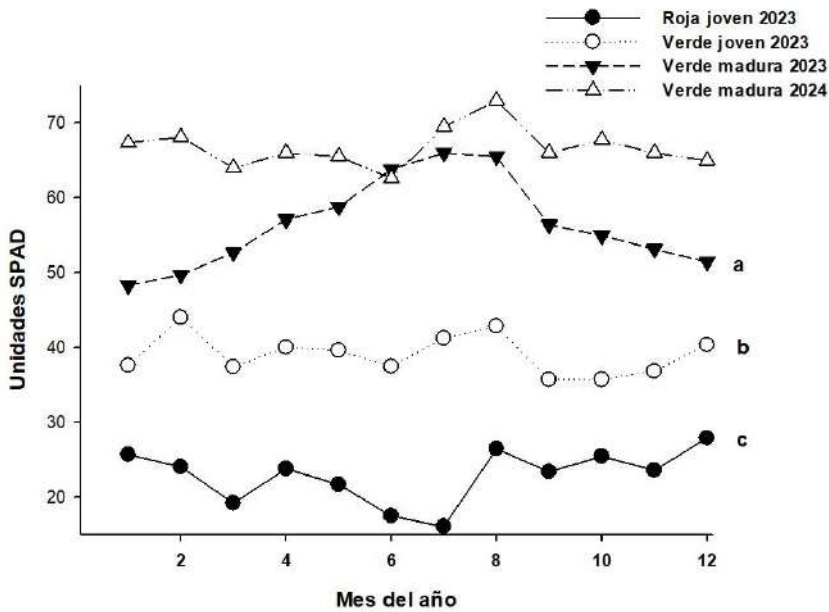
Como se observa en la Figura 3, en 2024, las hojas verdes maduras presentaron menor fluctuación anual que las hojas verdes maduras del año previo. Para estas hojas, en 2023, el mayor valor se registró en junio y julio; mientras que, en 2024, los valores más altos se registraron en agosto. Dicha diferencia en la intensidad de la fluctuación entre años, explica, al menos en parte, que los valores ambientales, horas luz, lluvia y temperatura mínima del mes de lectura, presentaran alta y positiva correlación de Pearson con los valores SPAD 2023 (Tabla 2); pero no se correlacionaron con los valores SPAD 2024.

En árboles de tejocote (*Crataegus mexicana* Moc. & Sessé ex DC.), creciendo en el Valle de Toluca, se reportó que el mayor valor SPAD foliar se registró en el mes de junio, atribuyendo este hecho, en parte, a la temperatura ambiental, aunque también se observó efecto por la dosis de fertilización empleada (Gómez *et al.*, 2024). En cuanto a la temperatura ambiental, se sabe que acelera las reacciones químicas involucradas con el proceso fotosintético (Wang T. *et al.*, 2023). Por otro lado, las diferencias de los parámetros fotosintéticos estacionales se han explicado como adaptaciones al clima por parte de los vegetales, implicando posibles adecuaciones estructurales, o ajustes bioquímicos que se relacionan con el rango térmico óptimo de fotosíntesis (Tiwari *et al.*, 2025). En este caso, la

menor fluctuación del índice SPAD observado en 2024 puede también deberse al cambio de población observada, menos individuos y con mayor desarrollo vegetal, particularmente, altura del árbol. Sin embargo, en ambos años se presentaron meses con mayor verdor en hojas verdes maduras.

Figura 3.

*Cinética de los valores SPAD en tres edades de hojas de árbol de guamúchil (*P. dulce*) en 2023, y hojas verdes maduras en 2024. Los valores para edad de hoja en 2023 fueron estadísticamente diferentes, con la prueba de Tukey al 0.05, en cada mes, lo cual se indica con las letras minúsculas al final de la línea. Meses del año del uno al doce: enero a diciembre*



Nota: Elaboración propia

En árboles de tejocote (*Crataegus mexicana* Moc. & Sessé ex DC.), creciendo en el Valle de Toluca, se reportó que el mayor valor SPAD foliar se registró en el mes de junio, atribuyendo este hecho, en parte, a la temperatura ambiental, aunque también se observó efecto por la dosis de fertilización empleada (Gómez *et al.*, 2024). En cuanto a la temperatura ambiental, se sabe que acelera las reacciones químicas involucradas con el proceso fotosintético (Wang T. *et al.*, 2023). Por otro lado, las diferencias de los parámetros fotosintéticos estacionales se han explicado como adaptaciones al clima por parte de los vegetales, implicando posibles

ajustes bioquímicos que se relacionan con el rango térmico óptimo de fotosíntesis (Tiwari *et al.*, 2025). En este caso, la menor fluctuación del índice SPAD observado en 2024 puede también deberse al cambio de población observada, menos individuos y con mayor desarrollo vegetal, particularmente, altura del árbol. Sin embargo, en ambos años se presentaron meses con mayor verdor en hojas verdes maduras.

Tabla 2.

Correlaciones, con la prueba de Pearson, entre los valores SPAD de hojas de guamúchil y factores ambientales en Zumpahuacán, Estado de México, México

Factor ambiental	Hoja verde madura 2023	Hoja roja joven 2023
Horas luz	0.890***	-0.682*
Lluvia	0.859***	ns
Temperatura mínima (sumatoria 2 meses)	0.831***	ns
Temperatura mínima	0.721 **	ns
Lluvia (sumatoria de 2 meses)	0.714 **	ns

***: significativo a 0.001; *: significativo a 0.05; ns: no significativo.

Nota: Elaboración propia

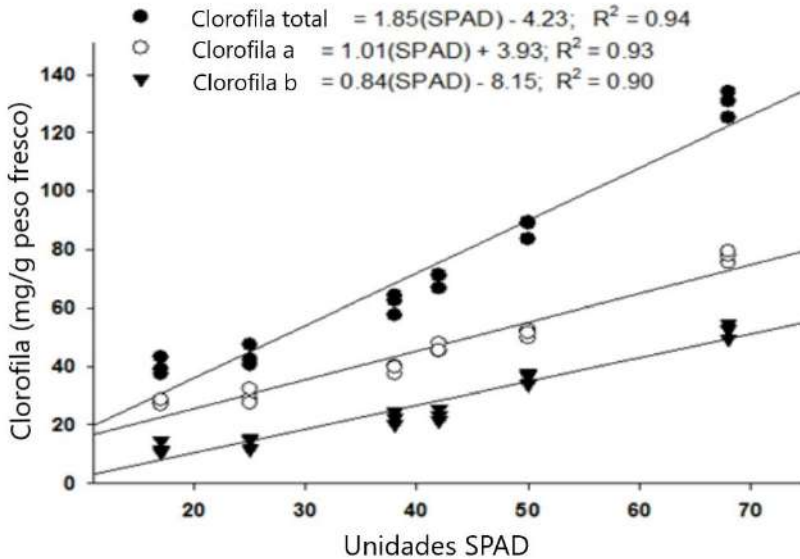
Para este trabajo, los valores SPAD se correlacionaron linealmente con los contenidos de clorofila total (0.940), clorofila a (0.930) y clorofila b (0.900) (Figura 4). Por lo que, se puede inferir que las hojas verdes maduras, en junio y julio de 2023 y julio y agosto de 2024 presentaron mayor tasa fotosintética (Zhang *et al.*, 2022). En este sentido, la edad de la hoja y la estación del año han sido indicados como factores que modulan la capacidad fotosintética (Hébert *et al.*, 2011; Turner *et al.*, 2020). Además, la variación fotosintética estacional, está modulada por interacciones complejas de los diversos factores ambientales: temperatura del aire, disponibilidad de agua, niveles de luminosidad y duración del día (Liu *et al.*, 2004; Yu *et al.*, 2014; Tiwari *et al.*, 2025). También se encuentran mecanismos bioquímicos involucrados, entre ellos ajustes enzimáticos y de procesos fotosintéticos, transporte de electrones fotosintéticos, respiración mitocondrial, entre otros (Tiwari *et al.*, 2025).

Turner *et al.* (2020) reportó que, en un bosque siempre verde de California, Estados Unidos de mérica, la mayor tasa fotosintética ocurrió en el mes de junio. Mientras que, en un bosque tropical caducifolio, en la India, se reportó que la tasa de fotosíntesis, y con ello la captura de carbono

atmosférico es mayor en la temporada de lluvias y menor en la temporada previa a la misma y en el invierno (Burman *et al.*, 2020).

Figura 4.

Curva de regresión lineal simple entre los valores foliares SPAD y el contenido de clorofila en una población de *P. dulce* creciendo en Zumpahuacán, Estado de México.



Nota: Elaboración propia

Por otro lado, el valor SPAD de las hojas verdes jóvenes no se relacionó con los factores ambientales analizados, mientras que las hojas rojas jóvenes se correlacionaron de manera negativa con las horas luz. En diferentes especies forestales se ha sugerido que los pigmentos foliares rojos posiblemente sean antocianinas que protegen de la luz solar, mientras las hojas jóvenes desarrollan su sistema fotosintético (Zhu *et al.*, 2016). Otras hipótesis sugieren que el pigmento rojo reduce el ataque de insectos (Chen y Huang, 2012). La correlación negativa encontrada en este trabajo, sugiere cierta relación con la primera hipótesis, pero es necesario realizar más investigación para determinar el papel evolutivo o fisiológico de dichas hojas jóvenes rojas.

Las hojas verdes jóvenes presentaron mayor área y peso fresco en comparación con las hojas jóvenes rojas y las hojas verdes maduras. Además, el índice peso fresco sobre área foliar fue similar entre hojas rojas

jóvenes y verdes jóvenes (Tabla 3). De manera general, en las plantas superiores, la mayor expansión foliar concuerda con el término del desarrollo de la hoja, y coincide con la mayor actividad fotosintética, incluso a este periodo, donde la hoja es funcional, se le ha denominado duración de la vida foliar (Garnier *et al.* 2024). Sin embargo, la reducción en área foliar y peso fresco observados en guamúchil, del estadio de hojas verdes jóvenes a hojas verdes maduras, primero, debe estar controlado genéticamente, y posiblemente deberse a la evolución adaptativa que le permita a esta especie tener ventajas de crecimiento en su ambiente nativo. En otras especies vegetales, se ha señalado que la menor área de hoja, si bien limita la productividad fotosintética, reduce la pérdida de agua por transpiración (Volkenburgh, 1999). Este hecho, podría estar relacionado con la adaptación de *P. dulce* a ambientes áridos, en donde la evapotranspiración potencial anual puede superar la cantidad de lluvia presente (Aguilar Campos *et al.*, 2025). El comportamiento foliar de esta especie hace interesante su estudio para, en un inicio, determinar qué factores se involucran con la disminución de área foliar; entre otros, la cinética de los espacios entre las células del mesófilo, la presencia y actividad de giberelinas endógenas, cambios de pH en la pared celular, densidad de la savia, presencia de tejidos de almacenamiento, etc., así como la modulación que ejercen los factores exógenos (Volkenburgh, 1999; Aguilar Campos *et al.*, 2025).

Tabla 3.

Características de los folíolos de P. dulce en función de su clasificación por valores SPAD.

Tipo de hoja	SPAD (unidades)	Área (cm ²)	DE	Peso fresco (mg)	SD	Índice peso fresco /área	SD			
RJ	17	1.24	± 0.18	b	12	± 1	f	9.7	± 0.4	bc
RJ	25	1.90	± 0.35	b	18	± 4	ef	9.7	± 0.2	bc
VJ	33	4.68	± 1.31	a	39	± 1	abc	8.4	± 0.2	c
VJ	38	5.89	± 0.45	a	46	± 4	ab	7.8	± 0.2	c
VJ	42	6.09	± 0.29	a	53	± 4	a	8.6	± 0.4	c
VM	50	2.74	± 1.11	b	20	± 10	def	7.3	± 1.9	c

VM	58	2.38	±	b	29	±	cde	12.0	±	ab
				0.39			6			0.8
VM	63	2.39	±	b	34	±	bcd	14.2	±	a
				0.18			1			1.2
VM	68	2.13	±	b	21	±	def	9.7	±	bc
				0.23			3			1.6

Nota: RJ: roja joven; VJ: verde joven; VM: verde madura. Los valores son la media de 10 repeticiones, una hoja por repetición, ± DE: desviación estándar. Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey a 0.05.

La tasa de fotosíntesis que ocurre en los bosques tropicales es globalmente importante ya que favorece la captura de carbono atmosférico. Su comprensión puede impulsar la toma de decisiones que reduzcan los riesgos asociados al cambio climático (Wang Y. *et al.*, 2023). Uno de los métodos más eficientes para promover la captura de carbono es la forestación, ya que se ha determinado que los bosques capturan, a través de la fotosíntesis, 14.1 peta gramos (Pg) de carbono al año; mientras que expulsan 11.6 Pg de carbono al año, principalmente por el proceso de respiración y la quema de bosques; dando con ello un balance positivo en la dinámica del carbono ambiental (Nunes *et al.*, 2020). Además, en el caso de la madera de guamúchil, su uso en forma de cercas (Martínez de la Cruz *et al.*, 2025), y su potencial como madera de alta calidad (Piedra Ambriz *et al.*, 2025), permite almacenar por mayor tiempo el carbono capturado (Nunes *et al.*, 2020). Es importante señalar que, en ciudades mexicanas, como Guadalajara, la tercera ciudad más grande del país, se incluye al guamúchil en su programa de reforestación urbana (JaliscoNoticias, 2024); especie que además puede capturar plomo (Pb) (Rahul y Saraswathi, 2023). De tal manera que el uso del guamúchil para forestar y reforestar y con ello disminuir problemas de contaminación ambiental, al tiempo de aumentar la captura de carbono, debe acompañarse de programas que permitan el uso sostenible de su madera.

CONCLUSIONES

La tipología foliar propuesta, en un inicio, de manera visual para los árboles de guamúchil (*Pithecellobium dulce*), se confirmó al determinarse que las hojas verdes maduras presentaron, en todos los meses del año, mayores valores SPAD, color verde, que las hojas verdes jóvenes y las hojas rojas jóvenes. Con una regresión de primer grado se asociaron los valores SPAD de las hojas de guamúchil con su contenido de clorofila total (0.940), clorofila a (0.930) y clorofila b (0.900). En 2023, en los meses de julio y agosto se presentaron los mayores valores SPAD en hojas verdes

maduras; mientras que, en 2024, los valores máximos se registraron en el mes de agosto.

LITERATURA CITADA

- Amankwah, E. (2019). Tropical forest: a potential resource for climate change mitigation in Ghana. *International Journal of Environment and Climate Change*, 9(8), 435-442. <https://doi.org/10.9734/ijec/2019/v9i830128>
- Apaéz Barrios, J., J. Ocampo López, S. Soto Simentel, V.G. Aguilar-Raymundo y M. Ayala Martínez. (2023). Dietary supplementation with *Pithecellobium dulce* (Roxb) Benth fruits to fattening rabbits. *Animals*, 13(20), art.3249. <https://doi.org/10.3390/ani13203249>
- Basave Villalobos, E., Cetina Alcalá, V.M., López López, M.A., Trejo, C., et al. (2022). Light management in tree nurseries to produce *Pithecellobium dulce* for the reforestation of degraded lands in Southern Mexico's tropical dry forest. *Bois et Forest Des Tropiques*, 351, 3-13. <https://doi.org/10.19182/bft2022.351.a31919>
- Basave Villalobos, E., Cetina Alcalá, V.M., López López, M.A., Trejo, C., et al. (2022). (2020). Nursery fertilization of *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth: effects of seedling quality. *Madera y Bosques*, 26(3), e2632059. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632059>
- Bautista Baños, S., García Domínguez, E., Barrera Necha, L., Reyes Chipa, R. y Wilson, C.L. (2003). Seasonal evaluation of the postharvest fungicidal activity of powders of huamuchil (*Pithecellobium dulce*): action against *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus stolonifera* of strawberry fruit. *Postharvest Biology & Technology*, 29(1), 81-92. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00244-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00244-2)
- Casas, A., Vázquez, M. D. C., Viveros, J. L., & Caballero, J. (1996). Plant management among the Nahua and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: an ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human ecology*, 24(4), 455-478. <https://doi.org/10.1007/BF02168862>
- Chen, Y. Z., & Huang, S. Q. (2013). Red young leaves have less mechanical defence than green young leaves. *Oikos*, 122(7), 1035-1041. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.20852.x>
- de Aguiar Campos, N., Edwards, W. y Laurence, S. (2025). Tropical forest transpiration estimates are geographically and methodologically biased: a systematic review of sap flow research. *Agricultural and Forest Meteorology*, 373, art110738. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2025.110738>

- Deb Burman, P. K., Sarma, D., Chakraborty, S., Karipot, A., & Jain, A. K. (2020). The effect of Indian summer monsoon on the seasonal variation of carbon sequestration by a forest ecosystem over North-East India. *SN Applied Sciences*, 2(2), 154. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1934-x>
- El-Juhany, L. I. (2005). Effects of early thinning on the growth and allocation of dry matter in *Pithecellobium dulce* and *Albizia lebbek* trees grown in Riyadh, Saudi Arabia. *Alexandria Science Exchange*, 26(2), 98-105.
- Flores Jiménez, N. T., Ulloa, J. A., & Urías-Silvas, J. E. (2025). Protein Quality Assessment of the Deoiled Guamuchil (*Pithecellobium dulce* [Roxb.]) Seed Flour. *Future Postharvest and Food*, 2(1), 94-104. <https://doi.org/10.1002/fpf2.70001>
- Garnier, E., Barkaoui, K., Alexandre, F., Lochon-Menseau, S., Bernazeau, B., & Navas, M. L. (2025). Leaf longevity and structure, fruit mass and phenology in 52 cultivated varieties and wild accessions of olive. *Functional Ecology*. 00, 1-14. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.70012>
- Gobierno de México. (2022). *Pinzan o guamúchil, ¿Cómo los conoces tú?* Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/michoacan/articulos/pinzan-o-guamuchil-como-los-conoces-tu?idiom=es#:~:text=El%20Pithecellobium%2C%20popularmente%20conocido%20como,da%2C%20en%20lugares%20calurosos%20de> (verificado el 20 de diciembre de 2024).
- Gobierno de México. (2023). *Pithecellobium dulce*. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/docs/45-legum38m.pdf (verificado el 20 de diciembre de 2024).
- Gómez, G., Díaz M., Franco-Mora, O., Castañeda-Vildózola, A. y Sánchez-Pale, J. (2024). Fertilización de tejocoteros de dos años de edad en Lerma, México. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*. 15(36), 1-11
- Guadarrama, Martínez, N., Chávez Mexía, M., Rubí Arriaga, M. y White Olascoaga, L. (2020). La diversidad biocultural de frutales en huertos familiares de San Andrés Nicolás Bravo, Malinalco. *Sociedad y Ambiente*. 22, 237-264. <https://doi.org/10.31840/sya.vi22.2107>
- Hebert, F., Thiffault, N., & Munson, A. D. (2011). Field photosynthesis measurements on black spruce (*Picea mariana*): Does needle age matter? *Communication in Soil Science & Plant Analysis*. 42(22), 2738-2750. <https://doi.org/10.1080/00103624.2011.622821>

- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. (2025). Herbario Nacional de México (MEXU) UNAM. <http://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/>
- JaliscoNoticias. (2024). *DIF Guadalajara y Bosque Urbano reforestan el centro de desarrollo comunitario*. Disponible en: <https://noticias.jalisco.tv.com/dif-guadalajara-y-bosque-urbano-reforestan-el-centro-de-desarrollo-comunitario/> (verificado el 20 de diciembre de 2024).
- Julian Caballero, C.C (2021). Primer registro de la ardilla de roca *Otospermophilus variegatus* (Rodentia:Sciuridae) en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. *Mammalogy Notes*. 7(2), art275. <https://doi.org/10.47603/mano.v7n2.275>
- López Patiño, E. J., López Sandoval, J. A., Beltrán Retis, A., & Aguilera Gómez, L. I. (2012). Composición de la flora arbórea en el área natural protegida Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán, Estado de México, México. *Polibotánica*, (34), 51-98.
- Liu, L. X., Xu, S. M., & Woo, K. C. (2004). Deficit irrigation effects on photosynthesis and the xanthophyll cycle in the tropical tree species *Acacia auriculiformis* in North Australia. *New Zealand Journal of Botany*. 42(5), 949-957.
- Malele, J., Kleyhans, R., Matsiliza-Mlathi, B., & Prinsloo, G. (2025). The phenological growth stages, heat units requirements and anty-tyrosinase activity of *Greyia radlkoferi* Szyszyl. *Annals of Applied Biology*. <https://doi.org/10.1111/aab.70067>
- Martínez-De La Cruz, I., Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Pérez-López, D. D. J., Franco-Mora, O., & Castañeda-Vildózola, Á. (2015). Frutos y semillas comestibles en estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(2), 331-346.
- Monroy, R. y Colín. H. (2004). El guamúchil, *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, un ejemplo de uso múltiple. *Madera y Bosques*. 10(1), 35-53.
- Moreno Salazar, S. F., Verdugo, A. E., López, C. C., Martínez, E. B., Candelas, T. M., & Robles-Zepeda, R. E. (2008). Activity of medicinal plants, used by native populations from Sonora, Mexico, against enteropathogenic bacteria. *Pharmaceutical Biology*. 46(10-11), 732-737. <https://doi.org/10.1080/13880200802215800>
- Nguyen, H. D., Vu, N. H., Do, H. D. K., & Vu, M. T. (2025). Comparative chloroplast genomic analysis of *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth 1844 and related species within Caesalpinioideae. *Genetica*. 159, art19. <https://doi.org/10.1007/s10709-025-00234-7>
- Nunes, L. J., Meireles, C. I., Pinto Gomes, C. J., & Almeida Ribeiro, N. M. (2020). Forest contribution to climate change mitigation:

- management oriented to carbon capture and storage. *Climate*. 8, art21. <http://dx.doi.org/10.3390/cli8020021>
- Olivares-Pérez, J., Avilés-Nova, F., Albarrán-Portillo, B. E. N. I. T. O., Rojas-Hernández, S. A. U. L., & Castelán-Ortega, O. A. (2011). Identificación, usos y mediciones de leguminosas arbóreas y forrajeras en ranchos ganaderos del sur del Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14, 739-748.
- Olmedo-Juárez, A., Jimenez-Chino, A. L., Bugarin, A., Zamilpa, A., Gives, P. M. D., Villa-Mancera, A., ... & González-Cortazar, M. (2022). Phenolic acids and flavonoids from *Pithecellobium dulce* (Robx.) Benth leaves exhibit ovicidal activity against *Haemonchus contortus*. *Plants*. 11(19), art2555. <https://doi.org/10.3390/plants11192555>
- Ortega-Álvarez, R., Pacheco-Flores, A., & Casas, A. (2022). The “guamúchil” cultivation in a Mexican cultural landscape: A wild food source for people and bird. *Frontiers Forest Global Change*. 5, art1020207. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.1020207>
- Ortega Rosas, C. I., Martínez Salido, J., Sánchez Duarte, N. E., & Morales Romero, D. (2022). Cobertura y composición arbórea en las áreas verdes de Hermosillo, Sonora: aportaciones al urbanismo sustentable. *Región y Sociedad*. 34, art1610. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1610>
- Pennington, T. D., & Sarukhán, J. (2005). *Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies*. UNAM.
- Piedra-Ambriz, B. K., Vasquez-García, S. R., Flores-Ramírez, N., Ortiz-Gutiérrez, M., García-González, L., Domratcheva-Lvova, L., & de Jesús Pérez-Bueno, J. (2025). Guamuchil wood (*Pithecellobium dulce*) subjected to oxidation processes to increase transparency. *European Journal of Wood and Wood Products* 83, art136. <https://doi.org/10.1007/s00107-025-02287-z>
- Rahul, M. M. C., & Saraswathi, R. (2023). Airborne dust and associated metals: a link between its impact and sink rate within different roadside plants. *Global Best Journal*. 4, 23-33. <https://doi.org/10.30955/gnj.004656>
- C Ramírez Hernández, B., Pimienta Barrios, E., Z Castellanos Ramos, J., Muñoz Urias, A., Palomino Hasbach, G., & Pimineta Barrios, E. (2008). Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro occidente de México. *Revista de Biología Tropical*. 56(2), 675-687.
- Red de Herbarios del Noroeste de México (2025). <https://herbanwmex.net/portal/>

- Ruiz Santiago, F. L., Ruiz Velázquez, J. A., Hernández Becerra, J. A., García Jiménez, R., & Valadez Villarreal, A. (2019). Extracción y cuantificación de clorofila en hojas comestibles del estado de Tabasco. *Investigación, Desarrollo y Ciencia en Tecnología de Alimentos*. 4, 891-896.
- Saha, P., Reddy, M. K., Ramya, C. H., Pavithra, Y., Manasa, V., & Vamsi, G. (2021). Development and incorporation of *Pithecellobium dulce* (camachile) fruit powder in multi grain pasta. *The Pharma Innovation Journal*. 10(6), 635-641.
- Sampayo Maldonado, S., Moreno Aldaco, J. D., Lara Ponce, E., & Piña Ruíz, H. H. (2021). Diversity and structure of the gallery forest of the Fuerte River, Sinaloa, Mexico. *Ecosistemas & Recursos Agropecuarios*. 8(2), e3046.
- Sathishkumar, T. P., Navaneethakrishnan, P., Shivaram, S. V., Kanna, S. S., Rajeshkumar, L., & Rajeshkumar, G. (2023). Characterization of new cellulose fiber extracted from *Pithecellobium dulce* tree. *Applied Science and Engineering Progress*. 16(3), 68-45. <https://doi.org/10.14416/j.asep.2023.05.002>
- Sistema Meteorológico Nacional. (2015). *Normales climatológicas de la estación Zumpahuacán*. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/> (verificado el 10 de diciembre de 2023).
- Sotelo-Barrera, M., García-Moya, E., Romero-Manzanares, A., Monroy, R., & Luna-Cavazos, M. (2017). Arboreal structure and cultural importance of traditional fruit homegardens of Coatetelco, Morelos, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 23(1), 137-153. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.01.002>
- Tiwari, R., Hegde, B., Hegde, S., Bandaru, P., Ramesh Babu, M., Somashekhara Achar, K. G., ... & Gloor, E. (2025). Contrasting seasonal variation of photosynthesis in evergreen and deciduous tree species from a tropical forest. *Physiologia Plantarum*. 177, art71410. <https://doi.org/10.1111/ppl.70410>
- Turner, A. J., Köhler, P., Magney, T. S., Frankenberg, C., Fung, I., & Cohen, R. C. (2020). A double peak in the seasonality of California's photosynthesis as observed from space. *Biogeoscience*. 17, 405-422. <https://doi.org/10.5194/bg-17-405-2020>
- Vanitha, V., & Manikandan, K. (2016). Bio-activity guided determination of active compounds in the leaves of *Pithecellobium dulce*. *Rasayan Journal of Chemistry*. 9(3), 471-477.
- Vázquez Arceo, S. E., Ramírez Rivera, M. D. P., Arceo Diaz, S., & Solís Enríquez, J. J. (2023). Eliminación de la contaminación por el bosque

- urbano en las Palmas, Colima, México. *Madera y Bosques*. 29(1), art2912460. <https://doi.org/10.21829/myb.2023.2912460>
- Volkenburgh, E.V. (1999). Leaf expansion – an integrating plant behavior. *Plant, Cell and Environment*. 22, 1463-1473.
- Wang, T., Li, L., Qin, Y., Lu, B., Xu, D., Zhuang, W., ... & Wang, Z. (2023). Effects of seasonal changes on chlorophyll fluorescence and physiological characteristics in the two *Taxus* species. *Plants*. 12(14), art2636. <https://doi.org/10.3390/plants12142636>
- Wang, X., Blanken, P. D., Wood, J. D., Nouvellon, Y., Thaler, P., Kasemsap, P., ... & Li, X. (2023). Solar-induced chlorophyll fluorescence detects photosynthesis variations and drought effects in tropical rubber plantation and natural deciduous forests. *Agricultural and Forest Meteorology*. 339, art109591. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109591>
- Wang, Y., Liu, J., Wennberg, P. O., He, L., Bonal, D., Köhler, P., ... & Friedlingstein, P. (2023). Elucidating climatic drivers on photosynthesis by tropical forest. *Global Change Biology*. 29(17), 4811-4825. <https://doi.org/10.1111/gcb.16837>
- Weather Atlas. 2025. Weather forecast for today Zumpahuacán, Mexico. Disponible en: <https://www.weather-atlas.com/en/mexico/zumpahuacan> (verificado 2 de septiembre de 2025).
- Yu, D. J., Lee, J. I., Chung, S. W., Hwang, J. Y., Yun, S. K., & Lee, H. J. (2014). Photosynthetic acclimatisation of leaves in response to a shade-to-sun transition following summer pruning in peach (*Prunus persica* cv. Chanhweonhwangdo) trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 89(3), 279-286. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513080>
- Zhang, R., Yang, P., Liu, S., Wang, C., & Liu, J. (2022). Evaluation of the methods for estimating leaf chlorophyll content with SPAD chlorophyll meters. *Remote Sensing*. 14(20), art5144. <https://doi.org/10.3390/rs14205144>
- Zhu, H., Zhang, T. J., Zhang, P., & Peng, C. L. (2016). Pigment patterns and photoprotection of anthocyanins in the young leaves of four dominant subtropical forest tree species in two successional stages under contrasting light conditions. *Tree Physiology*. 36(9), 1092-1104. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpw047>

AGRADECIMIENTOS

A Nelly Arellanes Juárez (Oaxaca, Oaxaca) y Daniel Reyes Becerril (Los Mochis, Sinaloa) por la donación de fotos. A los propietarios del Jardín Botánico “JozLiz”.

SÍNTESIS CURRICULAR

Omar Franco-Mora

Profesor de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la UAEMEX; Maestro en Ciencias en Recursos Genéticos y Productividad por el Colegio de Postgraduados, y Doctor en Ciencias Agrícolas por la Universidad de Tottori, Japón. Nivel II del SNII, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia Mexicana de Ciencias Forestales. Su área de interés es la fruticultura, actualmente particulariza el estudio de frutales y frutillas nativos del Centro de México, con énfasis en el Valle del Matlatzinco, estado de México. Correo electrónico: ofrancom@uaemex.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8993-8454>

Sara Aguirre-Ortega

Ingeniera Agrónoma Industrial y Maestra en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la UAEMEX. Labora de manera independiente en el manejo de jardines de biodiversidad en el estado de México. Correo electrónico: sara-ao@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4370-6576>

Álvaro Castañeda-Vildózola

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo por la Universidad Autónoma Chapingo. Estudió la Maestría en Ciencias y el Doctorado en Ciencias en Entomología en el Colegio de Postgraduados. Nivel II del SNII. Es profesor de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Su área de investigación involucra el manejo sustentable de plagas agrícolas, particularmente en cultivos hortícolas. Correo electrónico: acastanedav@uaemex.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8164-7647>

Evaluación del extracto acuoso de *Artemisia ludoviciana* Nutt. como inhibidor verde de la corrosión del acero en ácido sulfúrico

Evaluation of the aqueous extract of *Artemisia ludoviciana* Nutt. as a green inhibitor of steel corrosion in sulfuric acid

Haniel Nephtalí Flores-Cortez¹, Rosa Elba Núñez-Jaquez²,
Carlos Paulino Barrios-Durstewitz³, Adrián Bórquez-Mendivil⁴,
Juan Pablo Flores-De los Ríos⁵

Resumen

La corrosión representa un gran problema en diversas industrias, desde la construcción hasta la generación de energía. Tradicionalmente se han empleado inhibidores sintéticos para reducirla; sin embargo, su toxicidad y efectos ambientales adversos han impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles. En este contexto, el presente estudio evaluó el potencial del extracto acuoso de *Artemisia ludoviciana* (variante mexicana) como inhibidor “verde” de la corrosión del acero en medio ácido (H₂SO₄ 1 M). El extracto se obtuvo mediante el método Soxhlet, utilizando agua destilada como disolvente, y se analizó su desempeño a diferentes concentraciones mediante pruebas de pérdida de peso, espectroscopía de impedancia electroquímica, resistencia a la

polarización y polarización potenciodinámica. Los resultados mostraron una eficiencia de inhibición superior al 90% con una concentración del 5% v/v, indicando una notable capacidad del extracto para reducir la velocidad de corrosión. Las mediciones confirmaron que el efecto inhibidor aumenta con la concentración, mientras que los estudios de polarización mostraron un comportamiento de tipo mixto con predominio anódico. La adsorción del extracto sobre la superficie del acero siguió la isoterma de Langmuir, sugiriendo la formación de una monocapa protectora. En conjunto, los hallazgos demuestran que *A. ludoviciana* es una alternativa eficaz, ecológica y sostenible a los inhibidores convencionales, contribuyendo al aprovechamiento responsable de recursos naturales y al desarrollo de

¹Universidad Autónoma de Sinaloa

²Universidad Autónoma de Sinaloa

³Universidad Autónoma de Sinaloa

⁴Universidad Autónoma de Sinaloa

⁵Tecnológico Nacional de México

tecnologías más limpias para la protección de materiales metálicos.

Palabras clave: Corrosión, Inhibidor verde, *Artemisia ludoviciana*, Acero al carbono, Medio ácido.

Abstract

Corrosion represents a major problem in diverse industries, from construction to energy generation. Synthetic inhibitors have traditionally been used to reduce corrosion; however, their toxicity and adverse environmental effects have prompted the search for sustainable alternatives. In this context, the present study evaluated the potential of the aqueous extract of *Artemisia ludoviciana* (Mexican variant) as a "green" inhibitor of steel corrosion in an acidic medium (1M H₂SO₄). The extract was obtained by the Soxhlet method, using distilled water as a solvent, and its performance was analyzed at different concentrations using weight loss tests, electrochemical impedance

spectroscopy, polarization resistance, and potentiodynamic polarization. The results showed an inhibition efficiency greater than 90% at a concentration of 5% v/v, indicating a remarkable ability of the extract to reduce corrosion rates. The measurements confirmed that the inhibitory effect increases with concentration, while polarization studies showed a mixed-type behavior with anodic predominance. The adsorption of the extract onto the steel surface followed the Langmuir isotherm, suggesting the formation of a protective monolayer. Overall, the findings demonstrate that *A. ludoviciana* is an effective, environmentally friendly, and sustainable alternative to conventional inhibitors, contributing to the responsible use of natural resources and the development of cleaner technologies for the protection of metallic materials.

Keywords

Corrosion, Green inhibitor, *Artemisia ludoviciana*, Carbon steel, Acid medium

INTRODUCCIÓN

La extracción de recursos forestales, tanto maderables como no maderables, no es únicamente un proceso económico: es un punto de encuentro vital entre la sociedad y la naturaleza (Torralba et al., 2018). Estos recursos sostienen desde los oficios más antiguos hasta las industrias más innovadoras, y al mismo tiempo inspiran reflexiones profundas sobre nuestra capacidad de construir un futuro sustentable. En ellos convergen debates sobre la conservación de la biodiversidad, la resiliencia de comunidades rurales y urbanas, y la responsabilidad de nuestras decisiones colectivas (Daily et al., 2009). Más allá de ser fuentes de materiales de energía, alimento, fibras y compuestos bioactivos, los recursos forestales encarnan vínculos culturales y económicos que nos revelan cómo las sociedades han aprendido, y aún buscan organizar su relación con el entorno en un mundo marcado por crecientes presiones ambientales. En este sentido, los sistemas forestales son reconocidos como espacios donde convergen valores ecológicos, sociales y culturales, reflejando la

interacción dinámica entre los seres humanos y los ecosistemas en el contexto de los desafíos globales de sostenibilidad (Berkes, 2017).

En este marco, los compuestos químicos de origen vegetal han adquirido especial relevancia en la transición hacia sistemas productivos sustentables, al ofrecer alternativas renovables y de bajo impacto ambiental frente a los insumos sintéticos convencionales. Su uso contribuye a la innovación en sectores como la agricultura, la salud, la industria y la energía, promoviendo enfoques basados en la bioeconomía y la valorización de los recursos naturales, así como el desarrollo de procesos más eficientes y ambientalmente responsables (Clark et al., 2012). Mientras que en la industria moderna los ácidos se utilizan ampliamente por sus propiedades químicas, desempeñando un papel esencial como agentes de limpieza, en la producción de productos químicos, en el decapado de metales y en la refinación de petróleo, entre otras aplicaciones (Onukwuli et al., 2021), lo anterior trae consigo la corrosión de los metales, el cuál es un fenómeno que genera costos económicos, riesgos ambientales y desafíos tecnológicos. Este problema se ha enfrentado mediante el uso de inhibidores de corrosión, una técnica popular para prevenir o mitigar la velocidad de corrosión de sustratos metálicos en entornos ácidos (Zaferani et al., 2013). Los inhibidores de corrosión son sustancias que, al añadirse en pequeñas concentraciones a medios corrosivos, disminuyen o previenen la reacción del metal con el medio (Raja y Sethuraman, 2008). Recientemente, el uso de sustancias tóxicas como inhibidores se ha visto limitado debido a su amenaza ambiental, así como por el fortalecimiento de regulaciones orientadas a la protección de la salud humana y los ecosistemas, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles y biodegradables basadas en principios de química verde (Verma et al., 2021). Algunas organizaciones limitaron el uso de inhibidores químicos tóxicos, por lo que los inhibidores no tóxicos y naturales han cobrado importancia nuevamente debido a su naturaleza ecológica, fácil disponibilidad y fuentes renovables (Li et al., 2014). Debido a los conocidos efectos peligrosos de la mayoría de los inhibidores de corrosión sintéticos, se ha optado por el uso de productos naturales (Sheydaei, 2024). Recientemente, los extractos de plantas (considerados recursos forestales no maderables) se han posicionado como una fuente aceptable para una amplia gama de inhibidores (Barbu et al., 2025). Los extractos de plantas se consideran una fuente de compuestos químicos naturales que pueden extraerse mediante procedimientos simples y económicos (Abdel Gaber et al., 2006). Las propiedades de inhibición de los extractos de plantas se atribuyen generalmente a sus sustancias orgánicas complejas, como carbohidratos, alcaloides, aminoácidos y taninos ya que estos compuestos

orgánicos contienen átomos de N, S, O y grupos funcionales polares como dobles enlaces conjugados o anillos aromáticos como los principales centros de adsorción (Nnanna et al., 2013). La adsorción en la interfaz metal-solución suele ser el paso primario en la acción de los inhibidores de corrosión orgánicos en soluciones ácidas (Zhao et al., 2023). Las fuerzas de atracción entre el adsorbato y el metal son necesarias en los procesos de adsorción, según el tipo de fuerzas, la adsorción puede ser fisorción, quimisorción o ambas (Hassan et al., 2007). En los últimos años, algunos extractos de plantas se han estudiado como inhibidores efectivos de la corrosión del acero en soluciones ácidas, como *Xylopia cayennensis* (Chevalier et al., 2019), hojas de papaya (Tan et al., 2021), *Petroselinum sativum* (perejil) (Benarioua et al., 2019), *Malva sylvestris* (Tehrani et al., 2021) y otros (Kadhim et al., 2021).

Contribuyendo al interés actual en inhibidores de corrosión no tóxicos y respetuosos con el medio ambiente, este estudio tuvo como objetivo evaluar la eficiencia inhibidora del extracto acuoso de *Artemisia ludoviciana* sobre acero al carbono en solución de H_2SO_4 1 M, con el fin de determinar su efecto sobre parámetros electroquímicos de corrosión, su mecanismo de adsorción y su viabilidad como alternativa ecológica frente a inhibidores convencionales.

Esta planta se seleccionó debido a que especies del género *Artemisia* han demostrado actividad inhibidora de corrosión significativa en investigaciones previas, atribuido a su contenido de compuestos fenólicos y flavonoides (Okafor, et al., 2012; Karki, et al., 2023).

Artemisia ludoviciana Nutt., conocida comúnmente como estafiate o artemisia mexicana (Figura 1), es una planta herbácea perenne aromática. Presenta hojas alternas, sésiles o con pecíolo corto, que pueden ser enteras o finamente divididas. Las hojas son inicialmente blanco-tomentosas en ambas superficies; sin embargo, con la madurez el haz puede volverse glabro o ligeramente pubescente, mientras que el envés permanece densamente pubescente, generando una marcada diferencia de color entre ambas caras (Suarez, 2022). Esta especie pertenece a un género de más de 200 especies, distribuidas en regiones templadas secas del mundo, sus flores se agrupan en cabezuelas paniculadas o racemosas, a menudo inclinadas, con un involucre ovoide, campanulado o hemisférico compuesto por brácteas dispuestas en varias series. Las flores periféricas pueden ser femeninas y fértiles o infértiles, mientras que las flores del disco son hermafroditas o funcionalmente masculinas, con corolas campanuladas o tubulares (Rzedowski, 2021).

Con base en lo anterior, *A. ludoviciana* (estafiate o artemisia mexicana), recurso forestal no maderable de amplia distribución en regiones templadas semiáridas, se posiciona como un ejemplo representativo del aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. Su potencial productivo y funcional permite articular conservación, innovación tecnológica e impacto social. En este contexto, la presente investigación la adopta como objeto de estudio, con el propósito de generar conocimiento que contribuya a su valorización y uso responsable.

Figura 1.

Artemisia ludoviciana, variante mexicana



Nota: Imagen obtenida del archivo del autor

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Preparación de los especímenes metálicos

El material utilizado en este estudio fue acero al carbono A-36, en la Tabla 1 se muestra su composición, con un contenido de carbono del 0.26 %. Los especímenes elaborados para los ensayos de pérdida de peso de acuerdo con la norma ASTM G 31-72 (ASTM, 1990) fueron placas metálicas de acero A-36, con dimensiones de 15.0 mm × 10.0 mm × 1.0 mm. Por otro lado, también se prepararon especímenes para las pruebas electroquímicas, los cuales fueron embebidos en resina epóxica dejando un área expuesta de 10.0 mm². Todos los especímenes fueron pulidos utilizando lijas de

carburo de silicio de grano 220, 400, 600 y 1000 para la obtención de una superficie lisa y uniforme. Posteriormente se lavaron con agua destilada, se desengrasaron con metanol y se secaron. Finalmente se almacenaron en un desecador hasta que fueron utilizados.

Tabla 1.

Composición química de los cupones de acero

Acero	Composición química (% peso)					
	C	Mn	P	S	Si	Fe
A-36	0.26	0.60 - 0.90	0.04	0.05	0.40	Balance

Nota: Elaboración propia

Obtención del extracto de *A. ludoviciana* (AL)

Las hojas secas de *A. ludoviciana* se lavaron con agua destilada e hipoclorito de sodio para eliminar impurezas y bacterias; posteriormente se dejaron secar a la sombra. Las hojas secas se molieron hasta obtener un polvo fino antes del proceso de extracción con disolvente. Se obtuvo el extracto a partir de 10 g de polvo de AL en 300 ml de agua destilada utilizando un aparato Soxhlet, durante 4 horas. Tras la extracción, la solución se enfrió y filtró, obteniendo el extracto de *A. ludoviciana* (EAL).

Preparación del medio ácido

Se utilizó una solución de H₂SO₄ 1M, y los diferentes medios de exposición se prepararon mediante la adición de varias concentraciones del EAL las cuales fueron de 0, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0 % volumen/volumen (v/v).

Evaluación por pérdida de peso

Los especímenes metálicos fueron expuestos en el medio de ácido sulfúrico sin y con presencia del EAL, durante 24 h. Los especímenes se extrajeron, enjuagaron con agua y metanol, secaron y se almacenaron en desecadores. La pérdida de peso se determinó según la norma ASTM G 31-72 (ASTM, 1990) determinando el peso del espécimen antes y después de la exposición al medio con inhibidor. La eficiencia de inhibición (EI) (%) se determinó mediante la ecuación (1) (Saxena et al., 2018).

$$EI (\%) = \frac{W_0 - W_{inh}}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

Dónde: W_0 y W_{inh} son el peso del metal en ausencia y presencia del extracto, respectivamente.

Pruebas Electroquímicas

Las pruebas electroquímicas se realizaron en una celda electroquímica de tres electrodos. El arreglo experimental consistió en electrodo de trabajo de acero A-36, un electrodo de referencia de calomel saturado (ECS) y una varilla de grafito como electrodo auxiliar. Se empleó un potencióstato/galvanostato Gill de ACM Instruments.

Mediciones de espectroscopia de impedancia electroquímica (EIE)

Las mediciones de EIE se llevaron a cabo utilizando señales de corriente alterna con una amplitud de 20 mV, en el rango de frecuencia de 10.0 kHz a 1.0 Hz. La eficiencia de inhibición EI (%) se calculó utilizando la ecuación (2) (Haldhar et al., 2018a).

$$EI (\%) = \frac{R_{ctinh} - R_{ct}}{R_{ctinh}} \times 100 \quad (2)$$

Dónde: R_{ct} y R_{ctinh} son la resistencia de transferencia de carga en ausencia y presencia del extracto, respectivamente.

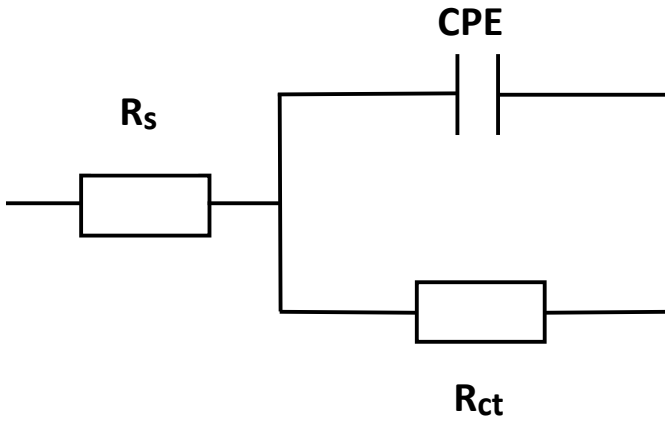
Adicionalmente, los datos obtenidos se ajustaron al circuito de Randles que se muestra en la (Figura 2) usando el software EIS Spectrum Analyzer 1.0 (Pomerantsev, 2005).

Mediciones de Resistencia a la Polarización Lineal (RPL)

Se realizaron mediciones de RPL desde un potencial catódico de -20 mV cercano al potencial de circuito abierto (OCP) hasta un potencial anódico de +20 mV cercano a OCP, a una velocidad de barrido de 10 mV/s para estudiar la resistencia a la polarización. La eficiencia de inhibición EI (%) se calculó mediante la ecuación (3) (Mourya, 2014).

Figura 2.

Circuito de Randles utilizado para ajustar datos



Nota: Elaboración propia

Mediciones de Resistencia a la Polarización Lineal (RPL)

Se realizaron mediciones de RPL desde un potencial catódico de -20 mV cercano al potencial de circuito abierto (OCP) hasta un potencial anódico de +20 mV cercano a OCP, a una velocidad de barrido de 10 mV/s para estudiar la resistencia a la polarización. La eficiencia de inhibición EI (%) se calculó mediante la ecuación (3) (Mourya, 2014).

$$EI (\%) = \frac{RPL_{inh} - RPL}{RPL_{inh}} \times 100 \quad (3)$$

Dónde: RPL y RPL_{inh} son la resistencia a la polarización lineal en ausencia y presencia del extracto, respectivamente.

Pruebas de Polarización Potenciodinámica

Las mediciones potenciodinámicas de Tafel se iniciaron desde la dirección catódica hasta la anódica, $E = E_{corr} \pm 250$ mV, con una velocidad de barrido de 1.0 mV/s. La eficiencia de inhibición IE (%) para la técnica potenciodinámica se calculó mediante la ecuación (4) (Boumhara et al., 2019). Las mediciones se realizaron después de 24 horas de inmersión. El equipo que se utilizó es un potenciostato-galvanostato (instrumento Gill

ACM) controlado por computadora y los datos se analizaron mediante la interfaz electroquímica del analizador.

$$EI (\%) = \frac{I_{\text{corr}}^{\circ} - I_{\text{corr}}}{I_{\text{corr}}^{\circ}} \times 100 \quad (4)$$

Dónde: I_{corr}° e I_{corr} son las densidades de corriente de corrosión inhibida y no inhibida, respectivamente, determinadas por extrapolación de líneas de Tafel catódicas al potencial de corrosión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de pérdida de peso

Los valores de las tasas de corrosión, la eficiencia de inhibición (EI) y la cobertura superficial (θ) obtenidos a partir de la medición gravimétrica en H_2SO_4 1 M sin y con diferentes concentraciones del inhibidor se registraron en la Tabla 2, dónde se muestra que, con concentraciones de inhibidor gradualmente crecientes, la velocidad de corrosión del acero disminuye gradualmente, es decir, la corrosión del acero es retardada debido a la presencia del EAL, mientras que la eficiencia de inhibición mejora con el aumento de la concentración del inhibidor. El valor máximo de EI (%) de 94.88% se alcanza a 7.5 (% v/v). Además, se observa que la EI de 7.5 y 10 (% v/v) tienen valores cercanos.

Tabla 2.

Velocidad de corrosión del acero después de 24 h de inmersión en 1 M H_2SO_4 a diferentes concentraciones de EAL

Concentración (%v/v)	0	1	2.5	5	7.5	10
Velocidad de corrosión (mg/cm²h)	8.434 9	2.9329	1.6297	0.6174	0.4313	0.4611
EI (%)		65.228	80.678	92.679	94.886	94.533
Cobertura superficial (θ)		0.6522	0.8067	0.9267	0.9488	0.9453

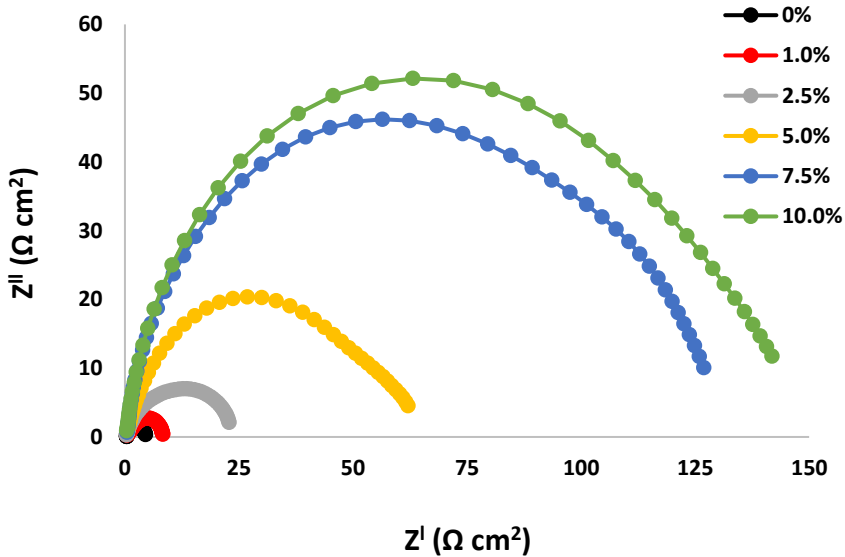
Nota: Elaboración propia

Mediciones de espectroscopia de impedancia electroquímica (EIE)

En la Figura 3 se muestra el diagrama de Nyquist para los ensayos realizados sin y con inhibidor de EAL y en la Figura 4 un acercamiento de las tres concentraciones más bajas, en las gráficas se puede apreciar una serie de semicírculos deprimidos, lo anterior indica que la corrosión del acero en una solución ácida de H_2SO_4 1 M está controlada principalmente por un proceso de transferencia de carga. También se observa que el EAL modificó la respuesta de impedancia del acero. En ambos diagramas se observa que el tamaño del semicírculo aumenta a medida que aumenta la concentración, lo que indica un incremento de la eficiencia de protección. Este comportamiento es característico de los electrodos sólidos y a menudo se denomina dispersión de frecuencia, atribuyéndose a la rugosidad y otras heterogeneidades de la superficie sólida (Quraishi et al., 2010).

Figura 3.

Diagramas de Nyquist de acero en H_2SO_4 1 M a diferentes concentraciones de EAL



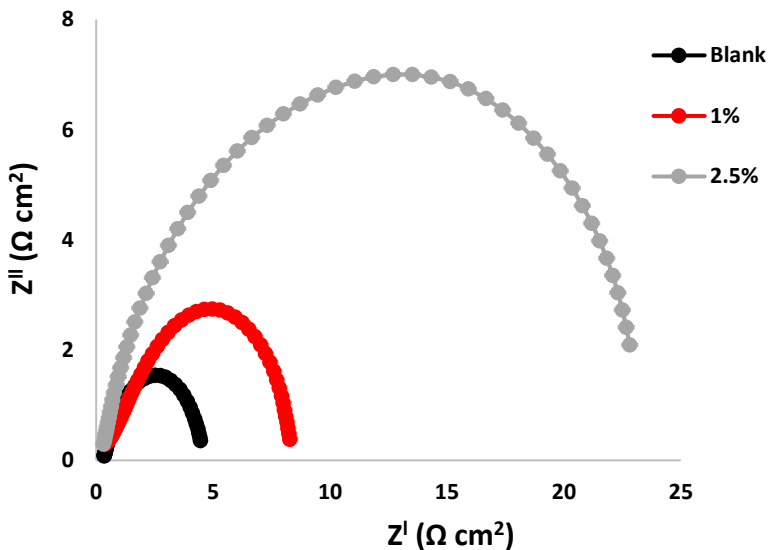
Nota: Elaboración propia

Los datos que se determinaron mediante el ajuste al modelo de circuito eléctrico equivalente que se mostró en la Figura 2 se presentan en la Tabla 3. En este circuito equivalente, R_s es la resistencia de la solución, R_{ct} es la resistencia de transferencia de carga y CPE es un elemento de fase constante. Los resultados muestran que, al aumentar la concentración del inhibidor, los valores de capacitancia efectiva C_{dl} disminuyen y la

eficiencia de inhibición aumenta. La disminución en los valores de C_{dl} puede atribuirse a una disminución en la constante dieléctrica local y/o un aumento en el espesor de la doble capa eléctrica, lo que sugiere que el EAL actúa por adsorción en la interfaz acero /solución (Singh y Quraishi, 2010). Por lo tanto, el cambio en los valores de C_{dl} se atribuye al reemplazo gradual de moléculas de agua por la adsorción de EAL en la superficie del metal, disminuyendo el grado de disolución del metal (Singh et al., 2010).

Figura 4.

Diagramas de Nyquist del acero en H_2SO_4 1M a diferentes concentraciones de EAL, (acercamiento en primer plano de las concentraciones al 1% y al 2,5%).



Nota: Elaboración propia

Los datos que se determinaron mediante el ajuste al modelo de circuito eléctrico equivalente que se mostró en la Figura 2 se presentan en la Tabla 3. En este circuito equivalente, R_s es la resistencia de la solución, R_{ct} es la resistencia de transferencia de carga y CPE es un elemento de fase constante. Los resultados muestran que, al aumentar la concentración del inhibidor, los valores de capacitancia efectiva C_{dl} disminuyen y la eficiencia de inhibición aumenta. La disminución en los valores de C_{dl} puede atribuirse a una disminución en la constante dieléctrica local y/o un aumento en el espesor de la doble capa eléctrica, lo que sugiere que el EAL actúa por adsorción en la interfaz acero /solución (Singh y Quraishi, 2010).

Por lo tanto, el cambio en los valores de Cdl se atribuye al reemplazo gradual de moléculas de agua por la adsorción de EAL en la superficie del metal, disminuyendo el grado de disolución del metal (Singh et al., 2010).

Tabla 3.

Datos obtenidos del ajuste con el circuito eléctrico después de 24 h de inmersión en 1 M H₂SO₄ a diferentes concentraciones de EAL

Concentración (% v/v)	R _s (Ω* cm ²)	R _{ct} (Ω*cm ²)	C _{dl} (μF/cm ²)	N	IE (%)
0	0.33	4.4	35.2	0.75	0
1.0	0.53	8.23	9.39	0.72	46.56
2.5	0.59	24.64	1.16	0.66	82.13
5.0	0.53	61.23	0.32	0.73	92.81
7.5	0.60	128.5	0.51	0.79	96.57
10.0	0.57	141.54	0.42	0.80	96.88

Nota: Elaboración propia

Mediciones de Resistencia a la Polarización Lineal (RPL)

Los resultados obtenidos mediante mediciones de RPL (Figura 5) y la eficiencia resultante calculada según la ecuación (3) se muestran en la Tabla 4. Se observa que, al aumentar la concentración de inhibidor, el valor de resistencia a la polarización lineal (RPL) aumenta y, en consecuencia, la densidad de corriente de corrosión disminuye, lo que indica que la eficiencia de EAL aumenta al aumentar la concentración de inhibidor.

Polarización Potenciodinámica (Curvas de Polarización)

Se realizaron mediciones de polarización para comprender la cinética de las reacciones anódicas y catódicas. Las curvas de polarización del acero a diversas concentraciones de EAL en soluciones ácidas de H₂SO₄ 1 M se muestran en la (Figura 6). Los parámetros electroquímicos derivados de las curvas se presentan en la (Tabla 5). A partir de estos resultados de polarización, se observa que los valores de I_{corr} disminuyeron en presencia de inhibidor. Mientras que los valores de E_{corr} se vuelven más negativos al aumentar la concentración de inhibidor, lo que refleja su naturaleza más catódica (Kumar et al., 2011). Como se puede observar en la (Figura 7), la adición de EAL a soluciones ácidas desplaza las ramas anódica y catódica del diagrama de Tafel a valores más bajos de densidad de corriente en todas las concentraciones, pero el ánodo está más polarizado. El EAL inhibe tanto la evolución de hidrógeno como la disolución de metales, lo que

sugiere que actúa como un inhibidor de tipo mixto (Lebrini et al., 2007). Los datos de polarización también confirman los resultados gravimétricos.

Tabla 4.

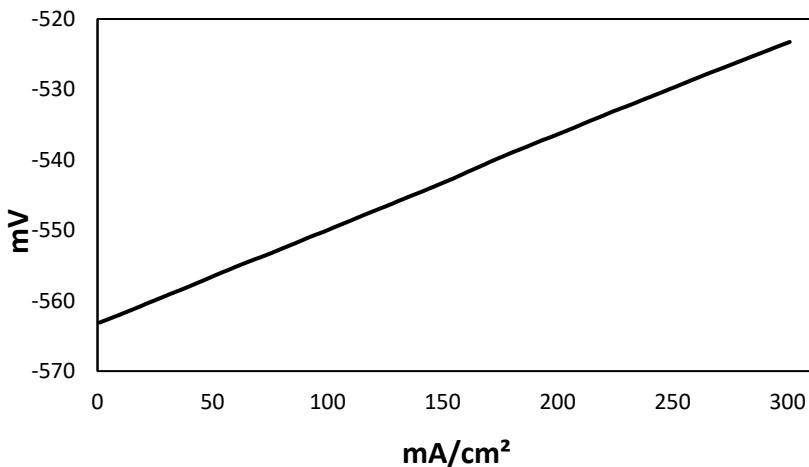
Resultados de RPL para diferentes concentraciones de EAL a las 24 horas de inmersión en H₂SO₄ 1M

Concentración (% v/v)	RPL (Ωcm^2)	EI (%)
0	4.62	0
1.0	8.19	43.58
2.5	25.77	82.07
5.0	50.96	90.93
7.5	105.49	95.62
10.0	124.48	96.28

Nota: Elaboración propia

Figura 5.

Gráfico de resistencia a la polarización del acero en H₂SO₄ con 5% de EAL añadido después de 24 h de inmersión



Nota: Elaboración propia

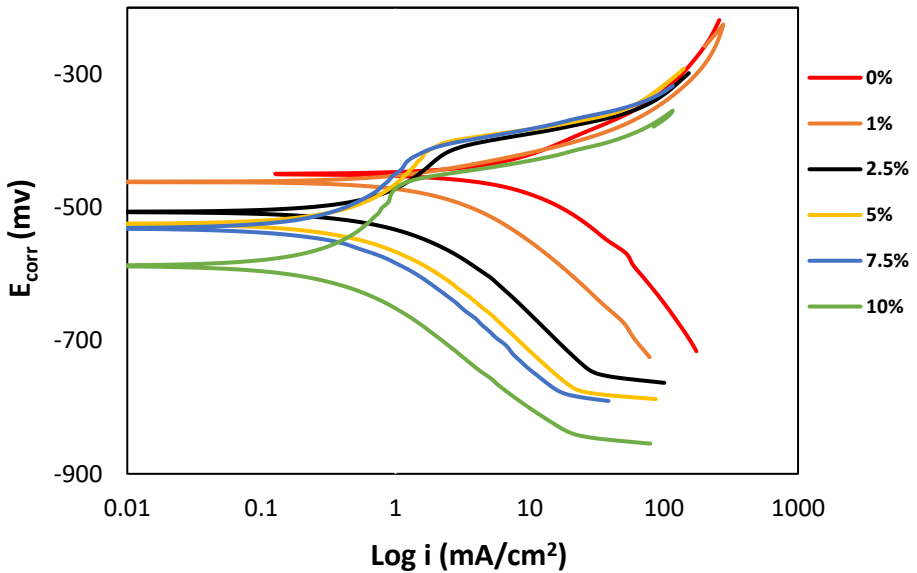
Polarización Potenciodinámica (Curvas de Polarización)

Se realizaron mediciones de polarización para comprender la cinética de las reacciones anódicas y catódicas. Las curvas de polarización del acero a

diversas concentraciones de EAL en soluciones ácidas de H_2SO_4 1 M se muestran en la (Figura 6). Los parámetros electroquímicos derivados de las curvas se presentan en la (Tabla 5). A partir de estos resultados de polarización, se observa que los valores de I_{corr} disminuyeron en presencia de inhibidor. Mientras que los valores de E_{corr} se vuelven más negativos al aumentar la concentración de inhibidor, lo que refleja su naturaleza más catódica (Kumar et al., 2011). Como se puede observar en la (Figura 7), la adición de EAL a soluciones ácidas desplaza las ramas anódica y catódica del diagrama de Tafel a valores más bajos de densidad de corriente en todas las concentraciones, pero el ánodo está más polarizado. El EAL inhibe tanto la evolución de hidrógeno como la disolución de metales, lo que sugiere que actúa como un inhibidor de tipo mixto (Lebrini et al., 2007). Los datos de polarización también confirman los resultados gravimétricos.

Figura 6.

Curvas de polarización con y sin de diferentes concentraciones de EAL en H_2SO_4 1M a las 24 h



Nota: Elaboración propia

Isoterma de adsorción

Las isotermas de adsorción se utilizan habitualmente para describir el proceso de adsorción. El mecanismo de inhibición de la corrosión puede

explicarse basándose en el comportamiento de adsorción. Para obtener más información sobre el tipo de interacción entre las moléculas inhibitoras y la superficie del acero, se aplicaron las isoterma de adsorción más utilizadas para ajustar la cobertura superficial (θ). La isoterma de adsorción de Langmuir fue la que mejor se ajustó (Figura 7) y puede describirse mediante la ecuación (5) (Haldhar et al., 2018b). La asociación de la isoterma de adsorción de Langmuir indica que la inhibición de la corrosión se debe a la formación de una película quimisorbida en la superficie metálica.

Tabla 5.

Parámetros de polarización potenciodinámica para la corrosión del acero en H_2SO_4 1 M en ausencia y presencia de diferentes concentraciones de EAL a 24 h de inmersión

Concentración (% v/v)	E_{corr} (mV)	b_c (mV)	b_a (mV)	I_{corr} (mA*cm ²)	IE (%)
0	-450	238.58	143.57	34.83	0
1.0	-475	181.07	108.10	25.08	27.99
2.5	-506	187.80	172.81	24.40	29.94
5.0	-525	177.55	199.30	19.05	45.30
7.5	-531	173.88	150.04	18.32	47.40
10.0	-588	155.48	135.26	11.38	67.32

Nota: Elaboración propia

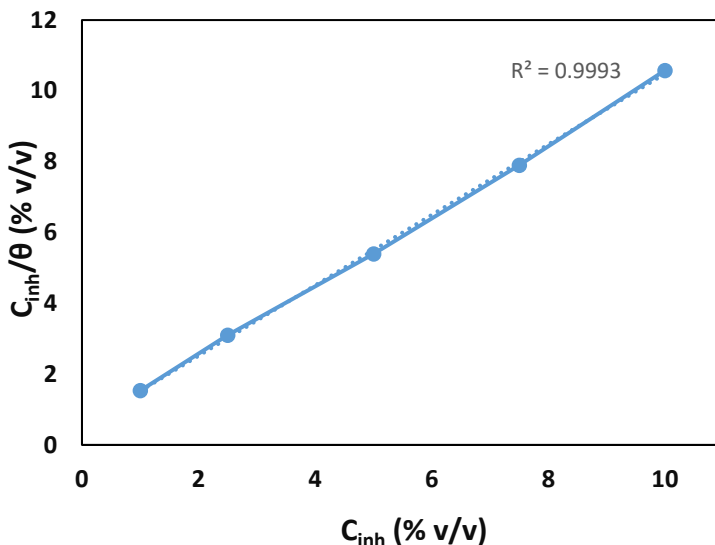
Isoterma de adsorción

Las isoterma de adsorción se utilizan habitualmente para describir el proceso de adsorción. El mecanismo de inhibición de la corrosión puede explicarse basándose en el comportamiento de adsorción. Para obtener más información sobre el tipo de interacción entre las moléculas inhibitoras y la superficie del acero, se aplicaron las isoterma de adsorción más utilizadas para ajustar la cobertura superficial (θ). La isoterma de adsorción de Langmuir fue la que mejor se ajustó (Figura 7) y puede describirse mediante la ecuación (5) (Haldhar et al., 2018b). La asociación de la isoterma de adsorción de Langmuir indica que la inhibición de la corrosión se debe a la formación de una película quimisorbida en la superficie metálica.

$$\frac{Cinh}{\theta} = \frac{1}{K} + Cinh \quad (5)$$

Figura 7.

Diagrama de isoterma de adsorción de Langmuir para acero en H_2SO_4 1 M a diferentes concentraciones de EAL



Nota: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que el extracto de *A. ludoviciana* posee un gran potencial como inhibidor verde de la corrosión del acero en medio ácido (H_2SO_4 1 M). Este hallazgo no solo confirma la eficacia del extracto para disminuir la velocidad de corrosión, lo que se observa tanto en las mediciones gravimétricas como en los análisis electroquímicos, sino que también refleja la capacidad de los compuestos naturales como aliados en la protección de los materiales metálicos.

Al incrementarse la concentración del extracto, la disminución de la velocidad de corrosión fue evidente, alcanzando una eficiencia superior al 90 % con una adición del 5 % v/v, lo cual es comparable a los inhibidores sintéticos comerciales. Este comportamiento sugiere la formación de una capa protectora estable sobre la superficie del acero, en correlación con la isoterma de adsorción de Langmuir, que indica un proceso de quimisorción.

Más allá de los resultados técnicos, el estudio muestra el potencial de los recursos forestales no maderables como la *A. ludoviciana*, una especie que crece de manera silvestre y cuya utilización responsable puede aportar

soluciones sostenibles en campos tradicionalmente dominados por los productos químicos sintéticos. Integrar extractos vegetales en procesos industriales abre la posibilidad de reducir el impacto ambiental asociado al uso de inhibidores tóxicos.

En conjunto, estos resultados no solo confirman la eficacia del extracto vegetal como inhibidor mixto, con predominio anódico, sino que también respaldan la importancia de explorar los recursos naturales con un enfoque sustentable y multidisciplinario, donde la investigación científica se alinee con la preservación del entorno y el aprovechamiento responsable de la biodiversidad.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Gaber, A. M., Abd-El-Nabey, B. A., Sidahmed, I. M., El-Zayady, A. M., & Saadawy, M. (2006). Inhibitive action of some plant extracts on the corrosion of steel in acidic media. *Corrosion science*, 48(9), 2765-2779.
- ASTM, G. (1990). 31, Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. *American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA*.
- Barbu, C. A., Fierascu, I., Semenescu, A., & Cotrut, C. M. (2025). Critical Review Regarding the Application of Plant Extracts as Eco-Friendly Corrosion Inhibitors—A Sustainable Interdisciplinary Approach. *Molecules*, 30(18), 3722.
- Benarioua, M., Mihi, A., Bouzeghaia, N., & Naoun, M. (2019). Mild steel corrosion inhibition by Parsley (*Petroselinum Sativum*) extract in acidic media. *Egyptian Journal of Petroleum*, 28(2), 155-159.
- Berkes, F. (2017). Environmental governance for the anthropocene? Social-ecological systems, resilience, and collaborative learning. *Sustainability*, 9(7), 1232.
- Boumhara, K., Harhar, H., Tabyaoui, M., Bellaouchou, A., Guenbour, A., & Zarrouk, A. (2019). Corrosion inhibition of mild steel in 0.5 M H₂SO₄ solution by Artemisia herba-alba oil. *Journal of Bio-and Tribo-Corrosion*, 5(1), 8.
- Chevalier, M., Lebrini, M., Robert, F., Sutour, S., Tomi, F., Jama, C., ... & Roos, C. (2019). Investigation of corrosion inhibition efficiency of Amazonian tree alkaloids extract for C38 steel in 1M hydrochloric media. *International Journal of Electrochemical Science*, 14(2), 1208-1223.
- Clark, J. H., Luque, R., & Matharu, A. S. (2012). Green chemistry, biofuels, and biorefinery. *Annual review of chemical and biomolecular engineering*, 3(1), 183-207.

- Daily, G. C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P. M., Mooney, H. A., Pejchar, L., ... & Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 21-28.
- Haldhar, R., Prasad, D., & Saxena, A. (2018a). Myristica fragrans extract as an eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 0.5 M H₂SO₄ solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(2), 2290-2301.
- Haldhar, R., Prasad, D., & Saxena, A. (2018b). Armoracia rusticana as sustainable and eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 0.5 M sulphuric acid: Experimental and theoretical investigations. *Journal of environmental chemical engineering*, 6(4), 5230-5238.
- Hassan, H. H., Abdelghani, E., & Amin, M. A. (2007). Inhibition of mild steel corrosion in hydrochloric acid solution by triazole derivatives: Part I. Polarization and EIS studies. *Electrochimica Acta*, 52(22), 6359-6366.
- Kadhim, A., Al-Amiery, A. A., Alazawi, R., Al-Ghezi, M. K. S., & Abass, R. H. (2021). Corrosion inhibitors. A review. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*, 10(1), 54-67.
- Karki, N., Neupane, S., Gupta, D. K., & Yadav, A. P. (2023). Electrochemical study on the effect of polar and non-polar extract of Artemisia vulgaris on the corrosion inhibition of mild steel in an acidic medium. *RSC advances*, 13(11), 7603-7613.
- Kumar, K. V., Pillai, M. S. N., & Thusnavis, G. R. (2011). Seed extract of Psidium guajava as ecofriendly corrosion inhibitor for carbon steel in hydrochloric acid medium. *Journal of Materials Science & Technology*, 27(12), 1143-1149.
- Lebrini, M., Lagrenée, M., Traisnel, M., Gengembre, L., Vezin, H., & Bentiss, F. (2007). Enhanced corrosion resistance of mild steel in normal sulfuric acid medium by 2, 5-bis (n-thienyl)-1, 3, 4-thiadiazoles: electrochemical, X-ray photoelectron spectroscopy and theoretical studies. *Applied Surface Science*, 253(23), 9267-9276.
- Li, X., Deng, S., Fu, H., & Xie, X. (2014). Synergistic inhibition effects of bamboo leaf extract/major components and iodide ion on the corrosion of steel in H₃PO₄ solution. *Corrosion Science*, 78, 29-42.
- Mourya, P., Banerjee, S., & Singh, M. M. (2014). Corrosion inhibition of mild steel in acidic solution by Tagetes erecta (Marigold flower) extract as a green inhibitor. *Corrosion Science*, 85, 352-363.

- Nnanna, L. A., Owate, I. O., Nwadiuko, O. C., Ekekwe, N. D., & Oji, W. J. (2013). Adsorption and corrosion inhibition of *Gnetum africana* leaves extract on carbon steel. *Int. J. Mater. Chem*, 3(1), 10-16.
- Okafor, P. C., Ebiekpe, V. E., Azike, C. F., Egbung, G. E., Brisibe, E. A., & Ebenso, E. E. (2012). Inhibitory action of *Artemisia annua* extracts and artemisinin on the corrosion of mild steel in H₂SO₄ solution. *International Journal of Corrosion*, 2012(1), 768729.
- Onukwuli, O. D., Anadebe, V. C., Nnaji, P. C., Okafor, N. A., Abeng, F. E., Chidiebere, M. A., ... & Guo, L. (2021). Effect of pigeon pea seed (isoflavone) molecules on corrosion inhibition of mild steel in oilfield descaling solution: electro-kinetic, DFT modeling and optimization studies. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 18(11), 2983-3005.
- Pomerantsev, A. L. (2005). Progress in chemometrics research. Nova Publishers.
- Quraishi, M. A., Singh, A., Singh, V. K., Yadav, D. K., & Singh, A. K. (2010). Green approach to corrosion inhibition of mild steel in hydrochloric acid and sulphuric acid solutions by the extract of *Murraya koenigii* leaves. *Materials chemistry and Physics*, 122(1), 114-122.
- Raja, P. B., & Sethuraman, M. G. (2008). Natural products as corrosion inhibitor for metals in corrosive media—a review. *Materials letters*, 62(1), 113-116.
- Rzedowski Rotter, J. (1985). Flora fanerogámica del Valle de México.
- Saxena, A., Prasad, D., & Haldhar, R. (2018). Investigation of corrosion inhibition effect and adsorption activities of *Cuscuta reflexa* extract for mild steel in 0.5 M H₂SO₄. *Bioelectrochemistry*, 124, 156-164.
- Sheydaei, M. (2024). The use of plant extracts as green corrosion inhibitors: A review. *Surfaces*, 7(2), 380-403.
- Singh, A. K., & Quraishi, M. A. (2010). Effect of Cefazolin on the corrosion of mild steel in HCl solution. *Corrosion Science*, 52(1), 152-160.
- Singh, A., Singh, V. K., & Quraishi, M. A. (2010). Effect of fruit extracts of some environmentally benign green corrosion inhibitors on corrosion of mild steel in hydrochloric acid solution. *Journal of materials and environmental science*, 1(3), 162-174.
- Suarez, M. A. G. (2022). Identificación de sabores in silico de compuestos presentes en *Artemisia ludoviciana* de acuerdo con la medicina china.
- Tan, B., Xiang, B., Zhang, S., Qiang, Y., Xu, L., Chen, S., & He, J. (2021). Papaya leaves extract as a novel eco-friendly corrosion inhibitor

- for Cu in H₂SO₄ medium. *Journal of colloid and interface science*, 582, 918-931.
- Tehrani, M. E. H. N., Ghahremani, P., Ramezanzadeh, M., Bahlakeh, G., & Ramezanzadeh, B. (2021). Theoretical and experimental assessment of a green corrosion inhibitor extracted from *Malva sylvestris*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(3), 105256.
- Torralba, M., Fagerholm, N., Hartel, T., Moreno, G., & Plieninger, T. (2018). A social-ecological analysis of ecosystem services supply and trade-offs in European wood-pastures. *Science Advances*, 4(5), eaar2176.
- Verma, C., Ebenso, E. E., Quraishi, M. A., & Hussain, C. M. (2021). Recent developments in sustainable corrosion inhibitors: design, performance and industrial scale applications. *Materials Advances*, 2(12), 3806-3850.
- Zaferani, S. H., Sharifi, M., Zaarei, D., & Shishesaz, M. R. (2013). Application of eco-friendly products as corrosion inhibitors for metals in acid pickling processes—A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 652-657.
- Zhao, W., Li, F., Lv, X., Chang, J., Shen, S., Dai, P., ... & Cao, Z. (2023). Research progress of organic corrosion inhibitors in metal corrosion protection. *Crystals*, 13(9), 1329.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero proporcionado por la Dirección General de Investigación Posgrado, de la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través del proyecto PROFAPI 2015/196, cuyo título es: “Evaluación de extractos naturales de *Artemisia ludoviciana* (Estafiate) y *Pithecellobium dulce* (Guamúchil) como inhibidores verdes de la corrosión en metales”

SÍNTESIS CURRICULAR

M.C. Haniel Nephtalí Flores-Cortez

Ingeniero Industrial con especialidad en Calidad y Productividad por el Instituto Tecnológico de Los Mochis. Maestro en Ciencias de la Ingeniería por la Universidad Autónoma de Sinaloa y Doctorando en Ciencias de la Ingeniería en la misma, especializado en Deterioro de Materiales. Miembro de la Asociación Mexicana de Electroquímica (desde 2017) y de la Sociedad Mexicana de Materiales A.C. (desde 2019). Docente en el programa de Ingeniería en Sistemas de Calidad en la Universidad

Autónoma Indígena de México, Unidad Los Mochis. Encargado de Servicio Social y Estadía Profesional (2021) y actualmente es jefe del Departamento de Evaluación y Acreditación de Planes y Programas Educativos. Correo electrónico: haniel.florescortez@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5879-1958>

Dra. Rosa Elba Núñez-Jaquez

Ingeniero Industrial Químico por el Instituto Tecnológico de Chihuahua, con Maestría y Doctorado en Ciencia de Materiales por el CIMAV. Profesora investigadora de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa, donde imparte docencia en licenciatura y posgrado. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Innovadores (SNII) Nivel 1 del SECIHTI y del SSIT-CONFIE. Perfil Deseable PROMEP (SEP), miembro activo de la Sociedad Mexicana de Electroquímica. Ha dirigido más de 30 tesis y participado en 10 proyectos de investigación, con publicaciones en revistas indexadas JCR y más de 80 ponencias en congresos nacionales e internacionales. Correo electrónico: ronunez@uas.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2330-6187>

Dr. Carlos Paulino Barrios-Durstewitz

Profesor Investigador Titular “C” en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa y miembro del Comité Académico del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería. Investigador Nacional Nivel I en el Sistema Nacional de Investigadores e Innovadores (SNII-SECIHTI) e Investigador Honorífico del SSIT-CONFIE. Perfil Deseable PROMEP (SEP). Docente en los programas de Licenciatura y Posgrado. Responsable de 10 proyectos PROFAPI, PROMEP y CONACYT, miembro activo de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y ALCONPAT-México. Ha participado en más de 60 congresos nacionales e internacionales y publicados artículos sobre corrosión y ciencia de materiales. Correo electrónico: durstewitz@uas.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5742-9559>

Dr. Adrián Bórquez-Mendivil

Doctor en Ciencias de la Ingeniería por la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), donde también obtuvo los grados de Ingeniero Civil y Maestro en Ciencias de la Ingeniería. Es colaborador del Cuerpo Académico Consolidado “Ciencia de Materiales e Ingeniería Civil” (UAS-CA-221). Ha contribuido con publicaciones en revistas indexadas de alto impacto, la dirección de tesis de licenciatura y la formación de recursos

humanos. Participa activamente en congresos nacionales e internacionales y se desempeña como revisor en revistas científicas internacionales. Cuenta con la distinción de Investigador otorgada por el Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos. Correo electrónico: adrian.borquez.fim@uas.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4765-0791>.

Dr. Juan Pablo Flores-De los Ríos

Ingeniero en Ciencia de Materiales por la Universidad Juárez del Estado de Durango, con Maestría y Doctorado en Ciencia de Materiales por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV). Posee 11 años de experiencia en los sectores minero e industrial, y 14 años de trayectoria docente. Ha participado en proyectos de investigación financiados y en múltiples congresos nacionales e internacionales, con más de 40 publicaciones en revistas de alto impacto. Ha dirigido 18 tesis de licenciatura, una de maestría y una de doctorado, y actualmente supervisa tres tesis doctorales, una de licenciatura y un proyecto posdoctoral. Se desempeña como profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Chihuahua. Correo electrónico: jpdelosrios@uach.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4691-3118>.

Mujeres indígenas, territorio y resistencia: las *hñahñus* y el sistema tradicional de producción del maguey
Indigenous women, territory and resistance: the *Hñahñu* and the traditional maguey production system

Alexis Rosas Morales¹, Marie Christine Renard Hubert²

Resumen

El modo de vida *hñahñu* u *otomí* en el Valle del Mezquital se caracteriza por la interdependencia con el maguey pulquero. Sin embargo, desde la segunda mitad del siglo XX esta planta perdió importancia. La Alegría del Maguey es una cooperativa que nace a inicios de los años noventa del siglo pasado en el Alto Mezquital Hidalguense, la integran dos hombres y dieciséis campesinas *hñahñus*. Se muestran cuatro escalas espaciales de la vida cotidiana de las mujeres en donde el sistema agrícola tradicional del maguey pervive: la milpa, el espacio doméstico, la cooperativa y la comunidad. Se destaca la conexión que tienen las mujeres con esta planta, que va de lo concreto cotidiano a lo abstracto, permitiendo aproximaciones para comprender los significados del territorio para las mujeres *hñahñus*. Se concluye que, para estas mujeres, el maguey, desde la época precolombina, ha sido una alternativa importante para cubrir sus necesidades y un recurso territorial que les ha permitido generar impactos positivos comunitarios y para

ellas, pero con costos personales muy altos. El marco referencial se basó en estudios de género y territorio, la teoría decolonial, la diversidad biocultural y la etnobotánica de Efraím Hernández Xolocotzi. La metodología de trabajo de campo fue cualitativa a través de la entrevista en profundidad y la observación participante. Se realizaron once entrevistas a las mujeres de la cooperativa en los años 2024 y 2025, y cuatro reuniones con todos los integrantes del 2022 al 2025.

Palabras clave: mujeres *hñahñus*, otomíes, maguey, territorio, cooperativa de mujeres campesinas

Abstract

The *Hñahñu* or *Otomí* way of life in the Mezquital Valley is characterized by its interdependence with the pulquero maguey. However, in Mexico, since the second half of the 20th century, the decline of this plant has worsened. La Alegría del Maguey is a cooperative that emerged in the early 1990s in the Alto Mezquital region of Hidalgo, it is composed of two men and sixteen

¹ Universidad Autónoma Chapingo

² Universidad Autónoma Chapingo

Hñahñu women farmers. Four spatial scales of women's daily lives are presented, in which the traditional agricultural system of maguey persists: the milpa (cornfield), the domestic space, the cooperative, and the community. The connection that women have with this plant is emphasized, ranging from the concrete aspects of daily life to the abstract, allowing for approaches that help understand the meanings of territory for Hñahñu women. It is concluded that for these women, maguey—since pre-Columbian times—has been an alternative resource to meet their needs and a territorial asset that has enabled them to generate positive impacts for their communities

and for women themselves, though at very high costs for them. The reference framework was based on studies of gender and territory, decolonial theory, the biocultural diversity and the ethnobotany of Efraím Hernández Xolocotzi. Fieldwork methodology was qualitative, combining in-depth interviews and participant observation. Eleven interviews were conducted with the women of the cooperative during 2024 and 2025, and four meetings were held with all members from 2022 to 2025.

Keywords: Hñahñu women, otomíes, maguey, territory, peasant women cooperative

INTRODUCCIÓN

Las mujeres indígenas y campesinas son gestoras, receptoras y transmisoras de técnicas de producción agrícola integral que provienen de culturas milenarias, sin embargo, desde la colonia las comunidades étnicas, en general, fueron reducidas a una referencia negativa, ignorando sus aportes en cualquier campo (Ramírez, 2007; Vessuri, 2004), peor aún para las mujeres racializadas, de color, indígenas, campesinas y de sectores populares, pues su identidad e intelecto se construyeron a partir de múltiples opresiones y desigualdades; existe una mirada colonizadora sobre sus cuerpos, saberes, producciones, por lo que es necesario partir desde otros puntos de vista (Ribeiro, 2023).

De acuerdo con los estudios de género y territorio, las funciones femeninas en el medio rural ligadas al trabajo reproductivo, productivo y comunitario implican desigualdades, pero también las convierten en un grupo particularmente sensible al deterioro natural. No obstante, esas mismas funciones potencian su papel de reproducción de una cultura ambiental más respetuosa de la naturaleza, ligada más a una lógica de bienestar que a una racionalidad meramente económica y mercantil (Sánchez y Espinosa, 2003; Shiva, 1995). En esta línea argumentativa, se presenta la experiencia de la cooperativa Alegría del Maguey (LAM), compuesta en su gran mayoría por mujeres campesinas *hñahñus* de la comunidad de San Andrés Daboxtha, municipio de Cardonal, en el Alto Mezquital Hidalguense. Elaboran de manera artesanal sirope de agave, mejor conocida entre las comunidades como miel de maguey.

El objetivo de este artículo es identificar y mostrar, junto con la experiencia de la cooperativa LAM, las dimensiones femeninas de lo que significa el territorio y los aportes que generan y constituyen las campesinas *hñahñus* en la práctica y la conservación de los sistemas productivos tradicionales, en este caso, el sistema productivo tradicional del maguey. Las preguntas que guiaron la discusión son: ¿Cuáles son las relaciones etnobotánicas entre las mujeres *hñahñus* con el maguey a través del tiempo? ¿Cuáles son las dimensiones de lo que significa el territorio para las mujeres *hñahñus* de LAM?, ¿Cuál es el papel y la participación de estas mujeres en la pervivencia y la conservación del sistema productivo tradicional del maguey? y ¿Cuáles son las implicaciones y los retos de la actividad agrícola de las *hñahñus* de LAM? Primero, se discute la necesidad y la importancia de la revalorización de los sistemas productivos tradicionales y de los aportes de las mujeres indígenas para la conservación de los mismos. Después, se abordan de manera general las relaciones etnobotánicas que el pueblo y específicamente las mujeres *hñahñus* han tenido con el maguey desde la época precolombina explorando cómo las mujeres, a través del maguey, han procurado la reproducción social, económica, cultural y epistémica de su pueblo. Posteriormente, se muestra la experiencia de las campesinas de la cooperativa LAM en cuatro espacios en donde se desarrolla la vida cotidiana de estas mujeres para descubrir cómo pervive el sistema productivo tradicional del maguey y acercarse a las dimensiones femeninas de sentir y construir el territorio. Finalmente, están las conclusiones.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para lograr el objetivo se partió de los planteamientos de la teoría descolonial que propone enfrentar los “borramientos sistémicos” y las violencias que se han generado a partir del mercantilismo, colonialismo e imperialismo y que han arrasado con formas muy antiguas de vida por todo el mundo, pero con una intersección constitutiva agravada en el caso de las mujeres indígenas, campesinas y de sectores populares del Sur Global. Por su parte, el enfoque de género y territorio, en este caso, contribuyó a hacer visibles las múltiples relaciones de las mujeres indígenas y el territorio como una simbiosis viva, compleja, dinámica y fundamental para su subsistencia, pero también implicó desentrañar las desigualdades, las luchas cotidianas y las resistencias que van aparejadas. Además, se consideraron las perspectivas de la diversidad biocultural y la exploración etnobotánica del maestro Xolocotzi “que abarca todas las relaciones entre los grupos humanos y las plantas” (Hernández, Xolocotzi, 1971, p. 9). Ambos enfoques evidencian la lucha, los aportes y las potencialidades de

las comunidades indígenas y campesinas en la conservación de los sistemas productivos tradicionales frente a las crisis actuales; de manera general, dialogan por el reconocimiento de la diversidad epistémica y productiva de los pueblos indígenas y campesinos.

Para la recopilación de la información y los datos las técnicas fueron documental y de campo. La documental por medio de investigación bibliográfica. La metodología de trabajo de campo fue cualitativa a través de la entrevista en profundidad y la observación participante, “métodos congruentes con la idea de generar un conocimiento situado que supone la inserción del analista en la sociedad que va a estudiar, lo que de inicio obliga a reconocer el momento, el contexto y el sentido del estudio” (Espinosa, 2009, p. 32). Se realizaron un total de once entrevistas en profundidad a las mujeres *hñahñus* de la cooperativa LAM en los años 2024 y 2025. La edad promedio de las participantes es de 63.7 siendo la menor con 52 y la mayor con 77 años de edad. Seis son fundadoras, cuatro se integraron a la cooperativa entre uno y tres años después del inicio de la organización y una es sucesora por parte de su madre. Por lo tanto, todas, excepto la socia sucesora, tienen más de treinta años de experiencia organizativa. Son hablantes de su lengua materna *hñahñu* (la mayoría también habla español) y se asumen como mujeres indígenas *hñahñus* y campesinas. Para cuidar el anonimato, los nombres de las mujeres fueron modificados. Finalmente, entre los años 2022 y 2025 hubo cuatro reuniones con todos los miembros de la organización.

ANTECEDENTES

Privilegio epistémico y colonialidad

A partir de la colonia, se generó una división racista de la sociedad y del trabajo con base en la imposición de un nuevo paradigma en donde la cultura occidental era superior a todas las demás, por lo tanto, hubo culturas y saberes avasallados (Quijano, 2014; Segato, 2015). Después, con el discurso del desarrollismo, en Latinoamérica, se priorizó el axioma del modelo occidental de “modernidad y desarrollo” como arquetipo para alcanzar el bienestar humano. Este paradigma está basado en una racionalidad económica (Leff, 1998) con el crecimiento económico, la industrialización y la “modernidad” como modelos sociales para lograr bienestar (Escobar, 2007) y ya entrado el siglo XXI, la globalización mundial y la hegemonía de la economía financiera (Touraine, 2011).

“Quien posee el privilegio social, posee el privilegio epistémico” (Ribeiro, 2023, p. 34), entonces, desde la colonia, las culturas y los saber-hacer contextualizados de los grupos sociales autóctonos fueron desvalorizados y reducidos a una referencia negativa, colocados en una posición relativa desventajosa, enfrentándolos a un cierto ideal relacionado con la ciencia y tecnología importadas que los sustituyeron; esto supuso el uso de reglas semánticas y morales que formaron parte de la estructuración y legitimación de una cultura (Ramírez, 2007). Por otro lado, la tecnociencia se convirtió en un arma muy poderosa al servicio de los sistemas de dominación y colonización (Vessuri, 2004). En consecuencia, las comunidades indígenas y campesinas fueron convertidas en un símbolo de un “supuesto atraso”, negando absolutamente su creatividad en cualquier campo, sea artístico, técnico o productivo, epistémico (Vessuri, 2004). Específicamente, en el quehacer agrícola hubo un debilitamiento y arrasamiento de los sistemas productivos locales y de las cadenas tradicionales de producción desconociendo -escribió el maestro Xolocotzi- “el cariño, la meditación, el esfuerzo creador que han vertido en el proceso domesticador de las plantas y en el mismo proceso de la ciencia agrícola” (Hernández-Xolocotzi, 1971, p. 24). Peor aún para las campesinas, pues el mundo del campesinado ha tenido como sujeto privilegiado al hombre; hasta hace poco tiempo la presencia, los aportes y conocimientos de estas mujeres habían sido ninguneados (Espinosa, 2009; Mies y Shiva, 2014).

Todos estos “supuestos” y modelos civilizatorios actualmente están en entredicho, la *Gran Crisis* polimorfa (ambiental, migratoria, política, sanitaria, energética, alimentaria, económica) que se vive es prueba evidente de la debacle humana (Bartra, 2013). Además, se ha mostrado que las comunidades indígenas, campesinas y los sectores populares del Sur Global (que consumen poca energía) viven las crisis de manera más aguda que las clases adineradas y los países ricos (que son los mayores consumidores de energía) por la materialidad diferenciada de la dominación (Bartra, 2013). En el Sur hay una creciente escasez generalizada -agua, alimentos, forraje, combustible- que va aparejada con el mal desarrollo y la destrucción ecológica. Estas consecuencias afectan más a las mujeres rurales (Shiva, 1995; Mies y Shiva, 2014). Si el poder articula identidades que privilegian a unos en detrimento de otros (Ribeiro, 2023), para ellas, hay una intersección de múltiples opresiones, además de las de género, y al final, la lucha que libran es amplia, en distintos espacios y contextos, de diferentes modos (Espinosa, 2009). Lo anterior aunado al hecho de que, junto con la naturaleza, son las principales sustentadoras de la sociedad (Shiva, 1995; Mies y Shiva, 2014), lo que las lleva a un

conocimiento más fino del territorio, unido más a una lógica de bienestar que a una exclusivamente mercantil (Sánchez y Espinosa, 2003).

Actualmente, bajo la hegemonía productivista y economicista “¿realmente se han “eficientizado” los procesos de producción, si ello conlleva deterioro ecológico, mayor gasto de energía, polarización, o pobreza?” (Ramírez, 2007, p. 183). Es necesario retomar interrogantes y redefinir los límites acerca de la inclusión y exclusión; enfrentar los vacíos que no contemplan los conocimientos y las formas de producción tradicional en ninguna categoría de análisis. Luego de una larga trayectoria de desvalorización de los conocimientos y sistemas productivos de las comunidades indígenas y campesinas antes consideradas “poco dinámicas y como un obstáculo al desarrollo”, ahora experimentan una revaloración no sólo económica sino heterogénea, más allá del discurso economicista (Ramírez, 2007, pp. 183-189). Es importante evidenciar la diversidad de experticias, tanto de la ciencia certificada, pero también fuera de ella en las comunidades locales (Vessuri, 2004), siendo conscientes de los límites del conocimiento científico y del tipo de intervenciones que promueve en el mundo real. Es necesaria la recuperación y valorización de los sistemas alternativos de producción que el colonialismo, capitalismo y patriarcado ocultan y desacreditan, puesto que son fundamentales para el bienestar de las mujeres indígenas y campesinas del Sur Global (Shiva, 1995). Es fundamental aprehender de los caminos que las mujeres indígenas crean como sujetas capaces de cambiar la insatisfactoria realidad que enfrentan cotidianamente, en donde el territorio es el escenario, pero también el camino de las resistencias como en el caso de las *hñahñus*.

Las mujeres *hñahñus* y el maguey pulquero en el tiempo¹

El cultivo del maguey, *guada* (García, 2014, p. 114) o *uada* en lengua *hñahñu* y *métl* en náhuatl (Rangel, 1987; Fournier, 1995) es una característica cultural típicamente mesoamericana (Rangel, 1987; Hernández-Xolocotzi, 1985). Era tal la importancia del maguey que fue un recurso fundamental para la vida y la expansión de las culturas precolombinas en el altiplano central (Parsons y Parsons, 1990), y los otomíes fueron quienes mejor desarrollaron la cultura del maguey en el

¹ Esta parte es muy importante, más allá de una mera revisión histórica. Los *hñahñus* estuvieron bajo el dominio azteca, español y luego el cacicazgo local. Entonces, si de por sí es difícil reconstruir la historia de este pueblo (en sí mismo), es mucho más difícil encontrar a las mujeres *hñahñus* en esa historia. Casi no hay referencias escritas de ellas desde la época prehispánica hasta la primera mitad del siglo XX, pero en esos años, los estudios académicos estuvieron centrados en las discusiones de clase y no del género. Actualmente, desde enfoques feministas, está el compromiso de seguir escudriñando e ir develando la presencia y la historia de las mujeres *hñahñus*.

México antiguo, era “la madre de la vida” (García, 2014, pp. 108-110). Esta cultura pertenece a la familia lingüística otopame del altiplano (otomíes, mazahuas, matlatzincas y ocuiltecos) (Wright, 1997), ligada a los estratos sociales más antiguos de esta área geográfica (Soustelle, 1993).

Los asentamientos otomíes en la zona árida del Mezquital, por las características ambientales, basaron su supervivencia en el uso de recursos limitados (Fournier, 1995). En esta región, la diversidad de usos del maguey muestra la amplia experiencia etnobotánica de este pueblo con la planta: bebida como sustituto de agua, ropa, techo, alimentos, calzado, etc. (Carrasco, 1950; Rangel, 1987; Galinier, 1990; Soustelle, 1993); hasta hace unas décadas, el sistema económico otomí destacaba por el complejo económico del agave (Fournier, 1995) o el modo de vida magueyero. La antigua relación etnobotánica entre el pueblo *hñahñu* y el maguey tiene como base una larga y compleja experiencia a base del hacer, del aprendizaje cotidiano, de la práctica, la observación, la necesidad y la destreza diaria. Esta correlación se manifiesta en el lenguaje (Carrasco, 1950; Rangel, 1987), la cerámica (Founier, 1995), el tributo (Mohar, 1987; García, 2014), la medicina antigua (Rangel, 1987), la comida y las artes (Parsons y Parsons, 1990; Rangel, 1987; Carrasco, 1950) y las herramientas líticas para el aprovechamiento del maguey (Founier, 1995; García, 2012).

A partir del código mendocino, hay evidencias de que los otomíes, a la llegada de los españoles, tributaban a la triple alianza; los pueblos *hñahñus* del Mezquital pagaban maíz, frijol, chía y *huautli*, textiles, miel de maguey y productos de la caza (Mohar, 1987; Quezada, 1976). Entonces, desde la época precolombina, la vocación territorial de una parte de la región que ahora se conoce como el Alto Mezquital ha sido la producción y el aprovechamiento del maguey; por ejemplo, la cabecera de Ajacuba (junto con la región de Ixmiquilpan y ocho pueblos más) debía pagar, entre otras cosas, una cuantiosa cantidad de textiles entre mantas de distintas labores, enaguas y huipiles, sumando en total 2400 cargas y 400 cántaros de miel de maguey espesa, ambos cada seis meses (Mohar, 1987).

Las mujeres *hñahñus* cumplían funciones muy importantes en la esfera socioeconómica. Tradicionalmente, las actividades del hilado con malacate y el tejido en telar de cintura son asumidas por ellas, entonces, los textiles de fibra de maguey que se tributaban se debían en gran parte al trabajo de estas mujeres. “Después del maguey, la principal industria era el algodón” (Carrasco, 1950, p. 57), es decir, los textiles de ixtle, productos del trabajo femenino, eran fundamentales para la vida cotidiana del altiplano (García, 2014). Con estos textiles el pueblo *hñahñu* cubría las necesidades de

vestido y calzado en el ámbito familiar-comunitario-regional, pagaba parte del tributo y también se menciona que se usaban como moneda. Fournier y Mondragón (2012) concluyen que las tecnologías locales y las estrategias de uso del entorno les permitieron un aprovechamiento adecuado del territorio, aún en las zonas semiáridas del Mezquital. Esto, a su vez, les proporcionó una base de subsistencia adecuada, incluso durante las etapas que fueron forzados a entregar tributos.

Las evidencias históricas, arqueológicas, culturales y ambientales hacen suponer que en la época precolombina los ecosistemas del Valle del Mezquital no eran como los actuales y que había una mayor cantidad de especies animales y vegetales, suelos más profundos y una población con un amplio conocimiento sobre el uso apropiado de los recursos de su territorio (Fournier y Mondragón, 2012; Rangel, 1987). Melville (1999) explica que los otomíes del Valle Norte e Ixmiquilpan, con tierras semiáridas habían alcanzado, antes de la llegada de los españoles, una forma exitosa de vida. Sin embargo, después de la invasión española, el medio físico de la región sufrió graves afectaciones por la introducción de sistemas agropecuarios y de explotación de recursos naturales hispanos que afectaron negativamente el medio ambiente, sobre todo la ganadería y la minería (Quezada, 1976; Melville, 1999; Fournier y Mondragón, 2012). Este proceso de cambio estuvo acompañado de despojo, abusos y sobreexplotación hacia la población *hñahñu*. Con la pérdida de sus tierras y el cambio de uso de suelo padecieron escasez generalizada y exacerbada, incluyendo el agua, que en esa época ya era un privilegio de los colonizadores españoles; la ingesta del pulque complementó la dieta y la falta de agua.

Frente al deterioro ambiental, las epidemias, los despojos y la sobreexplotación, los otomíes fueron orillados a una agricultura de temporal, adoptaron el pastoreo de ganado menor, pero su modo de vida prehispánico tuvo especial importancia por el aprovechamiento del maguey, es decir, nuevamente el modo de vida otomí caracterizado por el uso efectivo de esta planta les proveyó alternativas de subsistencia, para el autoconsumo o para el pago del tributo, ya no a los aztecas, si no a la encomienda o a la corona (Fournier, 1995; Fournier y Mondragón, 2012; Quezada, 1976; García, 2014). En general, las tecnologías agrícolas y artesanales tradicionales y sus conocimientos sobre el uso apropiado del entorno posibilitaron su sobrevivencia en la colonia (Fournier y Mondragón, 2012). Sin embargo, la relación entre los humanos y su ambiente físico sufrió grandes modificaciones. Para finales del siglo XVI, las poblaciones indígenas fueron marginadas, enajenadas y casi aniquiladas por las constantes epidemias. Los otomíes quedaron reducidos

a un campesinado empobrecido “integrado” en una economía política nueva; y la región árida del Mezquital tomó fama de tierra infértil, pobre e improductiva.

A inicios del siglo XVII los ganaderos ya se habían apoderado de las tierras del Valle, las y los *hñahñus* sobrevivieron en las áreas más áridas e inhóspitas del Mezquital. Hubo un colapso demográfico de la población indígena, para ilustrar, hay evidencias de que en la región descendieron los contribuyentes un 90.9 y 95% (Melville, 1999). En los siglos XVII al XIX, en la zona árida del Valle hubo conflictos entre los hacendados ganaderos y las comunidades étnicas por los destrozos que ocasionaba el ganado en los sembradíos indígenas, todo acompañado de hambrunas y sequías. En este periodo aumentó la producción del maguey por el incremento del consumo del pulque. En Cardonal e Ixmiquilpan la población indígena también sobrevivió del peonaje y el trabajo minero, casi siempre en condiciones de sobreexplotación (De Mendizábal, 1941; Quezada, 1976; Fournier y Mondragón, 2012) y de la elaboración de la utilería para la minería y los textiles prehispánicos elaborados con fibras duras (lechuguilla e ixtle) (De Mendizábal, 1941) relacionados al quehacer textil femenino.

Aunque la industria pulquera tuvo auge, las y los pequeños campesinos fueron relegados al mercado local y regional, sólo los caciques hacendados tuvieron beneficios económicos importantes (Fournier, 1995). Aun así, tan importante era el maguey para las y los campesinos otomíes que en los años sesenta del siglo XX, Nolasco (1962) señaló que “no menos del 90% de las familias indígenas tenían actividades relacionadas con la explotación del maguey” (p. 173), el pulque y el tejido de ayates siendo las principales fuentes de ingresos. Esto significa que había una importante producción de pulque en la región (Canabal y Martínez, 1973) y cada persona consumía al menos cuatro litros de pulque por día (Nolasco, 1962) como complemento indispensable de la dieta.

La decadencia de la cultura del maguey y sus derivados en el siglo XX estuvo muy relacionada con el declive del consumo del pulque a nivel nacional. Desde el porfiriato se impulsó de manera importante la industria cervecera la cual, para desplazar al pulque, realizó una campaña sanitaria, antialcohólica y de difusión de las bondades del “estilo de vida occidental” relacionado con la cerveza. De manera general, la campaña satanizó el pulque bajo intereses económicos encubiertos de salud pública; para 1950 el consumo de la cerveza había superado al pulque (Reyna y Krammer, 2012; Cervantes, 2024).

En el Valle del Mezquital el sector artesanal también estaba en decadencia, los productos derivados del maguey empezaron a ser desplazados por los de la industria “moderna” por razones de un relativo “prestigio” y menor precio. La indumentaria tradicional de fibra de maguey fue reemplazada por la ropa industrializada; los ayates de carga y mecapales de ixtle por ayates foráneos hechos de hilos de plástico; y en general, los artículos de plástico desplazaron a los artesanales (Nolasco, 1962; Medina y Quezada, 1975; Canabal y Martínez, 1973). Así, los productos locales fueron perdiendo importancia frente a los industriales. Además, en estos años, en el Valle, uno de los mecanismos de mayor despojo de la población *hñahñu* era el sistema regional comercial estructurado a partir de asimetrías de intercambio mercantil entre el artesano/productor y el acaparador/cacique. Paradójicamente, había interdependencia, tanto el artesano-productor dependía del acaparador-cacique para obtener un ingreso mínimo semanal que le permitiera la compra de maíz, chile y otros elementos necesarios por lo que vendía sus artesanías a precios muy por debajo de su valor. Por otro lado, el acaparador-cacique no podía permitir que las y los *hñahñus* llegaran a condiciones insostenibles porque dependía del despojo de sus excedentes, y generaba estrategias paliativas para “mejorar” las condiciones de vida de este sector de la población. Esta situación de desigualdad se exacerbaba, además, por la desigualdad en el control y la tenencia de la tierra y los recursos naturales (Nolasco, 1962; Medina y Quezada, 1975; Canabal y Martínez, 1973).

Todos estos problemas se agravaban para la población *hñahñu* más vulnerable por las carencias que enfrentaban en la cotidianidad: problemas de abasto de agua, atención médica nula o inadecuada, falta de acceso a una alimentación suficiente, un sistema educativo precario que no consideraba sus particularidades y necesidades culturales; además de la política pública paliativa y reduccionista (Nolasco, 1962). Sin embargo, las mujeres, por ser las proveedoras de primera mano en el hogar, confrontaban directa y cotidianamente estas carencias que aumentaban su carga de trabajo y el riesgo de contraer enfermedades. Según las entrevistas a las mujeres de LAM, la vida de las mujeres *hñahñus* se iba en acarrear agua, moler nixtamal y echar tortillas, preparar los alimentos, atender a las infancias y a la familia, ayudar a las labores agrícolas, lavar ropa, recolectar la leña, ranchear (vender a pie en los mercados o comunidades vecinas) e hilar y tejer ayates para venderlos al acaparador y obtener cuartitos de maíz y chile para la semana. Además, en la región el machismo y el patriarcado no les permitían tener voz ni voto, ni siquiera en las reuniones escolares de sus hijos, sólo los varones podían asistir. Una socia de LAM narra la vida de su mamá:

“[...] mi papá no salía a trabajar, tomaba mucho, mi mamá tomaba pulque pero a pesar de todo ella hacía mucho, hilaba, tallaba ixtle, hacía ayate para comprar maíz; peleaban mucho, mi papá andaba de canijito, me acuerdo muchas veces mi mamá por evitarlo, le pegaba [...] mi mamá no se iba a Ixmiquilpan a vender los ayates, vivía un señor acá en Pozuelos, ella se iba a venderle al señor que era comerciante de ayates, le pagaba con maíz, porque mi papá era el que a veces sí se los llevaba los lunes a Ixmiquilpan, pero nomás se emborrachaba y entonces mi mamá ya no sentía confianza de eso y ya mejor mi mamá se iba a vender aquí cerca [...] hacía de toda una semana dos o tres docenas de ayate, pero eran ayates de metros, los cocía, los unía, de una docena tenía que hacer 24, 48 para dos docenas, ella solita los hacía [...] peor, si un día sentía que le ganaba el pulquito y que ya no hacía 3 o 4 ayates por día, se levantaba temprano al siguiente día, a prender la lumbre, hilar y tejer el ayate, su vida era muy difícil, pero nos creció así, éramos diez y eso que fallecieron tres, éramos trece [...]” (Guadalupe, entrevista en profundidad, 23 de julio, 2024).

Como se ve, el maguey seguía siendo una opción para las mujeres que, frente a la multiplicidad opresiva, tejían ayates para sobrevivir y tomaban aguamiel dada la falta de agua en el territorio; además, el maguey todavía tenía muchos usos en la vida cotidiana. El breve recorrido desde la época prehispánica, colonial y los siglos posteriores muestra algunos matices de la importancia de esta planta para la sobrevivencia y la vida cotidiana de las mujeres *hñahñus*. En general, el maguey representa un elemento territorial que las ha provisto de alternativas alimenticias, productivas y económicas. Para fines del siglo XX e inicios del XXI, con el maguey en declive, nació la cooperativa “Milpa Maguey Tierno de la Mujer”, actualmente LAM. A través de la organización productiva las mujeres *hñahñus* mostraron su capacidad adaptativa frente a un sistema socioeconómico hostil para las y los campesinos y sus formas de vida, reafirmandose como sujetas rurales que incorporan nuevos elementos para sobrevivir y conservar sus conocimientos y la cultura propia.

Mujeres indígenas, territorio, saber hacer y organización: el sistema productivo del maguey y las *hñahñus* de la cooperativa LAM

La cooperativa LAM elabora artesanalmente y vende sirope de agave, antiguamente conocido como miel de maguey. Las y los cooperativistas

iniciaron con sus procesos organizativos y de formación técnica a inicios de los años noventa del siglo pasado con la asesoría de Enlace Rural Regional A. C. (ERRAC). La cooperativa surgió para aprovechar el aguamiel producido en su comunidad ya que, en esos años, la falta de rentabilidad de la producción y la venta del pulque en la región y la sobreproducción del aguamiel provocaron que en las unidades domésticas se tirara; con el objetivo de aprovechar este recurso nació el proyecto de elaboración de sirope de agave. Actualmente LAM tiene más de 30 años de experiencia organizativa y ha trastocado dimensiones económicas, sociales y culturales. Uno de los principales impactos de LAM en la región es el impulso a la conservación y el aprovechamiento del maguey, en otras palabras, contribuye a preservar el sistema productivo tradicional del maguey. El paisaje comunitario de San Andrés, las historias de vida y el proyecto mismo de las compañeras de LAM dan cuenta de la importancia del maguey en sus vidas, su cultura y su territorio. Entre estas mujeres hay una percepción femenina colectiva del maguey como una planta proveedora, pero también sagrada. Dos mujeres de LAM expresaron: “el maguey es como si fuera una Madre” (Ángela, entrevista en profundidad, 23 de julio, 2024); “para nosotros el maguey es una planta maravillosa” (Rosa, entrevista en profundidad, 16 de agosto, 2025).

Para explicar de manera resumida la importancia del sistema productivo tradicional del maguey en la vida de las mujeres de LAM, aquí se proponen cuatro escalas espaciales ligadas a la cotidianidad femenina *hñahñu*: la milpa, el espacio doméstico, la organización y la comunidad. Esto nos permite un acercamiento general para comprender las implicaciones de la correlación entre las mujeres *hñahñus* y el maguey, que además está inmersa en una realidad dinámica y compleja. El proceso de producción tradicional del maguey es un elemento central de la economía y la cultura de San Andrés y se integra a un sistema productivo campesino amplio que incluye la cría de animales de traspatio, el cultivo de plantas útiles en el solar, la siembra de la milpa, ingresos por comercio local e ingresos por trabajo asalariado (en la región) y las remesas que envían los familiares migrantes en Estados Unidos.

Milpa. La milpa es quizá uno de los espacios más importantes para las mujeres *hñahñus*. Todas las socias de LAM están ligadas a las actividades agrícolas del maguey y otros cultivos en la milpa, ya sea que siembren en su propia tierra, liderando el trabajo solas o con su pareja, o bien, que colaboren en las actividades agrícolas de la familia extensa (tierras de sus hijas, hijos, nueras). Las campesinas, sobre todo las de mayor edad, tienen conocimientos del relieve, los recursos hidrológicos, el clima, el suelo, la vegetación y la topografía del territorio; estos saberes agrícolas se ponen

en práctica a través de las diferentes técnicas de cultivo dependiendo de la ubicación y las condiciones de los terrenos. Según Granados-Sánchez (et al., 2004) en la lengua *hñahñu*, cada sistema agrícola, cada combinación de distintos elementos que configuran el paisaje corresponde un nombre específico.

Las mujeres *hñahñus* tienen amplios conocimientos agrícolas que van desde habilidades para seleccionar y preparar las semillas del siguiente ciclo agrícola; para la siembra poseen conocimientos sobre los ciclos estacionales, las condiciones meteorológicas y las necesidades de las plantas que cultivan, sobre las posibles enfermedades, las etapas de crecimiento, la cosecha, los cultivos asociados. Todos estos conocimientos no excluyen, sino que integran otros, en una lógica relacional, son “tecnologías basadas en la diversidad” (Mies y Shiva, 2014, p. 277). Hay varios ejemplos concretos, el primero es que para determinados trabajos agrícolas y pecuarios (sembrar árboles, capar magueyes, castrar animales, sembrar la milpa) observan las fases de la Luna (Medina y Quezada, 1975; Fournier, 1995; Rangel, 1987; Granados-Sánchez, et al., 2004), esto lo confirman las mujeres de LAM; el segundo ejemplo es que el cultivo de maíz y frijol requiere de la selección de semillas para la siembra del siguiente año, este proceso implica saber identificar cierto tamaño, forma, color, variedad de semilla “ya ve uno cuando no están, digamos que, entra el gusanito o sale su gusanito, escogemos cada semilla, vemos que sí está bueno para sembrar” (Rosa, entrevista en profundidad, 16 de agosto, 2025); finalmente, el tercer ejemplo es que la etnomatemática del pueblo *hñahñu* también se utiliza en las actividades agrícolas (Arroyo, 2020)²: para ilustrar, en el trabajo de campo se mencionó que al medir la distancia para plantar un maguey y otro en una cepa, se mide en pasos.

El maguey es un elemento central en la agricultura tradicional *hñahñu*. La variedad *Agave Salmiana* tiene presencia importante en el municipio de Cardonal, con un 70% (Rangel, 1987). Los sistemas de producción de maguey que pueden encontrarse en San Andrés son: *melgas* (en *hñahñu*) o *metepantles* (del náhuatl, *metl*: maguey, *pantli*: hilera), cerco vivo (Rangel, 1987), traspatio y magueyeras de gran extensión (Vega, et al., 2023). Las *melgas* o *metepantles* son líneas de agaves plantados entre la milpa, estas hileras están intercaladas con el terreno cultivable donde siembran

² La etnomatemática se refiere a los modelos matemáticos ligados a la cosmovisión de cierta cultura; son formas de cálculo, porción, estimación y medición. En el caso de los *hñahñus*, está la cuarta, el codo, series numéricas muy específicas para contar el dinero, distintos volúmenes, el horario, etc. Todos estos conocimientos se aprenden de manera contextualizada, haciendo, preguntando, practicando, observando y escuchando diariamente; a diferencia de la ciencia formal que se aprende memorizando y frecuentemente descontextualizando los conocimientos (Arroyo, 2020).

anualmente maíz, frijol, haba, calabaza, avena, cebada para autoconsumo o forraje. Se hacen a contra pendiente del terreno, como terraza (Vega, et al., 2023). “El sistema radial fibroso y rizomático del maguey ayuda a retener el suelo superficial” (Reyes Samilpa, et. al, 2020, p. 270), esto es, evitan la erosión, sostienen la tierra y favorecen la retención de humedad (Parsons y Parsons, 1990; Founier, 1995; Rangel, 1987; Reyes-Agüero, et al., 2019), condiciones necesarias para la agricultura milpera. En palabras de una entrevistada: “en la milpa, intercalamos los magueyes con la siembra, si vemos que vienen lluvias, métele maíz y frijol, si vemos que no, como ahorita que ni pinta que va a llover, pues si viene un poco de agua, pues avena, que no requiere mucha agua. Pues ya si quiera pastas a los animalitos allí, si ya no creció” (Alicia, entrevista en profundidad, 16 de marzo, 2024). El *metepantle* es un sistema agrícola muy antiguo, de al menos 3000 años en México y fue muy importante en Mesoamérica; se ha registrado como uno de los principales métodos que alberga cultivos de agaves; el *A. salmiana* está entre las especies más utilizadas en este sistema (Vega, et al., 2023; Reyes Agüero, et al., 2019).

El otro sistema de producción del maguey es utilizarlo como cerco vivo alrededor del terreno; sirve principalmente para proteger a las milpas de la intrusión de animales, definir los linderos, delimitar-proteger el terreno de la casa habitación o bien delimitar áreas dentro de la unidad doméstica, por ejemplo, dividir la casa y el solar de la milpa. En este tipo de plantación hay menos espacio de separación entre un maguey y otro: “como cerco, es menos separación como las que se plantan en medio [*melga o cepa*], es una señal de que hasta allí llega tu terreno” (Alicia, entrevista en profundidad, 16 de marzo, 2024). El sistema de manejo del maguey por traspatio consiste en plantar estos agaves en el espacio contiguo a la casa principal de las personas, intercalados con plantas útiles (nopales, mezquites, árboles frutales, etc.) y algunas veces delimitando los corrales de los animales domésticos. Finalmente, están las magueyeras de gran extensión (Vega, et al., 2023). Este sistema, aunque se puede encontrar en la comunidad, no es tan frecuente; en el caso de las socias, llegan a tener “terrenos chiquitos” (media hectárea o menos) con puro maguey, pero no es muy usual, una de ellas lo explica “si tengo puros magueyes, ya no podría sembrar, por ejemplo, los animalitos, las borregas, si en caso de que llueva, pues es para juntar la pastura” (Alicia, entrevista en profundidad, 16 de marzo, 2024). Aunque este sistema pareciera “más productivo”, también está relacionado con problemas recurrentes de plagas, por ser focos con alta disponibilidad de alimento para insectos con potencial de volverse plaga y generar grandes pérdidas (Vega, et al., 2023).

En la actualidad, hay tres problemas agrícolas importantes que enfrentan las campesinas: el primero tiene que ver con las sequías que en los últimos años se han exacerbado. En el año 2023 y 2024 hubo sequía, una de ellas mencionó: “[...] ahora que no llueve está muy triste, aunque no es de tanta agua el maguey, pero sí quiere algo de humedad. Eso igual nos preocupa que no llueve, de por sí es tardado el maguey para crecer y más si no hay nada de lluvia [...] se necesita mucho el agua” (Alicia, entrevista en profundidad, 16 de marzo, 2024). Las sequías también afectan los ciclos agrícolas, causan erosión de la tierra, genera daños al hábitat y, socialmente, un desánimo generalizado que algunas veces termina con el aumento de la migración en busca de actividades productivas más rentables. Una socia de las mayores del grupo expresó que “de tanto que hubo seca, nunca he [había] visto eso en el maguey, se secaban uno o dos y nomas su manita, ahora se secó casi todo, nunca había visto eso en mi vida, veo a mi pobre maguey, me tumbo, se me estaban cayendo unas gotas de lágrimas, nunca había visto eso, por la sequía porque no llovía, yo pensaba, a lo mejor ya no vamos a raspar, pero gracias a Dios que llovió” (Ema, entrevista en profundidad, 24 de julio, 2024). Las mujeres originarias y campesinas son particularmente sensibles al deterioro ambiental porque su papel reproductivo, dedicado al cuidado de los otros, potencia una cultura ambiental más cercana y armónica con la naturaleza. De ahí que la percepción femenina *hñahñu* de bienestar o de desdicha está directamente ligada a las condiciones de salud o degradación de los ecosistemas, porque ellas cotidianamente viven el territorio, conviven, cohabitan con la flora y fauna de su región; tienen claro que su sustento, su trabajo, su cultura y su calidad de vida están unidos a la salud de los ecosistemas.

El segundo problema fuerte que enfrentan las campesinas de LAM es la plaga del torito, picudo o *scyphophorus acupunctatus*. Según expresan, siempre había existido, pero afectaba muy poco, sin embargo, desde hace un par de décadas, aproximadamente, empezó a dañar mucho más las plantaciones. Esta plaga seca completamente al maguey, es pérdida total de la planta: “la plaga empieza de abajo para arriba y lo mata todo” (Ángela, entrevista en profundidad, 23 de julio, 2024); ataca el corazón del maguey lo que provoca la pérdida total de la planta. Finalmente, la tercera situación que desmotiva el cultivo de magueyes es el fenómeno migratorio que en la región de Ixmiquilpan y Cardonal aumentó significativamente en los años noventa del siglo pasado, frente a los embates de las políticas neoliberales, y el consecuente abandono del campo.

San Andrés es la comunidad de Cardonal que ocupa el primer lugar en migración internacional (García, 2018). Entonces, los sistemas productivos

del maguey, van perdiendo gradualmente importancia para las nuevas generaciones, difícilmente se interesan por los conocimientos agrícolas de sus padres, abuelos y bisabuelos, ya sea por la falta de rentabilidad, el “desinterés” o bien, porque el sector primario está vinculado a un ideario social generalizado de “penosidad”. De esta situación, opinan que: “el que se va allá tan joven [Estados Unidos] ya tiene sus nietos e hijos allá, ellos ya ni van a venir; los que están aquí sí saben trabajar [el maguey], los que están allá ya no, ya les gustó allá” (Lucía, entrevista en profundidad, 24 de julio, 2024). Finalmente, hay una relación directa entre la migración exacerbada y la pérdida de variedades de maguey que ya no se han propagado (Reyes Samilpa, et al., 2020). En general, es evidente que el pueblo *hñahñu* ha desarrollado y perfeccionado un complejo y completo sistema de manejo de este agave, que parte de su capacidad de observación, análisis y abstracción del territorio a través del tiempo. Frente a los embates del sistema, LAM resignifica su modo de vida magueyero-milpero; esta colectiva es un referente comunitario que cuida y promueve la conservación del maguey a nivel regional, con todos los servicios ambientales y la diversidad biocultural que conlleva. Esto subyace transformaciones importantes en la vida rural que devienen de historias concretas en donde las mujeres indígenas y campesinas, en este caso, las mujeres *hñahñus*, aparecen como las actrices centrales, generalmente no reconocidas, que asumen y dan soporte a las resistencias en defensa de su territorio y sus formas de vida.

Espacio doméstico. Definido por la casa-habitación familiar, el solar y a veces la milpa, el espacio doméstico es otro lugar sagrado para las *hñahñus*. Aquí también se encuentra gran parte de la vida cotidiana de las mujeres donde, hasta hace apenas unas décadas, el maguey tenía presencia importante como un elemento que proveía el alimento, la ropa, la casa y el aguamiel en sustitución del agua. La actividad agrícola magueyera proviene de un proceso largo de domesticación que implicó el asentamiento de las poblaciones y precisamente la casa, el solar y la milpa son bases elementales socio-territoriales que conforman esta domesticación. La propagación del maguey se da por medios sexuales (semillas) y asexuales (hijuelos), pero la reproducción por semilla, aunque se conoce, no se lleva a la práctica porque la gente sabe que las nuevas plantas sólo crecen a partir del trasplante de sus propágulos o hijuelos (Ramsay, 2004; Rangel, 1987). Es decir, requiere cuidados; las mujeres de LAM son conscientes de la importancia de la agricultura magueyera, de los trabajos que implica y de las consecuencias del abandono, como dijo una socia: “el maguey [...] lo planta cada año para que no se pierda porque si lo deja que no lo plante uno pues se acaba [...] el maguey solamente

cada año, lo planta, lo limpia, entonces si ve que si hay, pero si [se] deja, pues ya no, aunque tenga su hijuelo, pero si ya no lo quita y lo trasplanta a otro lado, pues ya no, ya no crece” (Rosa, entrevista en profundidad, 16 de agosto, 2025).

“La riqueza actual de las variantes de maguey en el centro-norte mesoamericana está directamente relacionada con la diversidad de usos” (Reyes Agüero, et al., 2019, p. 563). Para la zona magueyera donde está ubicado San Andrés Daboxtha, en los ochenta Rangel (1987) todavía reportaba un uso amplio del maguey en la economía familiar. Sin embargo, la demanda de sus productos era mucho más relevante en tiempos pasados, hoy en día no tiene el mismo valor en la vida cotidiana, su importancia disminuyó drástica y gradualmente (Ramsay, 2004; Reyes-Samilpa, et al., 2020). Rangel (1987) dividió el uso del maguey en: a) elementos dietéticos, b) organismos dietéticos asociados, c) elementos usados como forraje y d) otros aprovechamientos diversos. Actualmente, los usos más importantes del maguey son para obtener el aguamiel (que se consume ocasionalmente como agua de tiempo, para hacer atole, pulque, o bien, en el caso de las mujeres de LAM, como materia prima en la elaboración del sirope) y las pencas como forraje de los animales traspatio y para vender a los “barbacoyeros”; cuando ya se aprovechó toda la planta, se deja secar y se utiliza como combustible para el fogón y las cenizas como abono. Su uso para la obtención de fibra, aun cuando todavía existe, es muy escaso. La mayoría de las mujeres de LAM saben obtener la fibra de las pencas, aunque ya casi no lo hacen, es un trabajo muy laborioso que normalmente no es valorado ni retribuido apropiadamente a causa del desinterés social y las asimetrías comerciales que el mercado constituye y establece a favor de los productos industriales baratos frente al trabajo artesanal. Además, la edad y el cansancio de la mayoría de las mujeres de LAM ya no se los permite.

El cambio en la alimentación es otra situación sumamente importante vinculada directamente al desuso de los productos derivados del maguey: la migración, el modo de vida “moderno” y la industria agroalimentaria hegemónica han motivado nuevos patrones de consumo en la población. “Los niños ya no quieren tomar atole de aguamiel” (Rosa, entrevista en profundidad, 16 de agosto, 2025), esto lleva directamente a cuestionar la influencia cada vez más amplia de los alimentos de la industria agroalimentaria hegemónica (menos saludables) sobre los alimentos tradicionales relacionados con la agricultura milpera-magueyera. Otro punto importante que explican Cárdenas y Vizcarra (2022) es que, a diferencia de los hombres, las mujeres indígenas y campesinas son conocedoras de las técnicas, los secretos culinarios y el trabajo que implica

el uso culinario de los productos agrícolas derivados del manejo de la milpa; de existir una mayor influencia de los insumos industriales en la cocina tradicional, cabría preguntarse sobre los efectos de esta tendencia en los saberes y la práctica culinaria normalmente hecha por las mujeres *hñahñus*. Por otro lado, las enfermedades como la diabetes son un tema frecuente en los testimonios, por ejemplo, se dicho que “la gente de antes no tenía diabetes como ahora” (Alicia, entrevista en profundidad, 16 de marzo, 2024) afirmando que los cambios en el consumo alimenticio no han favorecido a la salud de los habitantes de la comunidad.

El espacio doméstico es el lugar del trabajo reproductivo y de cuidados, generalmente conferido y asumido por las *hñahñus*; es diverso, heterogéneo e implica dimensiones simbólicas (bienestar, protección, amor, cuidado, afecto, comodidad) y productivas (el trabajo que conlleva el preparar los alimentos, cuidar de los animales traspatio, limpiar la casa, criar a las infancias) que generalmente no son valoradas ni remuneradas. En el caso de las mujeres de LAM, en especial las fundadoras, refieren que para participar en la organización y ganar un ingreso monetario por su trabajo, tuvieron que extender sus jornadas laborales, pues el hecho de que ellas participaran en la cooperativa no significó la exención del trabajo reproductivo y de cuidados; la solución para cubrir la responsabilidad en ambos espacios fue levantarse más temprano para dejar el trabajo doméstico listo antes de salir a los compromisos de la cooperativa. Con los años, lograron flexibilizar y renegociar algunos espacios en las relaciones de género dentro de los hogares.

Pese a los problemas ya mencionados, se mantiene la esperanza, pues las compañeras de LAM reconocen que la vida del migrante es cada vez más complicada por las deportaciones masivas del gobierno estadounidense vigente; hombres y mujeres de la comunidad regresan, por lo que las socias puntualizan la importancia de continuar con la agricultura y su organización para que sus familiares vuelvan y tengan una alternativa productiva local. Según García (2018) en San Andrés Daboxha la mayoría de los que migran a Estados Unidos son hombres en edad productiva (25-35 años), lo que significa que las mujeres, niños, niñas y hombres y mujeres de edad avanzada son las y los que preservan los sistemas productivos y el vínculo comunitario de los que salen a trabajar a Estados Unidos, junto con las responsabilidades y el trabajo que esto conlleva.

Organización. A inicios de los años noventa del siglo pasado, la organización productiva a través de la cooperativa fue un aliciente que les permitió a las mujeres *hñahñus*, con el apoyo de ERRAC, buscar opciones frente a la decadencia del consumo del pulque. Nuevamente las mujeres encontraron en el maguey una alternativa productiva. El inicio no fue fácil,

hubo retos importantes como confrontar un ambiente comunitario machista y patriarcal que no aceptaba la participación y organización de las mujeres. Sin embargo, con el tiempo, la experiencia organizativa les proporcionó herramientas para motivar su participación en las asambleas comunitarias, en los puestos públicos, como delegadas o representantes de los comités de la comunidad; “sufrimos mucho para llegar hasta aquí” comentaron. A través de la organización y el trabajo colectivo, las mujeres de LAM resignifican el trabajo y la participación de las mujeres campesinas. También hubo retos organizativos y técnicos importantes: aprendieron a liderar una organización con todas las responsabilidades que conllevaba y además a elaborar el sirope con la calidad necesaria para poder comercializarlo.

A través de los años y de la experiencia organizativa, las mujeres de LAM han trastocado dimensiones económicas, sociales y culturales a nivel personal, familiar, comunitario y regional. LAM coadyuva a generar autoempleo e ingresos en la localidad y genera satisfactores de autoestima y autocuidado a las y los socios: por ejemplo, las motiva a conocer y defender sus derechos, al aprendizaje y el desarrollo de otras habilidades como la participación y el liderazgo. También promueve la autonomía económica, propicia la posibilidad de viajar y conocer a otros grupos y otras experiencias organizativas en los eventos a los que asisten. Además de los impactos ambientales, económicos y de desarrollo personal, están los lazos sociales que se han entretelado entre los miembros a partir del proceso organizativo, que no es perfecto, pero prima el apoyo y la solidaridad que se han fortalecido en el caminar del grupo siendo piezas fundamentales en su existencia y sobrevivencia.

Las socias de LAM han compartido durante más de 30 años experiencias organizativas, técnicas, retos, dificultades. Indudablemente para LAM la búsqueda del bienestar económico es un objetivo indispensable, pero no es el único. Así, el bienestar colectivo ha estado presente desde que decidieron formar la cooperativa, compartir su trabajo y perseguir un objetivo común. Para las mujeres de LAM hay un antes y un después de la cooperativa. A través del trabajo colectivo y de una “conciencia transformativa” (Vizcarra, 2020) lograron generar elementos de autorreconocimiento a nivel personal y contribuyeron al reposicionamiento de todas las mujeres *hñahñus* a nivel familiar, comunitario y regional. A pesar de los logros, la resistencia-existencia de esta organización tampoco se romantiza, ha implicado costos muy altos para ellas, han tenido que lidiar con sobrecargas de trabajo, cansancio, discriminación, exclusión, invisibilidad, falta de reconocimiento, pobreza de tiempo, soledad y estrés. Han tenido que confrontar un ambiente comunitario violento que hasta

hace unas décadas no aceptaba la participación y la organización de las *hñahñus*; también ha implicado sobrellevar el problema del relevo generacional, pues las y los jóvenes de su familia ya no quieren quedarse como sucesores de las fundadoras que ya son mujeres en edad avanzada.

LAM ha resistido y se ha sobrepuesto a la presión del sistema hegemónico que alienta el desprecio, el ninguneo y la desvalorización de la cultura campesina, y más aún, de la mujer indígena y campesina; en otras palabras, no propicia las condiciones socio-culturales, económicas y ecológicas necesarias para la existencia y el impulso de proyectos e iniciativas productivas locales con otras filosofías, otros valores, otras epistemologías, otros principios, otros conocimientos; en resumen, se enfrentan a un ambiente generalizado poco favorable para su florecimiento, en vez de esto, luchan por sobrevivir. El desinterés social generalizado y el ingreso exíguo son factores importantes que desmotivan la continuidad de la organización.

Pese a todo, el maguey es un recurso que las unifica y les ha permitido actuar de manera colectiva hacia la búsqueda del bienestar humano, más allá de la lógica meramente económica y mercantil. Además, las mujeres expresan abiertamente la importancia y sacralidad que tiene el maguey porque, gracias a este recurso y a su conocimiento fino del territorio, accedieron a procesos organizativos que les permitió pasar de una necesidad económica a una necesidad reivindicativa. A todas luces, la colectividad fue subversiva, contestataria al ambiente comunitario patriarcal. Ellas aprovechan este recurso y a la vez conservan y resignifican la cultura de la que son gestoras y herederas. Lo más importante es que esta situación no se convierta en una excusa para cargar en los hombros de estas mujeres el peso de la conservación, sino asumir la responsabilidad colectiva que propicie la participación de toda la sociedad, incluyendo otros actores comunitarios, instancias gubernamentales, instituciones educativas y de la sociedad civil, para la pervivencia de esta alternativa productiva campesina con base en los intereses, las necesidades y capacidades de las mujeres de LAM.

Comunidad-región. En la actualidad, sobre todo al Sur del Valle, hay severos problemas ambientales: contaminación de aire, agua, destrucción del territorio, así como enfermedades crónico-degenerativas vinculadas a la presencia de actividades industriales y extractivas (Tapia, et al., 2024). Las mujeres de LAM coadyuvan a aminorar los problemas ambientales regionales a través de la agricultura magueyera que genera beneficios importantes para los ecosistemas en la región; por ejemplo, por la cercanía de Cardonal a la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, provee servicios ambientales para el mantenimiento de las comunidades vegetales

de matorral submontano y xerófilo (Reyes Samilpan, et al., 2020). Asimismo, favorecen la conservación de la fauna local como polinizadores (abejas, colibríes, avispas, palomillas, murciélagos) y animales que cumplen un rol en la cadena trófica (ratones, cacomixtles, liebres, armadillos, tejones, tuzas, víboras, lagartijas, hormigas) y que son importantes para la agricultura ya que regulan la población de insectos y pueden ser un control biológico de plagas (Vega García, et al., 2023). Además, mantener los suelos sanos evitando la erosión y reteniendo la humedad como se vio antes.

Aunque todas las socias confirman la necesidad de conservar el maguey, en Latinoamérica, los sistemas productivos tradicionales están amenazados o en peligro de desaparecer (Toledo y Barrera, 2008). Desde el enfoque biocultural, tan importante es la conservación de la biodiversidad, como de la cultura que la resignifica (Toledo, et al., 2019). Por lo tanto, respecto al éxodo migratorio, LAM genera una alternativa productiva comunitaria frente a los azares de la migración internacional; ante el desinterés de las generaciones jóvenes por la agricultura magueyera, esta cooperativa alienta el orgullo por la cultura propia a través del reconocimiento del pueblo *hñahñu* como una cultura viva y dinámica que se convierte en un aliciente para generar estrategias productivas alternativas respetuosas con el territorio y sus formas de vida. También mantienen vivos los conocimientos de la agricultura tradicional y al aprovechamiento del maguey; además, coadyuvan a fortalecer la organización femenina comunitaria junto con su identidad, territorio y cultura.

CONCLUSIONES

Para las mujeres *hñahñus*, el maguey pulquero es un recurso multitemporal y multiespacial que siempre ha estado presente en su vida y a lo largo del tiempo ha sido una opción para acceder a recursos e ingresos para la subsistencia familiar. También es un recurso que las ha unificado y les ha permitido actuar colectivamente en la búsqueda del bienestar. En las mujeres indígenas afloran otras dimensiones de lo que puede llegar a significar y producir el territorio ligado más a una lógica de cuidado y diversidad. Las mujeres *hñahñus* poseen una práctica campesina milenaria con implicaciones significativas frente a las crisis actuales.

La histórica labor reproductiva y las transformaciones en las relaciones de género que las mujeres *hñahñus* han logrado a partir de su organización están vinculadas “a la preservación de la fuente que les provee la vida” (Rincón, et. al., 2017, p. 1076), es decir, el territorio, y particularmente el maguey, como un elemento fundamental para su subsistencia y resistencia

material y simbólica. El sistema productivo magueyero pervive en la milpa, la unidad doméstica, la organización y la vida comunitaria de las y los *hñahñus* de San Andrés Daboxtha. Sin embargo, el fenómeno migratorio, los problemas ambientales, la enajenación social por la presión de la vida “moderna”, la no rentabilidad de las actividades y de los productos del sector primario y el creciente desinterés de las y los jóvenes por el aprendizaje de los conocimientos campesinos tradicionales son algunas situaciones que generan la pérdida de los sistemas productivos tradicionales, realidad en la que las campesinas son más sensibles debido a que su cotidianidad demanda otras formas de vivir y construir el territorio.

La pérdida de los sistemas productivos tradicionales, de la biodiversidad y en general de los recursos bioculturales trae retos importantes a toda la sociedad, pero pone en riesgo, de manera significativa, el bienestar de las mujeres indígenas y campesinas; además, en el caso de las mujeres *hñahñus* de LAM, desgasta de manera especial la organización femenina con todos los aportes ambientales, epistémicos, políticos, económicos y culturales que ellas construyen y resignifican. No se trata de cargar el peso del conservacionismo en estas mujeres, sino deconstruir las desigualdades que enfrentan cotidianamente y a la par, reconocer y hacer visibles sus esfuerzos, conocimientos y habilidades en la preservación de las semillas de formas de vida antiguas. Se trata de potenciar estas perspectivas femeninas *hñahñus* de sentir, vivir, pensar y aprovechar el territorio que tienen correspondencia con una cultura ambiental y productiva más respetuosa con la vida.

LITERATURA CITADA

- Arroyo, V. (2020). Educación matemática y enseñanza para la comprensión: el caso de la cultura *hñahñu*. *Articulando e Construyendo Saberes*, núm. 5.
- Bartra, A. (2013). Crisis civilizatoria, en Ornelas, R.; Bartra, A.; Ceceña, A.; Esteva, G. y Holloway, J. *Crisis civilizatoria y superación del capitalismo*, pp. 25-71. UNAM.
- Canabal, B. y Martínez, C. (1973). *Explotación y dominio en el Mezquital*. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Centro de Estudios del Desarrollo, UNAM.
- Cárdenas, A. y Vizcarra, I. (2022). Ausencias y presencias del maíz palomero toluqueño. Cocinas, mayordomías y feminismo comunitario. En: Chávez, M. y Vargas, H. (coordinadoras). *Reflexiones universitarias en soberanía alimentaria. Sistemas*

- tradicionales de producción y otras alternativas*. Editorial Torres Asociados.
- Carrasco, P. (1950). *Los Otomíes. Cultura e historia prehispánica de los pueblos mesoamericanos de habla otomiana*. Edición Facsimilar de la de 1950. IIH, UNAM.
- Cervantes, A. (2024). *Recuperación del consumo y la producción del pulque en comunidades de la montaña de Texcoco* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/e3dd4678-824f-46e7-bc18-0faf2e81a8e5/content>
- De Mendizábal, M. (1941). La evolución agropecuaria en el Valle del Mezquital. Contribución al estudio de la historia económica y social del México Colonial. *Revista Investigación Económica*, 1 (2), 149-190.
- Escobar, A. (2007). *La invención del Tercer Mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo*. Editorial el perro y la rana. Venezuela.
- Espinosa, G. (2009). *Cuatro vertientes del feminismo en México*. Diversidad de rutas y cruce de caminos. División de Ciencias Sociales y Humanidades, UAM-X, México.
- Fournier, P. (1995). *Etnoarqueología cerámica otomí: maguey, pulque y alfarería entre los hñahñu del Valle del Mezquital*. [Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM]. <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ppt1997/0225267/0225267.pdf>
- Fournier, P. y Mondragón, L. (2012). Tepetitlán: historia socio-ambiental de una comunidad otomí del Valle del Mezquital. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades, Nueva Época*, 1(2) pp. 100-138.
- Galinier, J. (1990). *La mitad del mundo. Cuerpo y cosmos en los rituales otomíes*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional Indigenista
- García, F. (2018). Reintegración de los migrantes otomíes retornados de los Estados Unidos a la comunidad de origen. El caso de San Andrés Daboxtha, municipio de Cardonal, Hidalgo. [Tesis de Maestría, UAEH]. <http://dgsa.uaeh.edu.mx>
- García, R. (2014). La economía indígena y el maguey en el centro de México: antes y después de la conquista española. *Estudios de la Cultura Otopame* (pp. 107-134) Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.

- Granados-Sánchez, D.; López-Ríos, G. y Hernández-Hernández, J. (2004). Agricultura nahanhu-otomí del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Revista Terra Latinoamericana*, 22(1), pp. 117-126
- Hernández-Xolocotzi, E. (1971). *Exploración etnobotánica y su metodología*. Colegio de Posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Universidad Autónoma Chapingo.
- _____ (1985). *Biología Agrícola. Los conocimientos biológicos y su aplicación a la agricultura*. Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V. México.
- Leff, E. (1998). *Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable*. Editorial Jus y Centro de Ecología y Desarrollo. México.
- Medina, A. y Quezada, N. (1975). *Panorama de las artesanías Otomíes del Valle del Mezquital*. Ensayo Metodológico. IIA UNAM. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Melville, E. (1999). *Plaga de Ovejas. Consecuencias ambientales de la conquista de México*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Mies, M. y Shiva, V. (2014) *Ecofeminismo. Teoría, crítica y perspectivas*. Editorial Icaria. España.
- Mohar, L. M. (1987). *El tributo mexicana en el siglo XVI: análisis de dos fuentes pictográficas*. CIESAS, Cuadernos de la Casa Chata. México.
- Nolasco, M. (1962). *Los otomíes. Análisis de un grupo marginal*. Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Núm. 44 Tomo XV. Sexta época (1983-1966). Pp. 153-185.
- Parsons, J. y Parsons, M. (1990) *Maguey utilization in highland central México. An archaeological ethnography*. Museo de Antropología, Universidad de Michigan, EUA.
- Quezada, N. (1976). El Valle del Mezquital en el siglo XVI. *Revista Anales de Antropología*, 13(1). México: UNAM.
- Quijano, A. (2014). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. *Revista Cuestiones y horizontes: de la dependencia histórico-estructural a la colonialidad/descolonialidad del poder* (Vol. 13). CLACSO, Buenos Aires, Argentina.
- Ramírez, I. (2007). “Sector primario, sustentabilidad y turismo. El problema de la valoración de los recursos naturales y culturales en turismo”. Osorio, G. y Novo G. (compiladores), *Entorno del Turismo. Perspectivas*, vol. 2 pp. 171-212.
- Ramsay, R. (2004). El Maguey en Gundhó, Valle del Mezquital, Hidalgo, México: variedades, propagación y cambios en su uso. *Revista Etnobiología*, 4 (1), pp. 54-66.

- Rangel, S. (1987). Etnobotánica de los agaves del Valle del Mezquital. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx>
- Reyes-Samilpa, A.; Van t Hooft, A.; Reyes-Agüero, J. y Rubín de la Borbolla, S. (2020). Elaborar ayates. El trabajo artesanal hñahñu del hilado y tejido en el Valle del Mezquital, México. *Revista Itinerarios*, 31, pp.267-291.
- Reyes-Agüero, J. A.; Peña-Valdivia, C. B.; Aguirre-Rivera, J. R., y Mora-López, J. L. (2019). Variación intraespecífica de *Agave mapisaga* Trel. y *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck.(ASPARAGACEAE) relacionada con los usos ancestrales en la región hñahñu en el centro de México. *Agrociencia*, 53(4), pp. 563-579.
- Reyna, M. y Krammer, J.P. (2012). *Apuntes para la historia de la cerveza en México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- Ribeiro, D. (2023). *Lugar de enunciación*. UAM-X y Lenguaraz Editorial.
- Rincón, A., Vizcarra, I., Thomé, H. y Gascón, P. (2017). Empoderamiento y feminismo comunitario en la conservación del maíz en México. *Revista Estudios Feministas*, 25(3), pp. 1073-1092.
- Sánchez, E. y Espinosa, G. (2003). Mujeres indígenas y medio ambiente. Una reflexión desde la región de la mariposa monarca, en Tuñón, E. (coordinadora), *Género y Medio Ambiente*. ECOSUR, SEMARNAT. P y V Editores.
- Segato, R. (2015). *La crítica de la Colonialidad en ocho ensayos*. Y una antropología por demanda. Editorial Prometeo. Buenos Aires, Argentina.
- Shiva, V. (1995). *Abrazar la vida. Mujer, ecología y supervivencia*. Editorial Horas y Horas. España.
- Soustelle, J. (1993). *La familia Otomí-Pame del centro de México*. Instituto Mexiquense de Cultura y Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca de Lerdo, Edo. México.
- Tapia, D., Hernández, O. y Crane, N. J. (2024). Conceptualizando lugares de devastación ambiental, hacia una geografía política de “regiones de emergencia sanitaria y ambiental”. *Revista Bajo el Volcán*, año. 6, número 11. Pp. 94-131.
- Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2008), *La Memoria Biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial, Barcelona, España.
- Toledo, V., Barrera-Bassols, N. y Eckart, B. (2019). *¿Qué es la diversidad biocultural?* Documento de trabajo, PAPIME-UNAM. Disponible en: <https://www.academica.org/eckart.boege/29.pdf>
- Touraine, A. (2011). *Después de la crisis. Por un futuro sin marginación*. Paidós. España.

- Vega, M. A.; Álvarez-Ríos, G. D. y Figueredo-Urbina, C. J. (2023). Sistemas de manejo de agaves pulqueros en el estado de Hidalgo. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 10(20), pp. 92-100
- Vessuri, H. (2004), “La hibridización del conocimiento. La tecnociencia y los conocimientos locales a la búsqueda del desarrollo sustentable”. *Revista Convergencia*, 11(35) pp. 171-191, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca.
- Vizcarra, I. (2020). “Volteando la Tortilla”, una metáfora de la formación de masa crítica femenina. En: Vizcarra, I. (coordinadora). *Volteando la tortilla. Género y alimentación actual en México*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Wright, C. (1997). El papel de los otomíes en las culturas del Altiplano Central: 5000 A. C.-1650 D. C. *Revista relaciones* 72(1), pp. 225-242.

Síntesis curricular

Alexis Rosas Morales

Doctoranda en Ciencias Agrarias de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Maestra en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario. Líneas de investigación: mujeres rurales, feminismos, estudios de género. Correo electrónico: alexrm12042019@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9695-907X>

Marie Christine Renard Hubert

Socióloga por la Universidad de Lovaina, Bélgica y antropóloga social por la UNAM, con un doctorado en Estudios Rurales de la Universidad de Toulouse-le Mirail, en Francia. Es profesora- investigadora del Departamento de Sociología Rural de la Universidad Autónoma Chapingo. Ha estudiado los sistemas agroalimentarios y los procesos de calificación, especialmente del mercado del café, los movimientos agroalimentarios alternativos con énfasis en el comercio justo, así como los productos con anclaje territorial. Ha sido presidente del Comité de Investigación 40 (Sociología de la Agricultura y los Alimentos) de la Asociación Internacional de Sociología. Es integrante de la Red SIAL (Sistemas Agroalimentarios Localizados) México y América Latina. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Correo electrónico: mcrenardh@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3537-5983>

Sustentabilidad y economía solidaria desde la costa de Oaxaca, la experiencia de Ecosta Yutu Cuii
Sustainability and solidarity economy from the coast of Oaxaca, the experience of Ecosta Yutu Cuii

Amanda **Espinosa Soriano**¹, María de Lourdes **Herrera Feria**²

Resumen

El modelo de producción predominante a nivel mundial ha traído una degradación del medio ambiente que tiene consecuencias en el corto y largo plazo, comprometiendo la disponibilidad de recursos naturales para las generaciones futuras. El objetivo de este trabajo es presentar a organizaciones locales como la Sociedad de Solidaridad Social Ecosta Yutu Cuii, que desde su territorio y mediante la cooperación realizan actividades que tienen como propósito lograr una sustentabilidad en la región, y promueven el desarrollo comunitario, adoptando prácticas que coinciden con algunos de los principios de la economía social solidaria.

Palabras clave: economía social solidaria, recursos naturales, sustentabilidad, Sociedad de Solidaridad Social.

Abstract

The predominant production model worldwide has brought about environmental degradation, which has short and long consequences, compromising the availability of natural resources for future generations. The objective of this work is to present to local organizations such as the Ecosta Yutu Cuii Social Solidarity Society, which from their territory and through cooperation carry out activities that have the purpose of achieve sustainability in the region, and promote community development, adopting practices that coincide with some of the principles of the social solidarity economy.

Keywords: social solidarity economy, natural resources, sustainability, society of social solidarity.

INTRODUCCIÓN

La crisis medioambiental es uno de los problemas más apremiantes y difíciles que enfrenta la humanidad hoy en día. El cambio climático, la contaminación en sus diversas formas, el deterioro acelerado de los ecosistemas y la disminución de la biodiversidad ponen en riesgo tanto el equilibrio natural como el bienestar y la calidad de vida de las generaciones

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Recibido: 13 de noviembre de 2025

Aceptado: 20 de febrero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(1): 113-134

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.05.ae

presentes y futuras. Esta problemática se origina de un modelo de desarrollo económico que se basa en la explotación abusiva de los recursos naturales, sin tener en cuenta los límites ecológicos y priorizando el crecimiento a expensas de la sostenibilidad.

El modelo económico neoliberal a nivel mundial se centra en el crecimiento y la acumulación de capital, lo que significa una mayor producción y explotación de los recursos naturales, sin importar el costo social que implica. Rojas (2019), menciona que, cuando los objetivos económicos se centran únicamente en maximizar las ganancias, las consecuencias pueden ser negativas y hasta destructivas para distintos sectores de la sociedad. Esta mentalidad de maximización se basa en priorizar el beneficio económico sobre cualquier otra consideración, lo cual puede fomentar prácticas éticamente cuestionables o perjudiciales.

La falta de límites claros y efectivos en la explotación de recursos naturales y en la degradación de los ecosistemas ha llevado a una crisis ambiental sin precedentes, la cual amenaza no solo la biodiversidad, sino también la propia supervivencia humana; sin regulaciones estrictas o un enfoque sostenible en el uso de estos recursos, la sobreexplotación se convierte en una práctica común, agotando rápidamente aquello de lo que dependen tanto la vida en el planeta (Galán & García, 2020; Bárcena, 2022).

Las condiciones del medio ambiente impactan de forma directa a la salud de las personas; En 2016, se estimó que alrededor de 13.7 millones de personas en todo el mundo fallecieron como resultado de factores ambientales que podrían haberse evitado o controlado, lo que equivale a aproximadamente el 24% de las muertes globales de ese año. Esto significa que una de cada cuatro muertes está directamente relacionada con las condiciones ambientales, subrayando la estrecha conexión entre el entorno en el que vivimos y nuestra salud. Estos riesgos ambientales incluyen factores como la contaminación del aire y el agua, la exposición a sustancias tóxicas, y la degradación de los ecosistemas, los cuales influyen significativamente en la salud humana (World Health Organization, 2016). Estas cifras subrayan la magnitud del problema y su potencial para ser abordado, enfatiza la relación estrecha entre la salud pública y el cuidado ambiental.

Dada esta problemática, que se da tanto en espacios globales como locales, es importante la creación de conocimiento a través de las prácticas de las organizaciones horizontales como lo es Ecosta Yuti Cuii S. de S. S., considerando que cada organización, cultura y comunidad tiene conocimientos y experiencias valiosas que deben ser reconocidos y

valorados para abordar la complejidad de los desafíos sociales, ambientales y económicos actuales. En esta línea, Boaventura de Sousa Santos (2009) propone un enfoque que se replantea cómo se produce, valida y utiliza el conocimiento, adaptándolo a las realidades y necesidades específicas de los países del sur. Desde esta perspectiva, el conocimiento se entiende no como algo objetivo y neutral, sino como una construcción social y cultural, moldeada por los contextos históricos, políticos, económicos y culturales en los que surge. Además, Sousa Santos sostiene que el conocimiento no es propiedad exclusiva de académicos o expertos, sino que puede generarse en diversos ámbitos y a través de múltiples formas de saberes y experiencias.

Este documento tiene el objetivo de describir como la integración de individuos, con preocupaciones en común y que en cierta forma han sido excluidos del modelo de producción predominante, se pueden organizar bajo principios de cooperación, solidaridad y ayuda mutua para desarrollar proyectos orientados al uso racional de los recursos naturales y mejorar sus condiciones de vida.

En primer lugar, se aborda cómo los individuos se organizan para actuar colectivamente frente a los problemas que enfrentan como comunidad. Estas acciones suelen adoptar formas de organización caracterizadas por su enfoque horizontal, promoviendo la igualdad de participación, la toma de decisiones colectivas, el trabajo en equipo, el respeto al medio ambiente, entre otros valores. Dichas características pueden identificarse dentro del marco de los principios de la economía social solidaria.

Posteriormente, se presenta un análisis de los problemas medioambientales que afectan la región de la costa del estado de Oaxaca, enfatizando que estos no son exclusivos de la zona, pero se resalta su particular relevancia en el municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo. Este municipio será descrito a través de indicadores clave que destacan sus características geográficas y socioambientales distintivas.

Finalmente, se examinan las actividades de la organización Ecosta Yutu Cuii enfocadas a la conservación de los recursos naturales mediante acciones colectivas que buscan equilibrar la explotación económica con la defensa del medio ambiente, promoviendo una relación más armoniosa y sostenible entre la comunidad y su entorno.

La investigación seguirá una metodología de carácter descriptiva que incluye la revisión y el análisis documental para formular las bases y fundamentos teóricos de la investigación. Esta dedica especial atención a los estudios relacionados con economía social solidaria, sociedades de

solidaridad social, medio ambiente y sustentabilidad; así como la revisión documental de Ecosta Yutu Cuii S. de S. S. proporcionada por la organización.

La acción social ante el deterioro de los recursos naturales

Los seres humanos desarrollan una identidad y un sentido de pertenencia hacia un lugar físico o territorio; esto pasa normalmente con los espacios donde desarrolla sus actividades diarias, donde tienen su hogar. Estos lugares se vuelven sustanciales para quienes los habitan; pues tienen un sentido y significado distinto al que perciben quienes no viven ahí. De esta manera, los espacios se convierten en construcciones simbólicas impregnadas de significados individuales, que son moldeados por la cultura, las costumbres, los valores y las convicciones de quienes los habitan.

Beltrán (2013) sostiene que “la vida sobre el espacio es una vida colectiva” (p.147), ya que las acciones de los seres humanos, al ser comunes y ocurrir constantemente, transforman la naturaleza y el entorno, configurando sus propias condiciones sociales y estructurales que les permiten la existencia. En este sentido, el espacio se concibe como una construcción constante y dinámica, donde los individuos cambian y, al hacerlo sus prácticas sociales también se modifican para garantizar su sobrevivencia.

Arocena (2001) profundiza esta idea al señalar que, la conexión entre el ser humano y su territorio se construye en un nivel profundo de la conciencia, donde se arraigan los elementos más duraderos y esenciales de la identidad, tanto a nivel individual como colectivo. Este vínculo trasciende lo material, ya que el territorio no solo se percibe como un espacio físico, sino también como un componente simbólico cargado de significados culturales, históricos y emocionales. Es en este nivel profundo donde se registran las experiencias, tradiciones y valores que definen a las personas y comunidades, configurando su sentido de pertenencia y moldeando su forma de interactuar con el entorno. En este marco, el territorio se convierte en un espejo de la identidad colectiva, una extensión simbólica de la historia y la espiritualidad de las comunidades.

Los actores sociales no son simplemente sujetos pasivos que se ven afectados por las estructuras sociales, sino que también son capaces de influir y transformar su entorno a través de su acción. La acción social implica la interacción entre los individuos y su entorno social, donde se establecen relaciones, se negocian significados y se llevan a cabo cambios.

Es un proceso mediante el cual los actores sociales ejercen su agencia y buscan influir en la estructura y dinámica de la sociedad.

Organizarse o asociarse en grupos constituye una forma de acción colectiva que implica la creación de estructuras y normas que permiten a los individuos trabajar juntos de manera coordinada para alcanzar metas y objetivos comunes. A través de la organización, se establecen relaciones, roles y responsabilidades claras, lo que facilita la colaboración y la acción colectiva para abordar problemas o desafíos sociales. Beltrán (2013, p. 146), menciona que “la necesidad de pensar el espacio desde una acción colectiva signada por la acción de grupos, clases o sectores de clases es para garantizar su permanencia física, su reproducción cultural y su existencia como colectivo humano”.

En cada lugar, territorio o país existen individuos que son excluidos de los mercados laborales formales del capitalismo, que no están de acuerdo con los daños ecológicos que este provoca, o que en general sufren algún tipo de exclusión social. Estos individuos deben buscar alternativas para sobrevivir, una de las opciones que tienen es incorporarse al sector informal, una más es rebelarse contra el sistema y participar en movimientos sociales, otra podría ser conformar una organización horizontal, entre otras. Así, la acción social que tomen respecto a los desafíos que enfrentan como sociedad pueden ser muy diversos y depende de muchos factores.

Las organizaciones sociales agrupan a un conjunto de individuos que, de manera racional y consciente se integran y confluyen al compartir intereses y objetivos comunes. Con el objetivo de fomentar cambios en la sociedad, estas aparecen, frecuentemente, como una respuesta crítica a las desigualdades y restricciones que produce el sistema capitalista. Aunque buscan desenvolverse dentro de dicho sistema, lo hacen con el propósito de establecer sus propias reglas y métodos organizativos que les posibiliten influir en la realidad desde una lógica alternativa y colectiva.

Algunas características de estas organizaciones son integrarse de forma horizontal; ofrecer productos con ciertas características como orgánicos, ecológicos, a precios justos, entre otras. Se preocupan por los integrantes del grupo y por el entorno, trabajan de forma colectiva y compartiendo intereses, existen relaciones de reciprocidad, cooperación y solidaridad entre ellos, además de una serie de valores que tienen que ver con formas de vida, producción y consumo más respetuosas con el medio ambiente (H. Reyes, comunicación personal, 15 de abril de 2023). Este tipo de prácticas se asocian estrechamente con los principios que orientan a la economía social y solidaria (ESS).

Economía Social Solidaria y sustentabilidad

La Economía Social y Solidaria (ESS) es una disciplina en formación que busca generar conocimiento nuevo para los que buscan un modelo de reproducción económico distinto al predominante. Rojas (2019, p. 69), dice que los individuos “decepcionados del capitalismo, buscan trascenderlo, erigiéndose como una opción política e ideológica para la defensa de la vida, la preservación del equilibrio ecológico y la construcción de una sociedad más fraterna y humanista”.

La ESS se basa en la idea de que una economía más justa, equitativa y sostenible se puede lograr a través de la cooperación, la solidaridad y la equidad entre los miembros de una sociedad. En América Latina tiene sus raíces desde hace más de un siglo, pero experimentó un mayor impulso a partir de la década de los ochenta, en el contexto de crisis económicas y políticas en la región. Algunos de los países pioneros en la economía social y solidaria en América Latina son Brasil, Argentina, Uruguay y Ecuador, donde se han promovido políticas públicas y marcos legales que han favorecido su desarrollo.

La noción de Economía Social tiene sus raíces en el pensamiento económico y social de hace más de un siglo, surgida como una respuesta alternativa a los modelos capitalistas de producción y a la concentración de poder económico. Su base filosófica se enfocaba en la colaboración, la equidad y el bienestar común, promoviendo una economía al servicio de la sociedad, en la que las necesidades de las personas estuvieran por encima del lucro. Sin embargo, en las últimas décadas, la idea de Economía Social y Solidaria ha ganado relevancia, representando no solo un retorno a esos principios históricos, sino una transformación y modernización de estos. Este concepto se ha desarrollado en el contexto de problemas contemporáneos como la exclusión social, el desempleo, la desigualdad y la precariedad laboral, problemas que han aumentado en los últimos 30 años (Abramovich & Vázquez, 2006).

Coraggio (2004) dice que la ESS es un conjunto de actividades económicas y sociales diseñadas para atender las necesidades humanas fundamentales, fomentando la equidad, la justicia social, la participación democrática y el cuidado del medio ambiente.

Souza Santos y Rodríguez (2011), mencionan que Economía Social y Solidaria es una edificación diferente a lo que rechazamos del sistema capitalista. En concreto, se refiere a la resistencia a la disparidad estructural de riqueza y autoridad que genera y perpetúa para su continuidad; a una sociabilidad empobrecida, fundamentada en vínculos sociales organizados

con base en la rivalidad y el beneficio personal y la no sostenibilidad de la manufactura y el consumo a escala mundial, que están deteriorando el entorno natural y las oportunidades de perpetuación de la especie.

Por su parte, el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES, 2021) define la ESS como un conjunto de iniciativas sociales, económicas y culturales que se fundamenta en un cambio de paradigma centrado en la colaboración entre personas y la propiedad común de los recursos. La ESS aspira a construir relaciones de apoyo mutuo y confianza, fomentar un sentido de comunidad y participación social, y fortalecer los procesos de integración en la producción, consumo, distribución, ahorro y financiamiento, con el fin de cubrir las necesidades de sus miembros y las comunidades en las que se desarrolla.

De las definiciones anteriores podemos encontrar que la ESS incentiva un cambio de paradigma donde el objetivo principal es satisfacer las necesidades humanas básicas; resaltando valores como la igualdad, la justicia social, la participación democrática y la preservación del medio ambiente mediante la solidaridad, la colaboración, la propiedad colectiva y el fortalecimiento de procesos comunitarios en la economía social y solidaria.

La cooperación constituye un principio fundamental en la economía social solidaria, que se basa en la colaboración entre personas y organizaciones para alcanzar objetivos colectivos mediante prácticas solidarias. Las prácticas y valores que guían la cooperación dentro de la ESS se basan en la responsabilidad colectiva, la equidad, la solidaridad, la ayuda mutua y la democracia.

Otro principio elemental de la ESS es la sustentabilidad. Gutiérrez y González (2010) mencionan que la sustentabilidad es un proceso que facilita el avance hacia un futuro con mayores posibilidades, promoviendo la equidad social y preservando la calidad del medio ambiente. Sustentabilidad que implica una gestión responsable y equilibrada de los recursos, una preocupación por la justicia social y la comunidad, y una visión a largo plazo que trascienda el beneficio económico inmediato. La sustentabilidad implica los componentes social, económico y ambiental; y se espera que en conjunto tengan un impacto en el desarrollo local.

El modelo de ESS propone una gestión económica caracterizada por el uso responsable de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. En otras palabras, se trata de una economía que no solo busca ser eficiente, sino también sostenible desde un enfoque social y ambiental (Rojas, 2019).

Desde esta óptica, la sustentabilidad en la ESS se entiende como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la disponibilidad para futuras generaciones. Este enfoque sostiene que el crecimiento económico tiene que estar en consonancia con el medio ambiente, intentando reducir al mínimo los impactos negativos en la naturaleza y maximizar los beneficios sociales. En esta misma línea, Coraggio (2004) argumenta que la ESS fomenta un equilibrio entre las dimensiones ambientales, sociales y económica, enfocado en el bienestar de la comunidad más que en el beneficio individual. De esta manera, la ESS plantea que para alcanzar la sustentabilidad debe integrarse el respeto al medio ambiente, la viabilidad económica y la equidad social como pilares fundamentales de un desarrollo centrado en el bien común.

La problemática medioambiental y sus repercusiones

En la actualidad, el mundo enfrenta diversos problemas medioambientales que amenazan tanto a los ecosistemas naturales como a la vida humana. Algunos de estos problemas son: el cambio climático, la deforestación, la agricultura intensiva, los residuos industriales, entre otros.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) explica el cambio climático como una alteración en las condiciones climáticas que se atribuye, ya sea directa o indirectamente, a actividades humanas que modifican la composición de la atmósfera global, sumándose a la variabilidad climática natural registrada en periodos de tiempo similares (Favier, et al., 2019). Este fenómeno tiene impactos en el medio ambiente, la economía y la sociedad; las temperaturas están cambiando y los cambios son más pronunciados en algunas regiones que en otras, esto puede provocar un incremento en la temperatura del aire, el agua y la tierra, lo que afecta a la biodiversidad, sequías prolongadas, ocurrencia más frecuente de eventos meteorológicos extremos, como tormentas y huracanes, olas de calor e incendios forestales. (Molina et al., 2017). Esto trae como consecuencia afectaciones en la agricultura, al alterar los patrones climáticos, afectar la disponibilidad de agua, aumentar la incidencia de eventos climáticos extremos y expandir la propagación de plagas y enfermedades. Estos cambios impactan en la producción y calidad de los cultivos, lo que puede llevar a la inseguridad alimentaria y pérdidas económicas para los agricultores.

Otro problema es la de destrucción de bosques y áreas forestales para convertirlas en tierras agrícolas, campos de pastoreo, asentamientos humanos, infraestructuras o para obtener madera u otros recursos naturales. Esta práctica ha provocado una disminución drástica de la biodiversidad, un incremento significativo del calor en el aire, una disminución del

oxígeno, un aumento del dióxido de carbono y un impacto significativo en el flujo natural del agua que nacen en las zonas deforestadas y que suministran agua al complejo de humedales de la parte baja de las cuencas (García, 2016).

La agricultura intensiva ha llevado al uso excesivo de maquinaria, uso creciente de agroquímicos, a una mayor subdivisión de terrenos y a la tala de bosques para ampliar áreas de cultivo. Esto tiene consecuencias negativas que incluyen la degradación del suelo, ya que se daña su composición y la biodiversidad; también se contamina el agua por el uso de los productos químicos, los cuales pueden filtrarse en los ríos y lagos; adicionalmente ocasiona problemas de salud por los residuos de pesticidas y otros productos químicos en los alimentos que pueden ser perjudiciales (Reyes y Cano, 2022). A largo plazo, la agricultura intensiva deteriora la capacidad productiva de las tierras, debido a que, al incrementarse la erosión del suelo, se reduce su capacidad para retener agua y nutrientes, lo que hace más difícil sostener la producción agrícola sin el uso continuo de agroquímicos.

Así también, los residuos industriales tienen varios efectos negativos sobre el medio ambiente; algunos de ellos son: la contaminación del aire causada por las emisiones de gases tóxicos y partículas finas que pueden afectar la calidad del aire; la contaminación del agua, ya que los residuos líquidos pueden filtrarse en ríos y contaminarla; la contaminación del suelo si los residuos no se eliminan adecuadamente, ya que pueden filtrarse y contaminar la tierra, lo que puede influir en el desarrollo de las plantas, y también daño a la vida silvestre, puesto que los residuos pueden ser tóxicos para los animales y plantas, lo que puede provocar problemas de salud y la muerte (Escrig, 2008).

Existe también pérdida de biodiversidad debido a la caza de animales silvestres para consumo humano, venta ilegal y venta de pieles, esto lleva a la desaparición de especies de animales que afectan directa o indirectamente el equilibrio ecológico.

Este tipo de circunstancias se pueden apreciar en muchos lugares a nivel mundial, en las ciudades y en nuestros pueblos, pero su manifestación siempre va a tener características particulares, dependiendo de los contextos culturales, por lo que aquí nos vamos a enfocar en el municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo para obtener elementos que nos ayuden a la comprensión del fenómeno global.

Villa de Tututepec de Melchor Ocampo

Este municipio se ubica en la Región de la costa de Oaxaca, como se observa en la figura 1, es el más extenso de la región y el tercero más grande del estado, ocupando una superficie de aproximadamente 120,000 hectáreas, con diversos ecosistemas acuícolas y terrestres (Reyes, 2010).

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda realizado en 2020, el municipio tiene una población total de 50,541 habitantes, siendo 51.5% mujeres y 48.5% hombres.

En la región, se manifiesta una combinación de culturas indígenas, afrodescendientes y mestizas. Tututepec llegó a ser la segunda ciudad más importante en la época precolombina, por lo que tiene un valioso legado histórico (Reyes, 2010).

Según datos del Coneval (2020), el 46.8% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 14.9% en situación de pobreza extrema. En 2020, las principales carencias sociales fueron dificultades para acceder a la seguridad social, a los servicios básicos en la vivienda y a la alimentación.

En el municipio se encuentra una abundante riqueza de recursos naturales, históricos y sociales, que lo convierten en un lugar con amplio potencial en todos los aspectos del desarrollo. Posee una gran variedad de vegetación, áreas de cultivo, ganadería, playas, lagunas y humedales. Las principales actividades económicas que se realizan son: agricultura, ganadería, pesca, turismo.

Se practica agricultura de temporal que incluye el sistema de roza, tumba y quema; agricultura de riego y agricultura de cultivos permanentes. Según datos del INEGI (2015), la superficie que se destina a la agricultura es de 20.52% del total de la superficie del municipio. Los principales cultivos son limón con 3,596 ha, coco con 2,803 ha, café con 2121 ha y papaya con 1225 ha sembradas (SIAP, 2021).

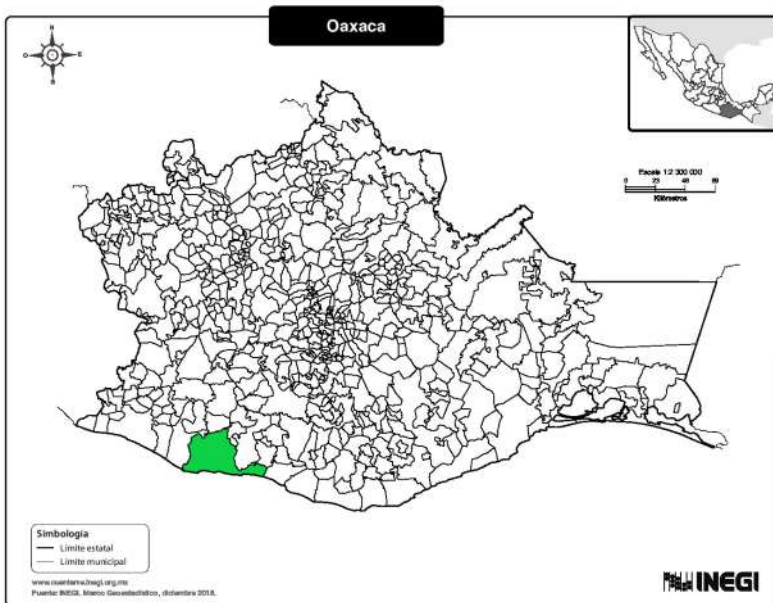
Se tiene una superficie de 20,629.75 hectáreas cubiertas de pastizal cultivado e inducido, lo que representa el 17.78% de la superficie total del municipio (INEGI, 2015). Predomina un sistema de pastoreo semi intensivo, que consiste en el establecimiento de pastizales en terrenos subdivididos, donde el ganado se desplaza entre los distintos lotes de pastura a medida que los va consumiendo.

El municipio cuenta con 68.88 kilómetros de litoral, 3,881 hectáreas de superficie lagunar y cinco ríos permanentes, la pesca, para algunas comunidades, son la primera fuente de ingresos. La pesca se lleva a cabo mediante técnicas artesanales que incluyen el uso de redes de altura, redes

para tiburones, trasmallo, atarraya, chacalmaca, anzuelo, arpón, varillas con punta y redes manuales. Una gran parte de la producción se envía a la ciudad de Oaxaca y Acapulco; el resto se consume localmente en los establecimientos ubicados en la zona turística y en las comunidades cercanas (Reyes, 2010).

Figura 1.

Ubicación del municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo en el estado de Oaxaca



Nota: Imagen obtenida de INEGI, 2024. <https://cuentame.inegi.org.mx/>

El municipio, al contar con atractivos naturales como lagunas, playas y bosques, ha fomentado el desarrollo de actividades turísticas en varias de sus localidades, entre las que destacan El Zapotalito, Chacahua, El Corral, Cacalote, Cerro Hermoso y El Azufre. Cada una de estas comunidades ofrece a las visitantes experiencias únicas, aprovechando sus recursos naturales para actividades recreativas, ecológicas y culturales.

Sin embargo, a pesar de las numerosas potencialidades de la región, los factores de deterioro ambiental, social y económico avanzan a un ritmo alarmante, superando la capacidad de los recursos naturales y de los propios ecosistemas para regenerarse y mantenerse en equilibrio. Desde inicios de los 90 se han enfrentado con varios problemas medioambientales

como: la contaminación del agua, el exceso de turismo, que ha ejercido una presión sobre los recursos naturales como las playas y los arrecifes de coral; la sobrepesca y la recolección de huevo de tortuga marina; así también el cambio climático; la erosión costera y la pérdida de playas; el crecimiento urbano en la costa que ha llevado a la degradación de los bosques, la pérdida de hábitat naturales; la deforestación para cambio de uso de suelo para uso agrícola y ganadero; y el uso excesivo de agroquímicos en las actividades agrícolas (Reyes, 2010).

Debido a los efectos negativos derivados del cambio climático, en Oaxaca se ha registrado un aumento de los eventos hidrometeorológicos extremos en los últimos años. En el periodo de 2000-2014, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) registró 1,614 declaratorias de desastre. De ellas, 24% correspondió a sequía; 12% a lluvias por huracanes; 10% a inundaciones, principalmente en la región Costa y Valles Centrales; los deslizamientos de laderas representaron 7% y afectaron más a las zonas rurales montañosas y, finalmente, 43% restante correspondió a otros fenómenos como avenidas, granizadas, marejadas, olas de calor y fuertes vientos (Plan estratégico sectorial Oaxaca, 2016, p. 16).

En lo referente a la deforestación, según el Inventario Estatal Forestal y de Suelos del Estado de Oaxaca (IEFyS, 2013), existen 328,262 hectáreas afectadas, a las cuales se suman cada año más de 13 mil hectáreas adicionales de deforestación únicamente por los daños ocasionados por incendios, plagas y enfermedades forestales. Este fenómeno ha modificado los ciclos del agua y disminuido su disponibilidad, favoreciendo la erosión y la pérdida de suelos.

Aunado a ello, el 31 de mayo de 1990 se hizo público en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Acuerdo que decreta la veda total para todas las especies y subespecies de tortugas marinas en las aguas bajo jurisdicción federal del Golfo de México, el Mar Caribe y el Océano Pacífico. Este decreto establece la prohibición de captura, extracción y cualquier actividad que amenace la supervivencia de estas especies en estas zonas marítimas, extendiéndose también a las áreas de anidación en las playas donde estas tortugas depositan sus huevos.

Dada estas situaciones, en la región se han organizado algunos pobladores y de ahí han surgido diferentes organizaciones como lo son las cooperativas, las sociedades de solidaridad social, unidades de producción rural, entre otras; algunas enfocadas al ecoturismo y otras que tienen como

propósito realizar actividades productivas para autogenerar empleos que les permita obtener ingresos que ayuden a mejorar su bienestar y calidad de vida, pero de forma sustentable.

Estudio de caso: Ecosta Yutu Cuii S. de S. S.

Debido a los problemas ambientales en la costa oaxaqueña, algunos habitantes de la región se han organizado, dando lugar a diversas organizaciones, tales como cooperativas, sociedades de solidaridad social y unidades de producción rural, entre otras. En esta área, los municipios cuentan con una cantidad significativa de cooperativas dedicadas a los servicios turísticos, ecoturismo, pesca, conservación de la biodiversidad y producción en general. En la región se registra la presencia de 56 cooperativas, lo que equivale al 15.43% del total de este tipo de organizaciones en todo el estado (Medina y Flores, 2015).

Algunas de estas cooperativas son: la cooperativa de mujeres pescadoras del Manglar, la sociedad cooperativa Lagarto Real, aves y manglares de Chacahua, aventuras y ecoturismo lagunas de Chacahua, productoras ecológicas de El Tomatal, grupo de mujeres carbonanche, cosméticos Mazunte, entre otras. Sin embargo, para este estudio de caso se enfocó en Ecosta Yutu Cuii Sociedad de Solidaridad Social, y es la única entidad con esta figura jurídica en la región.

Ecosta Yutu Cuii (en mixteco árbol verde) nace en 1993, fue constituida como una Sociedad de Solidaridad Social (S. de S. S.), integrada legalmente por 18 personas y registrada ante el Registro Agrario Nacional (RAN). Sin embargo, han desarrollado actividades en 21 comunidades rurales en la costa de Oaxaca.

Las S. de S. S. se rigen por la Ley de Sociedades de Solidaridad Social, la cual fue publicada en 1976 en el Diario Oficial de la Federación y reformada en 2018. Dicha ley, en su artículo 1o. menciona que una Sociedad de Solidaridad Social se forma con un patrimonio de carácter colectivo y está integrada por socios que deben ser personas físicas de nacionalidad mexicana. Este grupo incluye principalmente a ejidatarios, comuneros, campesinos sin tierra, pequeños propietarios y personas con derecho al trabajo. Los socios aportan una parte del producto de su trabajo a un fondo de solidaridad social y tienen la posibilidad de llevar a cabo actividades mercantiles. Asimismo, acuerdan de manera libre las modalidades de dichas actividades para alcanzar los objetivos establecidos por la sociedad.

El Instituto Nacional de la Economía Social Solidaria (INAES), reconoce a las S. de S. S. dentro de su catálogo de Organismos del Sector Social de la Economía (OSSE). En México, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2024) existen 232 Sociedades de Solidaridad Social, predominado las de actividades agropecuarias, pesca y ecoturismo.

Ecosta Yutu Cuii es una organización que tiene la firme intención de proteger los ecosistemas de la costa de Oaxaca, así como promover el desarrollo comunitario. Inició como un movimiento local y con el paso del tiempo, se ha convertido en un proyecto de impacto regional.

“La palabra Guelaguetza deriva de la palabra zapoteca Guendaliza’a que hace alusión a una actitud, una cualidad con la que se nace; un sentimiento por medio del cual se acepta, sirve y estima al prójimo; es el sentimiento de parentesco, de hermandad, de compartimiento” (Ortiz, 2000, p. 59). Es una muestra de relaciones recíprocas, por ejemplo, cuando una familia pierde a un ser querido, se acude con dinero o productos en especie en señal de apoyo a la familia y esto se devuelve cuando otra familia lo necesita. Esta práctica también se usa en las celebraciones como bodas, bautizos; en labores agrícolas, entre otras; e incluso se realiza de comunidad a comunidad.

La percepción del espacio que los integrantes de Ecosta tienen, se ha enriquecido y alimentado principalmente por lo cultural y lo ambiental, ya que está conformada por la participación de agricultores, mujeres y niños, de pueblos indígenas mixtecos, chatinos y mestizos, así como de algunas comunidades afrodescendientes. En donde se entremezclan las prácticas ancestrales que han realizado como parte de su cotidianidad a lo largo de su vida, como el tequio, mayordomías, la guelaguetza y la asamblea comunitaria¹

Las mayordomías tienen que ver con las celebraciones religiosas de un Santo Patrón y sirve para cooperar, colaborar y compartir en comunidad. El mayordomo normalmente se encarga de organizar los eventos de la fiesta, de aportar el dinero para los juegos pirotécnicos, la comida para toda

¹ El tequio es un trabajo no remunerado, considerado un servicio a la comunidad que se desarrolla de forma colectiva, en donde están obligados los ciudadanos mayores de 18 años (al principio solo eran varones, actualmente también participan las mujeres jefas de familia); y es para realizar obras en beneficio de la comunidad.

la comunidad, la banda de música, entre otras; depende de cada comunidad y posibilidades de cada mayordomo.

El estado de Oaxaca está conformado por 570 municipios, de los cuales, según el Congreso del Estado (2021), 417 son regidos por el sistema de usos y costumbres, lo cual quiere decir que el nombramiento de autoridades se da por asamblea general, en donde participan los ciudadanos (hombres) mayores de 18 años o que ya sean jefes de familia. La concesión que se tiene de derechos políticos es que las familias son sujetos de representación, y no los individuos. Aunque actualmente se ha abierto la posibilidad en algunos municipios de participación por paridad de género y ya hay mujeres dentro de los cabildos. Normalmente, al inicio de la asamblea se nombra primeramente la mesa directiva que llevará a cargo la asamblea y posteriormente se pasa a las elecciones, cargo por cargo y generalmente se hace por ternas. También mediante la asamblea general toman decisiones de obras, recursos y actividades de la comunidad. Además, su concepción que tienen sobre los recursos naturales está nutrida por la cosmovisión indígena que concibe a la naturaleza como parte esencial de la vida, y que tiene una vida espiritual propia conectada con los seres humanos y que deben mantener una armonía permanente. En el entendido que el ser humano no es superior a la naturaleza, por tanto, no tiene el derecho de destruirla; por el contrario, tienen el compromiso de cuidar de ella, incluso, cuando tienen que hacer uso de los recursos naturales piden permiso primero a los espíritus del lugar, esto para mantener una armonía con ellos, y en señal de respeto.

Así, su espacio se ve influenciado por la acción social de los individuos, se ha convertido en una realidad social, construida y estructurada por la acción de los pobladores de esta región. Y a partir de esa construcción propia de su espacio es que pueden plantearse objetivos comunes.

La estructura de la organización se conforma con una asamblea general, una mesa directiva, un comité técnico y diferentes comisiones. El funcionamiento de la organización ha sido a partir de proyectos, a lo largo de 30 años se han derivado 43 proyectos, algunos han fracasado en el intento y otros siguen funcionando. De manera conjunta han trabajado para realizar diferentes actividades, apoyándose unos a otros y autogestionando capacitación y recursos para cada uno de sus proyectos (H. Reyes, comunicación personal, 15 de abril de 2023).

Su prioridad son la protección de recursos naturales, así que la mayor parte de sus proyectos se han enfocado en esta área, actualmente son 4 ejes enfocados hacia este fin, de los cuales se derivan diversos proyectos. Estos ejes son: las reservas forestales, áreas de protección de la vida silvestre,

reconversión agrícola y acciones para la concientización sobre la importancia de los recursos naturales.

El primer eje son las reservas forestales, el cual está integrado por dos proyectos, el primero fue instalar de forma conjunta un vivero con algunas especies de árboles nativos como el zopilote (*Swietenia macrophylla*), el macuil (*Tabebuia rosea*), el samaritan (*Brosimum alicastrum*) y la parota (*Enterolobium cyclocarpum*); posteriormente se incluyó una especie exótica, el neem (*Azadirachta indica*). De ahí se pasó a la segunda parte del proyecto que fue la plantación de las reservas forestales, las cuales consisten en un área de terreno que cada productor asigna según tenga disponibilidad, estos son espacios protegidos que serán explotados de forma racional, es decir, cada productor en ese espacio produce su propia madera para construcción de su casa, la leña para consumo propio, postes, entre otros, con esto se evita que se sigan explotando los bosques, es como si cada uno tuviera su propio bosque para su autoconsumo. Con estas reservas forestales se han formado corredores biológicos donde se conservan especies de flora y fauna de la región, en donde se han llegado a tener ocho mil hectáreas bajo este concepto.

El segundo eje corresponde a las áreas protegidas de la vida silvestre: estas áreas se establecieron a partir de las reservas forestales, el manejo de fauna silvestre se hace a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), registradas y con los permisos correspondientes ante la Secretaría del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (SEMARNAT). Dado que la iguana es un platillo que se come de forma habitual en la región y de que algunas especies están en peligro de extinción, se cuentan con dos UMAs de iguanas en donde se aplican metodologías sencillas de crianza. Dentro de cada criadero nacen en promedio 500 iguanas juveniles que se liberan anualmente en zonas protegidas, también se comercializan algunas especies y otras para autoconsumo. Se tuvo también una UMA de venado, sin embargo, presentaron problemas para su manejo, sobre todo en cuanto a enfermedades, los veterinarios de la zona desconocen cómo tratar las enfermedades de dichos animales. Aún hay quienes los crían, pero ya solo en pequeñas cantidades.

El tercer eje es la reconversión agrícola, en este eje son cinco los proyectos más importantes; el primer proyecto es de abonos verdes, para lo cual se introdujo el cultivo del frijol *mucuna pruriens*, ya que es un abono verde por excelencia debido a la capacidad que tienen de formar asociaciones con bacterias y estas bacterias sirven para fijar el nitrógeno y mejorar la fertilidad de los suelos. Un segundo proyecto es la conservación

de suelos, para lo cual se importó pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), el cual es un bio conservador para controlar la erosión y la conservación del agua en tierras agrícolas y forestales. El tercer proyecto es un banco de germoplasma, para lo cual se ha realizado un rescate de semillas nativas, sobre todo de maíz y algodón. Un cuarto proyecto es el control biológico de plagas, el cual se ha llevado a cabo en colaboración con la Junta de Sanidad Vegetal del municipio de Tututepec; se ha promovido el uso de organismos beneficiosos, para lo cual se estableció un centro de reproducción. Estos organismos han sido liberados principalmente en cultivos de maíz, hortalizas, papaya y limón. El quinto proyecto involucra plaguicidas derivados de extractos orgánicos, los cuales tienen la ventaja de no dejar residuos y, por lo tanto, no son perjudiciales. El principal plaguicida impulsado ha sido el elaborado a partir de extractos de la semilla del árbol de Neem, de cuyo cultivo ya se han establecido 15 hectáreas en la zona.

En cuanto al cuarto eje, que es la participación social, se tiene el proyecto “guardianes del futuro”, en el cual han conformado grupos de niños y jóvenes de las comunidades de Tututepec, se les han dado talleres y pláticas de educación ambiental, se concientiza sobre el uso de los recursos naturales y la importancia dentro de la vida cotidiana. Estas pláticas también se realizan con adultos, ya que están convencidos de que para hacer un uso racional de los recursos naturales y llevar acciones de conservación se tiene que empezar con educación sobre el tema.

Adicionalmente, a estos proyectos, a través de la organización han encontrado el camino para solucionar sus problemas como comunidad y también de índole personal; muestra de ello es el fondo monetario que se tiene para otorgar préstamos para proyectos medioambientales, agricultura o de ecoturismo en donde se cobra un interés del 1 al 3% dependiendo del tipo de proyecto que se trate.

También se tiene un fondo para préstamos en especie y en donde no hay un cobro de interés, solo se devuelve lo que se prestó ya sea en especie o dinero, por ejemplo, se pueden pedir 10 kg de semilla de maíz para sembrar y al final de la cosecha el agricultor paga esos 10 kg de maíz o el equivalente en dinero. Así pueden pedir equipo para riego, mallas para cercado, entre otras.

Otro proyecto que tienen es apoyo en cadena en especie, acá se da por ejemplo pie de cría de gallinas y cuando ya se reproducen se da la misma cantidad de gallinas a otra familia y así sucesivamente; este tipo de ayuda se da en cualquier especie de animales para reproducción (ovinos, cabras, conejos, abejas).

Ecosta Yutu Cuii forma parte de una red de organizaciones de la región de la costa que se apoyan conjuntamente para retroalimentarse de los éxitos y fracasos que han tenido. El cúmulo de conocimientos empíricos que han obtenido en los diferentes proyectos impulsados a lo largo de treinta años ha sido relevante no solo en la región, ya que también son parte de redes nacionales como Red Campo, México Profundo y Pies Ágiles. Así también han formado alianzas con organizaciones internacionales como Guardianes del Agua (Waterkeeper) y con la fundación Ashoka.

Simplificando, se puede decir que Ecosta Yutu Cuii es una organización horizontal, que ha tomado responsabilidad social dentro de los sistemas de producción que se tienen en la región, en diversos sectores y a través de diferentes proyectos, sobresaliendo en la agricultura principalmente; concientizando y promoviendo una gestión racional de los recursos naturales, enfocados hacia una sociedad más justa que fomenta el desarrollo humano mediante el trabajo cooperativo y solidario, haciendo uso de los saberes cotidianos y el cúmulo de conocimientos que han adquirido los integrantes a lo largo de su vida.

REFLEXIONES FINALES

La Sociedad de Solidaridad Social Ecosta Yutu Cuii surge como una respuesta colectiva a los desafíos y desequilibrios generados por el modelo de producción capitalista; como la creciente desigualdad, la precarización del trabajo y la explotación de los recursos naturales en la Costa de Oaxaca. Esta organización ha integrado sus saberes ancestrales, con saberes locales y realizan actividades productivas, culturales, ecológicas, entre otras, con una ideología diferente a las predominantes en el capitalismo. Se organizan bajo principios de cooperación, solidaridad y ayuda mutua, en donde se pretende mejorar su condición de vida, pero no solo centrándose en el aspecto monetario, sino también en el ser humano, el medio ambiente y toda una colectividad.

Impulsar la economía desde los espacios locales ofrece no solo el fortalecimiento económico, sino también la preservación cultural, la autonomía, la sostenibilidad ambiental y la participación ciudadana, lo que contribuye a construir comunidades más resilientes y sostenibles en un mundo globalizado. Ecosta Yutu Cuii asume un rol relevante en la región por las estrategias que ha tomado para el cuidado de los recursos naturales. La organización ha impulsado estrategias integrales que abarcan la reforestación, la creación de corredores biológicos y la reconversión agrícola hacia modelos con un manejo ecológico equilibrado. Estas acciones contribuyen a la restauración de ecosistemas degradados, pero también promueven la soberanía alimentaria y la autonomía productiva de

las comunidades. Esta Sociedad de Solidaridad Social, se ha adaptado y opera de forma paralela al sistema económico existente y, cuando es necesario, hace uso de los elementos que le sean útiles de la economía de mercado, esto debido a que tienen ciertas necesidades que solo el mercado las puede resolver.

Todas las organizaciones llegan a presentar inconvenientes y diferencias al interior en algún momento, ya que es parte de las relaciones sociales de los individuos, Ecosta Yutu Cuii no es la excepción y en ocasiones existe disidencia en el trabajo, no todos se comprometen de igual manera y a lo largo de estos treinta años ha habido un flujo de quienes entran y salen de la organización. Actualmente, están en busca de su autosuficiencia como organización, para lo cual se encuentran desarrollando diferentes actividades relacionadas con productos diferenciados (ecológicos, orgánicos, artesanales, entre otros) que les permiten obtener ingresos para ser autosuficientes.

En conclusión, la experiencia de Ecosta Yutu Cuii invita a reconsiderar el significado del desarrollo sustentable más allá de lo que se dice a nivel institucional. Su trayectoria muestra que la sustentabilidad no es un objetivo fijo, sino un proceso de construcción continua, que requiere mantener una balanza entre conservar las tradiciones y estar abiertos a los cambios, así como entre la autonomía de la comunidad y colaborar con agentes externos. Más que un ejemplo exitoso, es una lección acerca de cómo la sustentabilidad se construye día a día, desde el espacio territorial y a través de la participación comprometida de las personas que contribuyen en su desarrollo.

LITERATURA CITADA

- Abramovich, A.L. & Vázquez, G. (2007). Experiencias de la Economía Social y Solidaria en la Argentina. En Estudios Fronterizos, vol. 8, núm. 15, pp. 121-145.
- Arocena, J. (2001). *El desarrollo local: un desafío contemporáneo*. Montevideo: Taurus.
- Bárcena, A. (2022). El cambio climático a nivel mundial. En A. Bárcena, J. Samaniego, W. Peres y J. E. Alatorre (Eds.), *La urgencia de actuar frente a la crisis climática en América Latina y el Caribe: ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* (pp. 43–62). Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Beltrán, S. (2013), Espacio y capitalismo: la crisis capitalista, el territorio. Ciencia Política. Universidad Nacional de Colombia.
- Boaventura de Sousa, S. (2009), *Una epistemología del Sur*, CLACSO-Coediciones Siglo XXI.

- Boaventura de Sousa, S. & Rodríguez, C. (2011) *Para ampliar el canon de la producción*. En *Producir para vivir. Los caminos de la producción no capitalista* 1 comp. de Boaventura de Sousa Santos; trad. de Elíseo Rosales, Mario Morales. - México: FCE.
- Coraggio, J.L. (2004). Economía social y solidaria: el trabajo antes que el capital". *Revista de Economía Mundial*, 8, 157-177).
- Escrig, D. (2008). El impacto ambiental de las actividades industriales: el cambio necesario. En *Hacia un uso sostenible de los recursos naturales*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía.
- Favier, MA. Chi, M. Dehesa L. & Veranes, M. (2019). Efectos del cambio climático en la salud. *RIC*. 98(2):272-282. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revinfcie/ric-2019/ric192n.pdf>
- Galán, C. y García, E. (2020) *Por una economía socio-ecológica para la sustentabilidad*. En una economía social solidaria y sustentabilidad. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Facultad de Economía "Vasco de Quiroga".
- García, M. E. (2016) La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Rev. P+L Vol. 11 No.2*. En: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000200014
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). *Informe de Evaluación y pobreza Oaxaca 2020*.
- Gutiérrez, E. y González, E. (2010). *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable: construcción de un enfoque multidisciplinario*. México, Siglo XXI Editores y Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Instituto Nacional de Geografía e Historia (2010). Compendio de información geográfica municipal Villa de Tututepec de Melchor Ocampo Oaxaca. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20334.pdf
- Instituto Nacional de Geografía e Historia (2020). Resultados del Censo de Población y vivienda. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Geografía e Historia (2024). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), consultado 14 noviembre 2004. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Instituto Nacional de Geografía e Historia (2024). Cuéntame de México, sección educativa. Consultado en: https://cuentame.inegi.org.mx/imprime_tu_mapa/default.html

- Ley de Sociedades de Solidaridad Social [L de S. de S. S.], Reformada, Diario Oficial de la Federación [DOF], 24 de abril de 2018, (México).
- Instituto Nacional de Economía Social Solidaria (2021), https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/449945/Economia_Social.pdf
- Medina, A. L. y Flores, U. (2015). Análisis de la sociedad cooperativa y su fiscalidad en la región Mixteca Oaxaqueña. Boletín de la Asociación Internacional de Derecho Cooperativo, N.º 49, pp.251-278. [file:///C:/Users/Amanda/Downloads/Dialnet-AnalisisDeLaSociedadCooperativaYSuFiscalidadEnLaRe-5287915%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Amanda/Downloads/Dialnet-AnalisisDeLaSociedadCooperativaYSuFiscalidadEnLaRe-5287915%20(2).pdf)
- Molina, M., Sarukhán, J. & Carabias, J. (2017) *El cambio climático. Causas, efectos y soluciones*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Ortiz, I. (2000). ¿Existe la posibilidad de una filosofía empresarial auténtica oaxaqueña? *Temas de Ciencias y Tecnología*, 12, 56-64.
- Plan estratégico sectorial. Medio ambiente 2016-2022. Gobierno del estado de Oaxaca. https://www.finanzasoxaca.gob.mx/pdf/planes/planes_esectoriales/2016-2022/PES_Medio_Ambiente.pdf
- Reyes, H. (2010), *Diagnóstico Socioambiental del municipio de Tututepec*, Oaxaca.
- Reyes, S. E. y Cano, D. M. (2022). *Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 53–64. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.328>.
- Rojas, J. J. (2019). *Aproximación sociológica al significado de los términos: economía popular, economía social y economía solidaria en México*. Áreas. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (39), 61–73. <https://doi.org/10.6018/areas.408441>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023, 15 de mayo) <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/las-uma-sitios-dedicados-a-la-conservacion-de-la-vida-silvestre>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017). *Compendio de estadísticas ambientales*. Disponible en https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2017/dgeia.wf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet3139.html (2023, 6 de octubre)
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2023, 15 de mayo) <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- World Health Organization (2016). *Environmental health*. [Internet] [Consultada: 11de noviembre de 2024]. Disponible

en: https://www.who.int/health-topics/environmental-health#tab=tab_1

Data México.2023. Municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo. <https://datamexico.org/es/profile/geo/villa-de-tututepec?redirect=true>

SEMBLANZA CURRICULAR

Amanda Espinosa Soriano

Licenciada en Economía Agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo, Maestra en Economía por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, actualmente estudiante del Doctorado Interinstitucional en Economía Social Solidaria (DIESS) en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Líneas de investigación: pobreza, políticas públicas, cooperativismo. Colaboró en el Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESA) en el estado de Oaxaca y ha trabajado con grupos productivos en diversas comunidades rurales del mismo estado. Correo electrónico: amanda.espinosa@alumno.buap.mx ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8476-7539>

María de Lourdes Herrera Feria

Doctora en Historia por la Freie Universität Berlin (2012) y Profesora-Investigadora de tiempo completo en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (Nivel II), al Padrón PRODEP (SEP) y al Padrón Institucional de Investigadores (BUAP). Obtuvo la Cátedra América Latina 2016-2017 en la Université de Toulouse Jean Jaurès, ha realizado estancias de investigación en el Lateinamerikas Institut de la FU-Berlin y en la Université Toulouse-Jean Jaurès. Recibió el Premio Genaro Estrada 2012 que otorga el Archivo Histórico de la Secretaría de Relaciones Exteriores de México. Ha publicado libros, capítulos de libro y artículos de investigación en revistas especializadas nacionales e internacionales. Correo electrónico: maria.herrera@correo.buap.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4336-3293>

**Plagas en granos almacenados contra plantas de origen
etnobotánico: Una revisión sistemática**
**Pests in stored grains against plants of ethnobotanical origin:
A systematic review**

Arturo Rafael **Armenta-López**¹, Eusebio **Nava-Pérez**², Adalid
Graciano-Obeso³

Resumen

El control de plagas en granos almacenados, especialmente del picudo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) y el gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), es crucial para la seguridad alimentaria. Ante los impactos negativos de los insecticidas sintéticos, el conocimiento etnobotánico ofrece alternativas sustentables. Esta revisión sistemática tuvo como objetivo analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre la eficacia de extractos vegetales de origen etnobotánico para el manejo de estas plagas clave en México. Para ello, se realizó una revisión sistemática de literatura científica (1980-2024) en bases de datos especializadas, priorizando estudios experimentales que evaluaran actividad insecticida, repelente o antialimentaria. Los resultados identifican y documentan la eficacia biocida de metabolitos secundarios presentes en especies como el nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), higuierilla (*Ricinus communis* L.), tabaquillo

(*Nicotiana glauca* Graham) y cacachila (*Karwinskia humboldtiana* Roem. & Schult.). La evidencia recopilada demuestra que sus extractos actúan principalmente como repelentes, inhibidores de la alimentación y reguladores del crecimiento, mostrando altas tasas de mortalidad y reducción del daño al grano. En conclusión, los hallazgos validan el conocimiento tradicional y proporcionan una base científica sólida para el uso de estos bioplaguicidas botánicos. Se discuten sus limitaciones y su potencial como tecnología social accesible, que puede fortalecer la autonomía de los pequeños productores y contribuir a un manejo postcosecha más seguro y sostenible.

Palabras clave: postcosecha, extractos vegetales, metabolitos secundarios, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus zeamais*

Abstract

¹Instituto Politécnico Nacional

²Instituto Politécnico Nacional

³Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave

Pest control in stored grains, particularly against the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and the bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say), is crucial for food security. Given the negative impacts of synthetic insecticides, ethnobotanical knowledge offers sustainable alternatives. This systematic review aimed to analyze and synthesize the available scientific evidence on the efficacy of ethnobotanically-derived plant extracts for managing these key pests in Mexico. To this end, a systematic review of scientific literature (1980-2024) was conducted in specialized databases, prioritizing experimental studies evaluating insecticidal, repellent, or antifeedant activity. The results identify and document the biocidal efficacy of secondary metabolites present in species such as neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), castor

bean (*Ricinus communis* L.), tree tobacco (*Nicotiana glauca* Graham), and cacachila (*Karwinskia humboldtiana* Roem. & Schult.). The compiled evidence demonstrates that their extracts act primarily as repellents, feeding inhibitors, and growth regulators, showing high mortality rates and reduced grain damage. In conclusion, the findings validate traditional knowledge and provide a solid scientific basis for using these botanical biopesticides. Their limitations and potential as accessible social technology, which can strengthen the autonomy of small-scale producers and contribute to safer and more sustainable postharvest management, are discussed.

Keywords: postharvest, plant extracts, secondary metabolites, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus zeamais*

INTRODUCCIÓN

El almacenamiento poscosecha de granos básicos, como maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es una etapa crítica para la seguridad alimentaria. Sin embargo, los granos almacenados constituyen un recurso susceptible al ataque de insectos especializados, que se convierten en plagas clave y causan pérdidas cuantitativas y cualitativas sustanciales (Rangel Fajardo et al., 2020). Aunque se han reportado cientos de especies asociadas a granos almacenados, un número reducido de ellas, por su distribución cosmopolita y potencial de daño, reviste importancia económica primordial (Ramírez, 1982). Entre estas destacan el picudo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) y el gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say). Sus infestaciones, que pueden iniciarse en el campo o durante el almacenamiento, comprometen la viabilidad de la semilla, el valor comercial del grano y facilitan el desarrollo de hongos y toxinas (Torres et al., 2016; Matías Oregán et al., 2022).

El control de estas plagas ha dependido históricamente de insecticidas químicos de síntesis y fumigantes. No obstante, el uso intensivo de estos productos conlleva riesgos documentados de toxicidad para la salud humana, contaminación ambiental, desarrollo de resistencias en las plagas y, en el caso de pequeños productores, altos costos y dependencia de insumos externos. Esta problemática ha impulsado la búsqueda urgente de

alternativas de manejo que sean eficaces, accesibles y ambientalmente sostenibles.

En este contexto, el conocimiento etnobotánico de comunidades rurales emerge no solo como un patrimonio cultural, sino como un acervo empírico de soluciones. Por generaciones, los agricultores han utilizado extractos, polvos y aceites de plantas locales para proteger sus graneras, identificando especies con propiedades insecticidas, repelentes o antialimentarias (Lagunes, 1984; Regnault Roger et al., 2009). La etnobotánica proporciona el marco para documentar y estudiar estas interacciones entre comunidades humanas y plantas (Hernández, 1985; Sánchez y Torres, 2023). Sin embargo, para que estas prácticas trasciendan el ámbito local y se integren en estrategias de manejo confiables, es imperativo evaluar y sintetizar la evidencia científica robusta que valide su eficacia. Existe una cantidad considerable de estudios de laboratorio y campo que han puesto a prueba el efecto de estos recursos botánicos contra plagas específicas, pero esta información permanece dispersa y no ha sido sujeta a una revisión crítica y sistemática que permita discernir patrones de eficacia, identificar las especies vegetales más promisorias y señalar limitaciones metodológicas.

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión documental es analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre la eficacia de extractos vegetales de origen etnobotánico para el control del picudo del maíz (*Sitophilus zeamais*) y el gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus*) en condiciones de almacenamiento, con especial atención al contexto mexicano. Esta revisión se estructura de la siguiente manera: tras esta introducción, se detalla la metodología de búsqueda y selección de literatura; posteriormente, se presenta una revisión sistemática de los hallazgos, organizada en torno a las plagas clave y las plantas más estudiadas; se discuten las limitaciones de los bioplaguicidas botánicos y su potencial como tecnología social; y finalmente, se presentan las conclusiones derivadas del análisis.

METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN

Se realizó una revisión sistemática de literatura (1980-2024) para sintetizar la evidencia disponible sobre la eficacia de extractos vegetales de origen etnobotánico contra *Sitophilus zeamais* y *Acanthoscelides obtectus*. La búsqueda en bases de datos especializadas (Scopus, SciELO, Redalyc) y repositorios institucionales utilizó combinaciones de palabras clave en español, inglés y portugués relacionadas con “extractos vegetales”, “bioplaguicidas botánicos”, “granos almacenados” y los nombres científicos de las plagas.

Los criterios de inclusión priorizaron estudios experimentales (laboratorio, campo o almacén) que evaluaran extractos, polvos o aceites vegetales contra estas plagas y reportaran medidas de eficacia (mortalidad, repelencia, inhibición de alimentación, reducción de daño). Se excluyeron revisiones y estudios sin diseño experimental claro.

El proceso de selección incluyó dos fases: revisión de títulos/resúmenes y lectura de textos completos. De un total inicial de 250 documentos identificados, 85 referencias fueron seleccionadas para el análisis integral. De estas, aproximadamente 25 corresponden a estudios experimentales primarios que evaluaron directamente la eficacia de extractos vegetales; las restantes constituyen literatura de contexto esencial sobre etnobotánica, biología de las plagas, fundamentos de bioplaguicidas botánicos y prácticas de almacenamiento tradicional.

De cada estudio experimental se extrajo información sobre especie vegetal, parte utilizada, tipo de extracto, concentración, diseño experimental y resultados de eficacia. El análisis se organizó temáticamente en: (a) eficacia bioplaguicida documentada contra cada plaga, destacando plantas y modos de acción; y (b) discusión integradora sobre limitaciones y potencial aplicativo.

REVISIÓN SISTEMÁTICA

Saberes Ancestrales para la Protección de Granos: El Enfoque Etnobotánico

El uso de plantas para el control de plagas es una práctica ancestral global (Arnason et al., 1989; Lagunes, 1984; Regnault Roger et al., 2009), sustentada en el conocimiento técnico indígena que se genera, valida y transmite socialmente dentro de las comunidades (Chhetry y Belbahri, 2009). Esta práctica, arraigada en la necesidad de seguridad alimentaria y subsistencia, surge consistentemente como alternativa cuando los plaguicidas sintéticos son inaccesibles (Ali et al., 2022; Guo et al., 2024; Pila y Maqueda, 2023), demostrando ser una respuesta pragmática y sostenible.

La relación profunda de los sistemas de conocimiento indígena con la biodiversidad les ha permitido identificar especies con propiedades insecticidas para proteger sus granos almacenados (Singhariya, 2023). Este saber se transmite oral y experiencialmente en espacios cotidianos y productivos (Toledo y Barrera-Bassols, 2008), fortaleciendo la autonomía comunitaria.

La base científica de su eficacia radica en los metabolitos secundarios (p. ej., alcaloides, taninos) que las plantas producen como defensa natural (Harborne, 1994; Wilson et al., 1999). Estos compuestos, extraíbles mediante métodos accesibles, actúan como repelentes, inhibidores de la alimentación o reguladores del crecimiento (Silva et al., 2002), ofreciendo un perfil de toxicidad generalmente más favorable para organismos no objetivo que los insecticidas sintéticos (Pavela & Benelli, 2016; Isman, 2020). Sus ventajas —bajo costo, disponibilidad y facilidad de preparación— las hacen atractivas para pequeños productores (Sutherland et al., 2002).

En México, se ha documentado ampliamente la eficacia de plantas como estafiate (*Artemisia* spp.), paraíso (*Melia azedarach* L.), higuera (*Ricinus communis* L.) y nim (*Azadirachta indica* Juss.) (Rodríguez, 2000; Nava et al., 2010; Armenta et al., 2020; Armenta López, 2023). Lagunes (1993) reportó que 157 de 430 especies evaluadas mostraron potencial para el manejo de plagas en agricultura de subsistencia.

Los registros históricos evidencian que el control de plagas con base botánica se practicaba desde hace miles de años en diversas regiones. En China y Egipto, por ejemplo, se empleaban cenizas de madera y productos derivados de *Derris* spp. (*Fabaceae*) para proteger granos almacenados. Hacia el 400 a.C., en Mesopotamia, Persia, Roma y Dalmacia se utilizaba polvo de cabezuelas secas de *Chrysanthemum cinerariaefolium* para controlar piojos y chinches. En India, el nim (*Azadirachta indica* Juss.) ha sido empleado como insecticida durante siglos (Moore y Lenglet, 2004).

En el contexto nacional, se ha documentado extensamente el uso etnobotánico en el manejo poscosecha. En comunidades de Oaxaca se tuesta el fruto seco de chile (*Capsicum* spp.) y se aplica su humo a mazorcas almacenadas. En las regiones de Puebla y Veracruz se registra la aplicación directa del polvo de hojas y semillas de cedro (*Cedrus* spp.) en frijol. En Martínez de la Torre, Veracruz, se emplea el polvo de hojas de paraíso (*Melia azedarach*) para reducir daños por insectos en maíz almacenado (Hernández, 2008).

El empleo de productos botánicos se complementa con prácticas culturales como la cosecha en luna llena, la disposición de pilas estructuradas de plantas con mazorca para su secado, denominadas “monas” o “toros”, el colgado de mazorcas, el almacenamiento en vaina o totomoxtle, y el ahumado de granos (Hernández, 2008).

Del control químico a las alternativas etnobotánicas: Una transición necesaria

A pesar de las alternativas disponibles en el Manejo Integrado de Plagas, en la práctica predomina el uso de insecticidas sintéticos, desde organoclorados, organofosforados y piretroides (Mejía, 2003) hasta compuestos ampliamente utilizados como malatión, fosfuro de aluminio y bromuro de metilo (Nava et al., 2010), a pesar de sus riesgos de intoxicación y contaminación ambiental (Medrano, 2000).

Los fumigantes destacan por su practicidad y bajo costo relativo (White y Leesch, 1996). El fosfuro de aluminio, el más empleado a nivel mundial (Rajendran y Sriranjini, 2008), libera fosfina (PH_3), un gas de alta capacidad insecticida (Durana, 2013; Hills, 2003). El bromuro de metilo, aunque eficaz (Pizano, 2014), tiene graves impactos ambientales, especialmente en la capa de ozono, lo que condujo a su eliminación progresiva (Bello et al., 2002; Thomas, 1997). Por su parte, el malatión, un organofosforado de toxicidad media (CICOPLAFEST, 2004) y amplio espectro (Cremllyn, 1995), enfrenta el desafío de la resistencia en plagas, cuestionando su eficacia a largo plazo.

Frente a este panorama de riesgos ambientales, problemas de salud y desarrollo de resistencias, la búsqueda de alternativas sostenibles se vuelve imperativa. Es en este contexto donde el conocimiento etnobotánico, acumulado por generaciones, resurge como un arsenal de soluciones pragmáticas. Esta revisión se orienta, por tanto, a examinar el potencial de estos métodos tradicionales para el manejo de *Sitophilus zeamais* y *Acanthoscelides obtectus* en México.

Picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855.

El picudo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855) es una plaga primaria de los granos almacenados a nivel mundial (Trematerra et al., 2015). Sus infestaciones pueden ocasionar hasta un 60 % de pérdida en el peso de la semilla en un período de 3 a 6 meses, además de deteriorar la calidad física, fisiológica y nutricional del grano (Ileke et al., 2020; Mutungui et al., 2022). Este impacto es particularmente crítico en sistemas de agricultura de subsistencia, donde las infestaciones pueden alcanzar hasta un 80% de pérdidas postcosecha, como se ha documentado en el contexto mexicano (Rangel-Fajardo et al., 2020).

El ciclo biológico de *S. zeamais* se completa en promedio en 35 días (Hinton y Corbet, 1995). La infestación suele iniciarse en campo, cuando los granos presentan alrededor de 20% de humedad. Tras la cópula, la hembra adulta selecciona un grano, perfora la superficie y deposita un solo huevo, sellándolo con una sustancia mucilaginosa. A lo largo de su vida, la hembra puede ovipositar entre 250 y 400 huevos, los cuales eclosionan

en 6 a 8 días, dando lugar a larvas ápodas que se alimentan vorazmente del endospermo del grano (Dell'Orto y Arias, 1985; Longstaff, 1981).

Plantas con actividad insecticida contra *S. zeamais*

El análisis de las alternativas botánicas contra el picudo del maíz revela que su verdadero valor trasciende lo meramente técnico para constituirse en tecnologías sociales con identidad cultural. Este principio se sustenta en prácticas etnobotánicas vigentes, como el uso reportado de *Piper auritum* (hierba santa) para el manejo de gorgojos en granos almacenados por comunidades Ch'ol de Chiapas (Cruz, 2023). Diversos estudios han demostrado la eficacia de extractos vegetales en el control del gorgojo del maíz. Este panorama de alternativas botánicas es notablemente diverso, como lo ejemplifica el trabajo de Arias et al. (2017), quien reportó que el extracto de pimiento boliviano (*Schinus molle* L.) presenta alta toxicidad sobre el insecto, además de efectos repelentes y antialimentarios. La amplitud de esta estrategia se confirma con otras especies vegetales, como ajo (*Allium sativum* L.), pimienta (*Piper* sp.), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), orégano (*Origanum vulgare* L.), menta (*Mentha piperita* L.), jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) y albahaca (*Ocimum suave* Willd.), que también han mostrado eficacia contra *S. zeamais* (Padilla, 2015), constituyendo un verdadero arsenal de soberanía fitosanitaria comunitaria.

Entre las plantas más destacadas para el manejo del picudo del maíz se encuentra el epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) como caso paradigmático de integración cultura-naturaleza. Esta especie, ampliamente utilizada en la gastronomía mexicana, puede crecer de manera ruderal o, en algunos casos, como planta arvense (CONABIO, 2009). La solidez de su efectividad queda establecida por múltiples investigaciones: Pérez et al. (2017) reportaron tasas de mortalidad de *S. zeamais* de hasta el 100% al aplicar polvos vegetales al 7% p/p a los ocho días. Asimismo, Orozco (2016) documentó que el aceite esencial de esta planta ejerce efectos fumigantes, tóxicos y antixenóticos, con niveles de mortalidad entre 60 y 80%, según la concentración utilizada. Este perfil de eficacia concentración-dependiente se corrobora en otros trabajos, como los de Aros et al. (2019) y Armenta et al. (2020), que muestran que la eficacia insecticida puede depender de la concentración del extracto, alcanzando hasta el 100% de letalidad a 20% p/v, atribuida a compuestos activos como 2-careno, p-cimeno, isoascaridol, α -terpineno y (Z)-ascaridol, siendo este último el más potente. Estos hallazgos validan científicamente el uso insecticida del epazote, un conocimiento empírico

documentado en la tradición etnobotánica de comunidades mexicanas (Hernández et al., 2003), lo que dignifica dicho saber popular.

Otra especie empleada en el control de *S. zeamais* es la higuierilla (*Ricinus communis* L.), que presenta un perfil social complejo. Planta exótica de la familia Euphorbiaceae, considerada maleza en algunas regiones, pero cultivada con fines ornamentales o industriales (Martínez, 1989). Los estudios sobre su capacidad insecticida revelan un patrón de acción consistente bajo diferentes modalidades de aplicación. Gómez (2018) reportó mortalidad de *S. zeamais* a partir del 4% de polvo vegetal, mientras que Mendoza et al. (2016) observaron 100% de mortalidad con extracto de semillas, siendo crucial destacar que en dosis altas se puede afectar la calidad fisiológica de la semilla, un factor limitante para su uso en grano destinado a siembra. Esta advertencia convierte a la higuierilla en un recordatorio de que la efectividad técnica requiere capital cultural para su uso seguro. La viabilidad de esta alternativa queda reforzada por estudios con aceite esencial y polvos molidos que también han confirmado su efectividad, siendo una alternativa viable y de bajo costo para pequeños productores (Moo, 2011; Wale y Assegie, 2015; Armenta et al., 2020).

Además de las especies previamente mencionadas, otras plantas con potencial insecticida han sido evaluadas para el manejo de *S. zeamais* en granos almacenados, como una alternativa sostenible. Un análisis detallado del eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) permite apreciar la complejidad de los modos de acción etnobotánicos. Reyes et al. (2012) observaron que los vapores de aceites de *E. globulus* inducen hasta 100% de mortalidad en el barrenador menor de los granos (*Rhyzopertha dominica* F.) en trigo almacenado con la dosis más alta (15 μ L). Sin embargo, contra *S. zeamais* el mecanismo parece ser más preventivo que curativo, González et al. (2016) reportaron que los aceites esenciales de *E. globulus* al 4 y 8% no provocaron un efecto insecticida de contacto contundente, pero como fumigante lograron 70% de mortalidad y presentaron efecto repelente sobre *S. zeamais*, reduciendo en más de la mitad la emergencia de la generación F1. En cuanto a extractos de *E. globulus*, Armenta et al. (2020) registraron una mortalidad del 32.5% sobre *S. zeamais*, siendo el segundo tratamiento más efectivo en la reducción de pérdida de peso del grano. Esta característica de bajo impacto fisiológico es fundamental, ya que pruebas de González et al. (2016) demostraron que su aplicación al 4 y 8% no afecta la germinación, lo que lo posiciona como una opción más segura que *R. communis* para granos destinados a semilla. Mossi et al. (2011) y Armenta et al. (2020) confirmaron además que el aceite de eucalipto posee un alto potencial como repelente. Este perfil preventivo resuena con la lógica campesina de protección intergeneracional de semillas.

Gorgojo pardo del frijol *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831

El gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say) es considerado una de las plagas más importantes de este grano a nivel mundial (Vilca Mallqui et al., 2013). Su impacto se agrava en el contexto de las pérdidas poscosecha, que en México pueden alcanzar hasta el 35% y son atribuidas principalmente a la acción conjunta de *A. obtectus* y el gorgojo mexicano, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Nava et al., 2010). *A. obtectus* destaca por su alto potencial de crecimiento poblacional y su capacidad para reducir el peso de las semillas en aproximadamente un 10% en una sola generación (Jevremović et al., 2019). La presencia conjunta de estas especies representa una amenaza significativa para la preservación de las reservas de frijol.

Los daños ocasionados por *A. obtectus* superan el 20%, ya que las larvas se alimentan del interior de la semilla, la contaminan con excrementos y perforaciones que facilitan la entrada de hongos y otros patógenos, comprometiendo su calidad para consumo y comercialización (Cardona y Karel, 1990; Ramírez y Suris, 2015). Además, se reduce la viabilidad fisiológica de la semilla, afectando reservas nutricionales y capacidad germinativa (Dell'Orto y Arias, 1985). Los adultos también contribuyen a la contaminación del grano con fragmentos, excrementos y olores desagradables (Snelson, 1987).

El ciclo biológico del gorgojo pardo varía entre cinco y seis semanas, influido por factores ambientales. La temperatura óptima es de 30 °C con humedad relativa del 70%, condiciones bajo las cuales el desarrollo completo dura entre 22 y 26 días; temperaturas más bajas prolongan el ciclo (Capdeville, 1945; Duran, 1952; Dell'Orto y Arias, 1985).

Plantas con actividad insecticida contra *A. obtectus*

El manejo del gorgojo pardo del frijol cuenta con alternativas etnobotánicas que, más allá del control de plagas, representan herramientas de empoderamiento comunitario. Esta práctica se sustenta en conocimientos tradicionales documentados, como el uso de plantas del género *Nicotiana* (*Solanaceae*) como insecticidas en el estado de Hidalgo, México (Villavicencio Nieto et al., 2010). Destaca el tabaquillo (*Nicotiana glauca*), planta perenne y cosmopolita de la familia *Solanaceae*, adaptada a condiciones adversas (Hernández, 1981). Su resiliencia ecológica la hace accesible incluso para agricultores en condiciones marginales. La base química de su acción insecticida radica en alcaloides como la nicotina y, principalmente, la anabasina, de mayor toxicidad y concentrada en las hojas (Barboza et al., 2006), lo que sustenta sus usos documentados como

fitorremediador, nematicida e insecticida (Cruz, 1997; Delfino et al., 2003; Chango, 2018).

Recientemente, Armenta López et al. (2023) cuantificaron su eficacia para el control en almacén: un extracto etanólico al 20% p/v logró un 89% de mortalidad en *A. obtectus*, eliminó por completo la emergencia de la generación F1 y suprimió el daño a la semilla y la pérdida de peso del grano. Además, mostró un efecto repelente (0.1 en la escala de Mazzonetto y Vendramim, 2003). Como planta ruderal de amplia distribución (camino, terrenos baldíos, cercanías de parcelas), su disponibilidad y alta producción de biomasa la convierten en una tecnología social accesible que fortalece la autonomía de las comunidades rurales.

Este panorama se complementa con la cacachila *Karwinskia humboldtiana* Schult. & Zucc., que ejemplifica una especialización biocultural regional. Su efecto se atribuye a metabolitos secundarios neurotóxicos como las toxinas T-496, T-514, T-516 y T-544, presentes en semillas, hojas y raíces (Dreyer et al., 1975; Domínguez et al., 1976), reconocidos en el saber tradicional del noreste de México por sus propiedades tóxicas y medicinales (Estrada-Castillón et al., 2014). Significativamente, sus extractos también han mostrado actividad antifúngica contra *Aspergillus niger* en granos almacenados, con inhibiciones de hasta el 52% (Tequida et al., 2002), ofreciendo una protección integral contra insectos y hongos.

La validación de su potencial insecticida es sólida: extractos etanólicos al 10% p/v provocaron una mortalidad superior al 80% en adultos de *A. obtectus*, supresión total de la F1, ausencia de daño a la semilla y conservación de la capacidad germinativa (Armenta López et al., 2023). Esta especie mostró, además, el mayor índice de repelencia entre las evaluadas.

Aunque *K. humboldtiana* tiene una distribución más restringida y menor biomasa disponible que *N. glauca*, constituye una alternativa de alta eficacia en las regiones donde está presente. Su valor reside no solo en los porcentajes de mortalidad, sino en su potencial para adecuarse al contexto biocultural específico, como sugiere su documentación en el saber tradicional regional y en su doble acción (insecticida y fungicida). Estas características la posicionan como un recurso promisorio para el desarrollo de estrategias integradas que podrían ser adaptadas por las comunidades locales.

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS

Pese a su potencial transformador, los extractos vegetales presentan limitaciones técnicas que deben entenderse desde una perspectiva de adecuación sociotecnológica más que como deficiencias absolutas. Si bien representan una alternativa económica y de fácil preparación que empodera a comunidades históricamente excluidas de los circuitos tecnológicos formales (Rodríguez et al., 2014), su eficacia puede ser inconsistente cuando se evalúa con criterios industrializantes. La vida útil de las preparaciones rara vez supera los 15 días y su disponibilidad está sujeta a la estacionalidad de las plantas, características que, lejos de ser meras debilidades, reflejan su naturaleza de tecnologías vivas adaptadas a ciclos naturales y no a lógicas de mercado. La principal desventaja radica en la variabilidad natural en la concentración de los metabolitos secundarios bioactivos, la cual fluctúa según condiciones climáticas y edáficas (Santacoloma y Granados, 2010), lo que puede resultar en una efectividad impredecible desde una mirada estandarizante, pero que las comunidades manejan mediante conocimiento local acumulado. Por ello, aunque se trata de una herramienta valiosa que los agricultores pueden adaptar a sus recursos y contextos específicos (Arcila et al., 2006), su implementación exitosa a nivel local requiere no un manejo técnico universal, sino un intercambio de saberes que integre mediciones científicas con calibraciones prácticas comunitarias.

Superar estas barreras técnicas para imaginar una aplicación a mayor escala introduce un desafío conceptual crucial: la tensión entre escalabilidad industrial y apropiación comunitaria. Es fundamental contextualizar que este problema surge al proyectar un modelo de comercialización masiva, no en el contexto del uso tradicional donde estas prácticas han demostrado su sostenibilidad por generaciones. Para las comunidades, la recolección silvestre a pequeña escala es una práctica sostenible que satisface su demanda sin ejercer presión sobre los ecosistemas, constituyendo un ejemplo de autosuficiencia tecnológica basada en recursos locales. Sin embargo, una transición hacia un mercado formal requeriría volúmenes de materia prima que la recolección extractiva no puede garantizar de forma sostenible, con el riesgo de conducir a la sobreexplotación (Briskin, 2000; Schippmann et al., 2002), lo que plantea el dilema ético de si la masificación comercial es el camino deseable para tecnologías que precisamente destacan por su carácter contextual y apropiado. En esta perspectiva, la domesticación y el cultivo especializado emergen no solo como una estrategia para asegurar el suministro, sino como un imperativo para la conservación, permitiendo conciliar el potencial comercial de estas especies con la protección de sus poblaciones

naturales (Katerere, 2014), pero siempre bajo esquemas que prioricen el beneficio comunitario sobre el lucro corporativo.

Para transitar de este potencial a una aplicación robusta, se vislumbran líneas de investigación concretas que deben desarrollarse mediante esquemas de innovación participativa. Una perspectiva inmediata es el desarrollo de protocolos estandarizados de bajo costo para la extracción, estabilización y control de calidad de los extractos, que puedan ser transferidos y adaptados por cooperativas de agricultores. Esto permitiría combinar el conocimiento local sobre las plantas con técnicas sencillas que aseguren una concentración y vida útil consistentes. Iniciativas como el programa federal "Sembrando Vida" en México (Gobierno de México, 2019), que promueve la agroforestería y el rescate de saberes locales, podrían constituir una plataforma ideal para pilotar estos protocolos, aprovechando su red de comunidades y su enfoque en la soberanía alimentaria. Paralelamente, es crucial la validación a nivel de finca en condiciones reales de almacenamiento, ajustando dosis y métodos de aplicación con los propios productores como coinvestigadores. Este proceso debe considerar retos logísticos clave, como la estandarización de la materia prima silvestre, el acceso a equipos básicos de procesamiento y la creación de canales locales de distribución o intercambio. Un tercer frente prometedor es la exploración de formulaciones sinérgicas que combinen extractos de diferentes plantas, buscando potenciar la eficacia y estabilidad del control, una estrategia que reflejaría la misma lógica de diversificación de los sistemas agrícolas tradicionales.

La literatura etnobotánica corrobora que la aceptación por parte del productor es un factor determinante, documentando el uso consensuado y cotidiano de recursos botánicos para la protección de cultivos (Shai et al., 2024). Esta aceptación ha mostrado una tendencia positiva reciente, impulsada por la creciente conciencia de los riesgos de los plaguicidas sintéticos, el aumento de su costo y la valoración renovada de los conocimientos locales. Sin embargo, esta aceptación no es automática; depende críticamente de que las alternativas botánicas demuestren eficacia comparable, ahorro económico tangible y facilidad de preparación en las condiciones del agricultor. La evidencia sugiere que la adopción es mayor cuando la tecnología se presenta no como un reemplazo impuesto, sino como una mejora y validación de prácticas ya existentes en la comunidad. Este enfoque integral, que prioriza la cocreación y la apropiación comunitaria sobre la mera transferencia tecnológica, es el que podría superar las limitaciones actuales. Como señala Rugumamu (2014), esto consolidaría a los bioplaguicidas etnobotánicos como una tecnología fiable; pero su éxito último se medirá por su capacidad para fortalecer la

autonomía tecnológica de las comunidades que durante siglos han custodiado estos conocimientos.

CONCLUSIONES

La integración del conocimiento etnobotánico en el manejo de plagas de almacén se consolida como una estrategia de doble impacto, ecológico y social. La evidencia científica aquí revisada valida la eficacia de plantas como el nim, higuerilla, tabaquillo y cacachila contra el picudo del maíz y el gorgojo del frijol, principalmente a través de metabolitos secundarios con acción repelente, inhibitoria y reguladora del crecimiento. Si bien persisten desafíos técnicos, como la vida útil limitada de los extractos y la variabilidad en la concentración de sus principios activos, estos no opacan su potencial transformador.

El verdadero valor de estas prácticas, confirmado por los ejemplos globales documentados, trasciende lo ecológico para convertirse en un pilar de soberanía alimentaria y autonomía comunitaria. Lejos de ser una mera sustitución de insumos, representan la revalorización de un sistema de conocimiento que empodera a los pequeños productores, los hace dueños de su tecnología de protección de granos y fortalece la resiliencia de sus sistemas alimentarios. El camino futuro, como revela el análisis de sus limitaciones y potencial, no es elegir entre la tradición y la ciencia, sino integrarlas en un modelo híbrido, que consiste en investigar formulaciones estables y promover estrategias de cultivo que permitan escalar el beneficio, sin dejar de rescatar y defender el conocimiento tradicional que le da sentido. Esta es la vía para lograr, simultáneamente, la protección efectiva de las cosechas y el desarrollo resiliente de quienes las cultivan.

LITERATURA CITADA

- Ali, A.D., Ior, L.D., Dogo, G.A., Joshua, J.I., & Gushit, J.S. (2022). Ethnobotanical survey of plants used as biopesticides by indigenous people of Plateau State, Nigeria. *Diversity*, 14(10), 851. <https://doi.org/10.3390/d14100851>
- Arcila, C. J., Valencia, P. N., Bernal, V. M. E., & Castaño, R. E. (2006). Evaluación del extracto del trompeto (*Bocconia frutescens L.*) en el manejo de problemas fitosanitarios de interés agrícola. *Cultura y Droga*, 11, 175–210. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/culturaydroga/article/view/5992/5408>
- Arias, J., Silva, G., Figueroa, I., Fischer, S., Robles-Bermúdez, A., Rodríguez-Maciel, J. C., & Lagunes, T. A. (2017). Actividad insecticida, repelente y antialimentaria del polvo y aceite esencial

- de frutos de *Schinus molle* L. para el control de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 33(2), 93–104. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392017000200093>
- Armenta, L. A. R., Lugo, G. G. A., Sánchez, S. B. H., Almada, R. V. G., & Nava, P. E. (2020). Alternativas biorracionales para el manejo del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: *Curculionidae*). *Entomología Mexicana*, 7, 124–130. <https://www.acaentmex.org/entomologia/revista/2020/EA/Em%20EA%20124-130.pdf>
- Armenta-López, A. R., Nava-Pérez, E., Lugo-García, G. A., Sánchez-Soto, B. H., Romero-Felix, C. S., & Gaxiola-Félix, J. (2023). Extractos vegetales para el manejo del gorgojo del frijol. *Southwestern Entomologist*, 47(4), 903–914. <https://doi.org/10.3958/059.047.0405>
- Arnason, J. T., Philogéne, B. J. R., & Morand, P. (1989). Insecticides of plant origin. *American Chemical Society*. <https://doi.org/10.1021/bk-1989-0387.fw001>
- Aros, J., Silva, A. G., Fischer, S., Figueroa, I., Rodríguez, M. J. C., Lagunes, T. A., & Aguilar, M. L. (2019). Actividad insecticida del aceite esencial del paico (*Chenopodium ambrosioides* L.) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 35(3), 282–289. <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v35n3/0719-3890-chjaasc-00504.pdf>
- Barboza, G., Cantero, J. J., Nuñez, C., & Espinar, L. A. (2006). Flora medicinal de la Provincia de Córdoba (Argentina). Pteridófitas y Antófitas silvestres o naturalizadas. Museo Botánico de Córdoba.
- Bello, A., Tello, J., López, P. J. A., & García, A. A. (2002). Los sistemas agrarios mediterráneos como modelo agroecológico. En J. Labrador, J. L. Porcuna, & A. Bello (Eds.), *Agricultura y Ganadería Ecológica* (pp. 35–52). SEAE, Mundi-Prensa. https://www.researchgate.net/publication/260013023_Sistemas_a_grarios_mediterraneos_como_modelo_agroecologico#fullTextFileContent
- Briskin, D. P. (2000). Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. *Plant Physiology*, 124 (2), 507–514. <https://doi.org/10.1104/pp.124.2.507>
- Capdeville, C. (1945). Plagas de la agricultura en Chile (358 p.).
- Cardona, C., & Karel, A. K. (1990). Key insects and other invertebrate pests of beans. En S. R. Singh (Ed.), *Insect pests of tropical food*

- legumes (pp. 157-191). John Wiley and Sons.
<https://doi.org/10.1017/S0021859600078370>
- Chango, C. L. F. (2018). Aplicación de extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*), clavel chino (*Tagetes patula*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. Ambato, Ecuador.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9caa33f-56ac-49fc-8a15-099d21a20886/content>
- Chhetry, G., & Belbahri, L. (2009). Prácticas indígenas de manejo de plagas y enfermedades en sistemas agrícolas tradicionales del noreste de la India: Una revisión. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 1, 28–38.
https://www.researchgate.net/publication/228815254_Indigenous_pest_and_disease_management_practices_in_traditional_farming_systems_in_north_east_India_A_review#fullTextFileContent
- CICOPLAFEST. (2004). Catálogo oficial de plaguicidas. Ciudad de México, México: Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.
- CONABIO. (2009). Ficha: Epazote, *Chenopodium ambrosioides*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/chenopodiaceae/c_henopodium-ambrosioides/fichas/ficha.htm
- Cremlyn, R. (1995). Plaguicidas modernos y su acción bioquímica (335 p.). Editorial Limusa. México, D.F.
- Cruz, H. L. (1997). Evaluación del efecto insecticida de cinco extractos de plantas regionales con el pulgón *Brevicoryne brassicae* L. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Saltillo, Coahuila.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/689/54503%20Cruz%20Hernandez%2c%20Leonardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz, M.L.B. (2023). Agrobiodiversidad de maíz y frijol en la milpa Ch'ol del ejido Amado Nervo, municipio de Yajalón, Chiapas, México [Tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas]. Repositorio Institucional UNICACH.
<https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/5012>
- Delfino, M. R., Sarno, M. C., Martínez, C. E., & Rinaldi, D. S. (2003). Cadmio en hojas de tabaco. *Universidad Nacional del Noroeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, P, 50–82.

- Dell'Orto, T. H., & Arias, C. V. (1985). Insectos que dañan granos y productos almacenados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. <https://www.fao.org/4/x5053s/x5053s00.htm>
- Domínguez, X. A., Temblador, S., & Cedillo, M. E. (1976). Estudio químico de la raíz de la tullidora (*Karwinskia humboldtiana* Zucc.). *Revista Latinoamericana de Química*, 7, 46–48.
- Dreyer, D., Arai, I., Bashman, C., Anderson, M., Smith, R., & Daves, D. (1975). Toxins causing non-inflammatory, paralytic neuropathy: Isolation and structure elucidation. *Journal of the American Chemical Society*, 87, 4986. <https://doi.org/10.1021/ja00850a037>
- Duran, L. (1952). Aspectos ecológicos de la biología del San Juan verde, *Hylamorpha elegans* (Burm.), y mención de las demás especies de escarabeidos perjudiciales en Cautín. *Agricultura Técnica (Chile)*, 12(1), 24–36. https://oes.chileanjar.cl/files/V12I1A03_es.pdf
- Durana, F. G. (2013). Uso responsable de plaguicidas en el acopio de granos: Estudio de caso, Planta de Semillas del INTA Anguil [Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires]. Buenos Aires, Argentina.
- Estrada-Castillón, E., Garza-López, M., Villarreal-Quintanilla, J. Á., Salinas-Rodríguez, M. M., Soto-Mata, B. E., González-Rodríguez, H., González-Uribe, D. U., Cantú-Silva, I., Carrillo-Parra, A., & Cantú-Ayala, C. (2014). Ethnobotany in Rayones, Nuevo León, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10, 62. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-62>
- Gobierno de México. (2019, 24 de enero). Lineamientos de Operación del Programa Sembrando Vida. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5548785&fecha=24/01/2019
- Gómez, H. A., González Mejía, O., & González Cortázar, J. C. (2018). Vegetales pulverizados para el manejo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en almacenamiento. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(4), 787-798.
- González, R., Silva, G., Urbina, A., & Gerding, M. (2016). Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill. y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden (*Myrtaceae*) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 32(3), 204–216. <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v32n3/aop0516.pdf>
- Guo, C., Wang, L., Chen, N., Zhang, M., Jia, J., Lv, L., & Li, M. (2024). Advances in research and utilization of botanical pesticides for agricultural pest management in Inner Mongolia, China. *Chinese*

- Herbal Medicines, 16(2), 248-262.
<https://doi.org/10.1016/j.chmed.2023.04.002>
- Harborne, J. B. (1994). *The flavonoids: Advances in research since 1986*. Chapman & Hall. Londres.
<https://doi.org/10.1201/9780203736692>
- Hernández, H. M. (1981). Sobre la ecología reproductiva de *Nicotiana glauca* Grah.: Una maleza de distribución cosmopolita. *Botanical Sciences*, 41, 47-73.
<https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/download/1248/1445>
- Hernández, X. E. (1985). *Lecturas en etnobotánica*. Xolocotzia No. 581-972 H46. México.
- Hernández, T., Canales, M., Ávila, J. G., Duran, A., Caballero, J., Romo de Vivar, A., & Lira, R. (2003). Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *Journal of Ethnopharmacology*, *88*(2-3), 181-188.
[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00213-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00213-7)
- Hernández, R. C. (2008). Manejo integrado de gorgojos en graneros rústicos. *Revista de Agroecología (LEISA)*, 23(4), 32-35.
<https://leisa-al.org/web/revista/volumen-23-numero-04/alternativas-para-el-manejo-integrado-de-gorgojos-en-graneros-rusticos/>
- Hills, D. S. (2003). *Pests of stored foodstuffs and their control*. Kluwer Academic Publishers. New York.
<https://link.springer.com/book/10.1007/0-306-48131-6>
- Hinton, H. E., & Corbet, A. S. (1995). *Common insect pests of stored products: A guide to their identification (Economic Series 5)*. British Museum (Natural History), London, England.
<https://archive.org/details/commoninsectpest0000unse>
- Ileke, K.D., Idoko, J.E., Ojo, D.O., Adesina, B.C. (2020). Evaluation of botanical powders and extracts from Nigerian plants as protectants of maize grains against maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) [Coleoptera: Curculionidae]. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 27: 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101702>
- Isman, M. B. (2020). Botanical insecticides in the twenty-first century – fulfilling their promise? *Annual Review of Entomology*, 65, 233-249. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010>
- Jevremović, S., Lazarević, J., Kostić, M., Krnjajić, S., Ugrenović, V., Radonjić, A., & Kostić, I. (2019). Contact application of *Lamiaceae* botanicals reduces bean weevil infestation in stored

- beans. *Archives of Biological Sciences*, 71(4), 665-676. <https://doi.org/10.2298/ABS190617049J>
- Katerere, D. R. (2014). Commercialization of ethnoveterinary botanical products. In A. Gurib-Fakim (Ed.), *Novel Plant Bioresources: Applications in Food, Medicine and Cosmetics* (pp. 285-290). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-us/Novel+Plant+Bioresources%3A+Applications+in+Food%2C+Medicine+and+Cosmetics-p-9781118460610>
- Lagunes, A. (1984). Empleo de sustancias vegetales contra plagas del maíz como una alternativa al uso de insecticidas en áreas de temporal. Informe del Proyecto Cooperativo PROAF-CONACyT-PCAFBNA-001299 CONACyT-CP-UACH-INIA-DGSV, Chapingo, México. 162 p.
- Lagunes, T. A. (1993). Uso de extractos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. *Memorias del Colegio de Postgraduados*, Montecillo, Estado de México, 31 p.
- Longstaff, B. C. (1981). Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): A critical review. *Protection Ecology*, 3 (2), 83-130. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19810587510>
- Martínez, M. P. (1989). *Las plantas medicinales de México*. Ed. Botas. México.
- Matías-Oregán, A. I., Pérez-Torres, B. C., Aragón-García, A., Juárez-Ramón, D., López-Olguín, J. F., & Aragón-Sánchez, M. (2022). Agroecological strategies for *Sitophilus zeamais* handling in maize stored. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 39(1), e223921. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v39.n1.21](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v39.n1.21)
- Mutungu, C., Tungu, J., Amri, J., Gaspar, A., & Abass, A. (2022). Nutritional benefits of improved post-harvest handling practices for maize and common beans in Northern Tanzania: A quantitative farm-level assessment. *Journal of Stored Products Research*, 95, 101918. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101918>
- Mazzonetto, F., & Vendramim, J. D. (2003). Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotropical Entomology*, 32, 145-149. <https://www.scielo.br/j/ne/a/4gnmTPMK7Y8xWKGFFfG6KW1/?format=pdf&lang=pt>
- Medrano, G. M. I. (2000). Evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* M. en granos almacenados en el municipio de Chiquimula, Departamento de

- Chiquimula [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Chiquimula, Guatemala. 40 p.
[https://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION_DE_TRES_PROD
 UCTOS_ORGNICOS_PAR_EL_CONTROL_DE_GORGOJO_
 DEL_MAZ_Sitophilus_zeamais_M_EN_GRANOS_ALMA.pdf](https://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION_DE_TRES_PRODUCTOS_ORGNICOS_PAR_EL_CONTROL_DE_GORGOJO_DEL_MAZ_Sitophilus_zeamais_M_EN_GRANOS_ALMA.pdf)
- Mejía, O. R. (2003). Estudio de efectividad biológica de insecticidas en las siguientes plagas de granos almacenados: *Sitophilus granarius* (L.), *Prostephanus truncatus* (Horn) y *Tribolium confusum* (Duval) [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Saltillo, Coahuila. 68 p.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/handle/123456789/4163>
- Mendoza, E. M., Rodríguez, P. G., Guevara, A. L. P., Andrio, E. E., Rangel, L. J. A., Rivera, R. J. G., & Cervantes, O. F. (2016). Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(7), 1599–1611.
[https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n7/2007-0934-
 remexca-7-07-1599.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n7/2007-0934-remexca-7-07-1599.pdf)
- Moo, M. (2011). Evaluación de diferentes polvos vegetales para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Coahuila, México. 58 p.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/handle/123456789/4313>
- Moore, S. J., & Lenglet, A. D. (2004). An overview of plants used as insect repellents. In M. Willcox, G. Bodeker, & P. Rasoanaivo (Eds.), *Traditional medicinal plants and malaria* (pp. 343–363). CRC Press. Boca Raton.
- Mossi, A. J., Astolfi, V., Kubiak, G., Lerin, L., Zanella, C., Toniazzo, G., & Restello, R. (2011). Insecticidal and repellency activity of essential oil of *Eucalyptus* sp. against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(2), 273–277.
[https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/50e3c30d-
 9285-48f3-8e8f-eeee432da1c7/content](https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/50e3c30d-9285-48f3-8e8f-eeee432da1c7/content)
- Nava, P. E., Hurtado, P. G., Báez, J. R. C., Valdez-Torres, B., Ruiz, C. R. B., & Herrera-Flores, R. (2010). Utilización de extractos de plantas para el control de gorgojo pardo *Acanthoscelides obtectus* (Say) en frijol almacenado. *Ra Ximhai: Revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 6(1), 37–44.
<https://doi.org/10.35197/rx.06.01.2010.05.ep>
- Orozco, P. M. I. (2016). Actividad insecticida y antixenótica del aceite de *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) silvestre sobre

- Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. Concepción, Chile. 54 p.
<https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/50e3c30d-9285-48f3-8e8f-eeee432da1c7/content>
- Padilla, A.O.E. (2015). Metodologías de tratamiento del gorgojo *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado, como un aporte al manejo agroecológico de plagas [Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. Quito, Ecuador. 70 p.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9026/1/UPS-QT068110.pdf>
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000-1007.
<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>
- Pérez, S. J., Ángel, R. M. D., & Pérez-Ángel, E. I. (2017). Actividad insecticida de polvos vegetales contra gorgojo de maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Entomología Mexicana*, 4, 203–207.
https://acaentmex.org/entomologia/revista/2017/CB/EM2772017_203-207.pdf
- Pila, D., & Maqueda, R.H. (2023). Traditional knowledge and use of plants as agricultural insecticides from a gender perspective in three rural communities of the Ecuadorian Andes. *Ethnobotany Research and Applications*, 26, 1-12. <http://dx.doi.org/10.32859/era.26.22.1-12>
- Pizano, M. (2014). Eliminación del bromuro de metilo en países en vías de desarrollo: Una historia de éxito y sus retos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. París.
- Rajendran, S., & Sriranjini, V. (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. *Journal of Stored Products Research*, 44, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.08.003>
- Rangel-Fajardo, M. A., Burgos-Díaz, J. A., Tucuch-Haas, J. I., Benítez-Riquelme, I., & García-Zavala, J. J. (2020). Susceptibilidad de poblaciones nativas de maíz y preferencia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(7), 1469–1479.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i7.2081>
- Ramírez, G. M. (1982). Almacenamiento y conservación de granos y semillas. CECSA. México, D. F. 293 p.
- Ramírez, M. M., González, J. J., Olmos, J. J., & Márquez, J. M. (1993). Entomofauna en los sistemas de almacenamiento de maíz y sorgo en San Juan de los Lagos, Jal. *Memorias del XXVIII Congreso de*

- Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Cholula, Puebla, 366 p.
- Ramírez, S., & Suris, M. (2015). Ciclo de vida de *Acanthoscelides obtectus* (Say) sobre frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laboratorio. *Revista de Protección Vegetal*, 30(2), 158–160. <https://censa.edicionescervantes.com/index.php/RPV/article/view/580/533>
- Regnault-Roger, C., Philogène, B. J. R., & Vincent, C. (Eds.). (2009). *Biopesticides of plant origin*. Intercept. Paris. 313 p. <https://doi.org/10.14411/eje.2009.029>
- Reyes, G. R., Borboa, F. J., Cinco, M. F. J., Rosas, B. E. C., Osuna, A. P. S., Wong, C. F. J., & León, L. J. D. (2012). Actividad insecticida de aceites esenciales de dos especies de Eucalyptus sobre *Rhyzopertha dominica* y su efecto en enzimas digestivas de progenies. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(3), 385–394. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.02.015>
- Rodríguez, H. C. (2000). Plantas contra plagas: Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. *Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México*, 1–25.
- Rodríguez, J. E. F., Monar, J. B., & Andrade, X. F. (2014). El uso de biocidas botánicos para el control de las plagas en agricultura urbana. *Alternativas*, 15, 43–52. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599775.pdf>
- Rugumamu, C. P. (2014). Potency of traditional insecticide materials against stored bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in Tanzania. *Huria: Journal of the Open University of Tanzania*, 16, 126-139. <https://doi.org/10.4314/huria.v16i0>.
- Sánchez, R. J. M., & Torres, M. L. (2023). Educación, etnobotánica y rescate de saberes ancestrales en el Ecuador. *Compilación de estudios de diferentes investigadores en la región sur de Ecuador*, 8. <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2024-01/SABERES%20Y%20EXPRESIONES%20ANCESTRALES%20VFinal.pdf#page=8>
- Santacoloma, V. L. E., & Granados, J. E. (2010). Evaluación del contenido de metabolitos secundarios en dos especies de plantas forrajeras encontradas en dos pisos térmicos de Colombia. *Revista de Investigación Agraria Nacional*, 1, 31–35. <https://doi.org/10.22490/21456453.890>
- Schippmann, U., Leaman, D. J., & Cunningham, A. B. (2002). Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: global trends and issues. In *Biodiversity and the ecosystem*

- approach in agriculture, forestry and fisheries. Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/aa010e/AA010E00.pdf>
- Shai, K. N., Materechera, S. A., Amoo, S. O., & Aremu, A. O. (2024). Ethnobotanical insights on the management of plant pests and diseases by smallholder farmers in Mpumalanga Province of South Africa. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s13002-024-00711-x>
- Silva, G., Lagunes, A., Rodríguez, J. C., & Rodríguez, D. (2002). Insecticidas vegetales: Una vieja-nueva alternativa en el control de plagas. *Revista Manejo Integrado de Plagas (CATIE)*, 66, 4-12. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6414/A2008e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Singharia, S. K. (2023). An introduction to ethanobotany: Concept, history, importance and scope. *IJNRD*, 8(10), 391-397. <https://www.ijnrd.org/papers/IJNRD2310244.pdf>
- Snelson, J. T. (1987). Grain protectants. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra, Australia. 448 p. https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/9608/mn3_pdf_16665.pdf
- Sutherland, J. P., Baharally, C., & Permaul, D. (2002). Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1985) (Hemiptera: *Pentatomidae*) in Guayana. *Entomotropica*, 17, 96–101. https://www.researchgate.net/publication/280066766_Use_of_botanical_insecticide_neem_to_control_the_small_rice_stinkbug_Oebalus_poecilus_Dallas_1851_Hemiptera_Pentatomidae_in_Guyana#fullTextFileContent
- Tequida, M. M., Cortez, R. M., Rosas, B. E. C., López, S. S., & Corrales, M. C. (2002). Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 19(1), 84–88. <https://www.reviberoammicol.com/2002-19/084088.pdf>
- Thomas, W. (1997). Impacto ambiental de bromuro de metilo. En A. Bello, J. A. González, J. Pérez Parra, & J. Tello (Eds.), *Alternativas al Bromuro de Metilo en Agricultura* (pp. 13–18). Junta Andalucía, Sevilla, España, 13-18.
- Toledo, V. M. & Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. *Icaria*

Editorial.

<https://www.uv.mx/orizaba/mgas/files/2016/03/memoria-biocultural.pdf>

- Torres, C. A. G., Esparza, T. B. O., González, L. C. A., & Torres, Z. R. (2016). Plagas de granos almacenados. *Artrópodos y Salud*, 6(2), 27–32.
- Trematerra, P., Ianiro, R., Athanassiou, C.G., & Kavallieratos, N.G. (2015). Behavioral interactions between *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*: the first colonizer matters. *Journal of Pest Science*, 88(3), 573-581. <https://doi.org/10.1007/s10340-014-0633-z>
- Villavicencio Nieto, Miguel Ángel, Pérez-Escandón, Blanca Estela, & Gordillo-Martínez, Alberto José. (2010). Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica*, (30), 193-238. <https://www.polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/823/1044>
- Wale, M., & Assegie, H. (2015). Efficacy of castor bean oil (*Ricinus communis* L.) against maize weevils (*Sitophilus zeamais* Mots.) in northwestern Ethiopia. *Journal of Stored Products Research*, 63, 38–41. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.05.006>
- White, N. D. G., & Leesch, J. G. (1996). Chemical control. En B. Subramanyam & D. W. Hagstrum (Eds.), *Integrated management of insects in stored products* (pp. 287–330). Marcel Dekker, Inc. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203750612-7/chemical-control-noel-white-james-leesch>
- Wilson, C. L., El Ghaouth, A., & Wisniewski, M. E. (1999). Prospecting in nature's storehouse for biopesticides. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 17, 49–53.
- Vilca-Mallqui, K. S., Oliveira, E. E., & Guedes, R. N. C. (2013). Competition between the bean weevils *Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus* in common beans. *Journal of Stored Products Research*, 55, 32–35. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.07.004>

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Unidad Sinaloa, por el apoyo brindado durante mi estancia posdoctoral. El proyecto institucional titulado “La etnobotánica como

herramienta sustentable en el manejo de organismos fitopatógenos y de interés en la salud de la población vulnerable”, bajo la dirección del Dr. Eusebio Nava Pérez, proporcionó recursos, equipo y espacios de trabajo fundamentales para el desarrollo de las actividades científicas, entre ellas la elaboración de este artículo.

SÍNTESIS CURRICULAR

Dr. Arturo Rafael Armenta-López

Es Ingeniero agrónomo con acentuación en Protección Vegetal, Maestro y Doctor en Ciencias Agropecuarias por la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (UAS). Actualmente realiza una estancia posdoctoral en el CIIDIR-IPN. Su trayectoria académica se ha caracterizado por el enfoque en el manejo agroecológico de plagas, con especial énfasis en el gorgojo del maíz y el gorgojo pardo del frijol, desarrollando alternativas de control tanto en laboratorio como en condiciones de almacenamiento. Correo: aral-150494@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7417-3121>

Dr. Eusebio Nava-Pérez

Es Ingeniero Bioquímico (ITLM), Maestro en Ciencias y Tecnología de los Alimentos (FCQB-UAS) y Doctor en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales, por la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM). Desde hace 27 años se desempeña como investigador en el CIIDIR-IPN. Su línea de investigación se centra en el manejo biorracional de plagas y enfermedades, incluyendo insectos y hongos, tanto en campo como en almacenamiento. Desde 2010 ha publicado más de 25 artículos científicos y capítulos de libro, además de haber dirigido tesis de pre y posgrado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y ha colaborado como capacitador con el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Correo: eusebionavaperez@yahoo.com.mx; enavap@ipn.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0525-0300>.

Dr. Adalid Graciano-Obeso

Profesor Investigador de Tiempo Completo Titular B del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Guasave, cuenta con Doctorado en Ciencias en Estudios para la Sostenibilidad y Medio Ambiente. Sus líneas de investigación son Sistemas de Producción Agrícola Sustentable Y Biotecnología Agrícola. Forma parte del Cuerpo Académico en Consolidación ITESGUA-CA-1, tiene el reconocimiento de Perfil Deseable de PRODEP. Miembro del Sistema Nacional de

Investigadoras e Investigadores (SNII) y del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT) del estado de Sinaloa. Correo: adalid.go@guasave.tecnm.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0849-0054>.

**Saberes tradicionales en una red de comunidades
campesinas indígenas de Guerrero, México**
**Traditional wisdom in a network of indigenous peasant
communities in Guerrero, Mexico**

Luis Canek **Ángeles-Tovar**¹, Gibrán **Rivera-González**², Pablo Emilio **Escamilla-García**³

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo identificar saberes tradicionales en la obtención de alimentos y artesanías de una red de comunidades campesinas indígenas en el estado de Guerrero, México, lo cual representa un ejemplo de cómo esos conocimientos ancestrales intentan ser preservados por dichas personas, a fin de evitar que se pierdan con el paso del tiempo. Para lograr lo anterior, se realizó una investigación cualitativa apoyada en la metodología de historias de vida, que permite conocer los saberes tradicionales de los integrantes de la red, a través de sus experiencias y vivencias sobre ese tema. La investigación presenta diversos saberes tradicionales que miembros de la red en seis comunidades preservan para la obtención de sus productos, los cuales representan no solo una herencia alimentaria saludable,

sino también cultural en la región, además de ofrecer alternativas de producción respetuosas con la naturaleza y otras especies. También se detecta que lamentablemente los saberes tradicionales en la región se están perdiendo por la falta de interés en preservarlos y replicarlos, son pocas personas las que aún se comprometen a mantenerlos vigentes. Se concluye que es necesaria la participación de más actores como los gobiernos o las universidades, generando acciones encaminadas a identificar, documentar, revalorizar e incentivar la utilización de saberes tradicionales que, más allá de su relevancia histórica y cultural, puedan aportar soluciones a problemas actuales como la mala alimentación de la población.

Palabras clave: Conocimientos ancestrales, organización comunitaria,

¹ Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas – IPN.

² Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas – IPN

³ Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas – IPN

historias de vida, identidad cultural, sostenibilidad alimentaria

Abstract

The aim of this study is to identify traditional knowledge involved in the production of food and crafts within a network of indigenous peasant communities in the state of Guerrero, Mexico. This serves as an example of how such ancestral knowledge is being preserved by community members in order to prevent its loss over time. To achieve this, a qualitative study was conducted, employing the life histories methodology, which allows for an understanding of the traditional knowledge held by members of the network through their experiences and personal narratives. The research highlights various traditional practices maintained by members of six communities within the network for the production of their goods, which represent not only a healthy food

heritage but also a cultural legacy in the region, while providing production alternatives that are respectful of nature and other species. The study also identifies that, unfortunately, traditional knowledge in the region is at risk of being lost due to a lack of interest in preserving and transmitting it, with only a few individuals actively committed to maintaining it. It is concluded that the participation of additional stakeholders, such as governmental institutions and universities, is necessary to implement actions aimed at identifying, documenting, valuing, and promoting the use of traditional knowledge, which, beyond its historical and cultural significance, can contribute solutions to contemporary problems, such as poor nutrition within the population.

Key words: Ancestral knowledge, community organization, life histories, cultural identity, food sustainability.

INTRODUCCIÓN

Una parte fundamental en la existencia de los seres humanos son los llamados conocimientos o saberes tradicionales (ST), debido a que se encuentran inmersos y tienen efectos positivos en diversos aspectos relevantes de su vida cotidiana como la agricultura, la gastronomía, la cultura, las costumbres y las prácticas de pueblos indígenas, así como en la manera en que se convive con la naturaleza y otros seres vivos, además de aportar al desarrollo social y económico (Guadarrama et al., 2022). De hecho, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés), desde 1999 en la Conferencia Mundial de Ciencia de Budapest, destacó que los ST históricamente han contribuido a la ciencia y tecnología en distintos lugares, por lo que a partir de ese momento se comenzó a considerar la necesidad de protegerlos y preservarlos (UNESCO, 2005).

Por ejemplo, en México gracias a los ST heredados por varias generaciones, ha sido posible modificar hábitos alimenticios en ciertas localidades, las cuales se sustentan en dietas libres de alimentos obtenidos con agroquímicos (Martínez y Lozano, 2023). En el mismo país, pero en el Estado de Puebla, se documentó que la planta tequelite chico (*Peperomia peltilimba*), es usada para preparar alimentos y condimentarlos, pero destaca por ser usada como un medicamento natural para tratar inflamaciones en los pies (Santiago-Hernández et al., 2023). Lo mismos

sucede en otros estados con la planta *Bacopa procumbens* (Mill.) Small (Plantaginaceae), conocida popularmente como hierba golondrina, es utilizada en la medicina tradicional para tratar diferentes padecimientos como la malaria, manchas en la piel, cicatrizar heridas, combatir la fiebre, entre otros (Ríos-Cortés et al., 2023). En Marruecos, en la comunidad de Ghéris El-Ouloui à Goulmima, los ST han apoyado por mucho tiempo al desarrollo económico de la región ya que ahí se conservan como actividades relevantes la agricultura y creación de artesanías, por lo que las personas que aprenden los ST aseguran empleos en la comunidad con buenos ingresos para vivir (Khiri, 2022). Por su parte en la India, los ST son tan relevantes en aspectos económicos, sociales, culturales y medicinales que el gobierno los reconoce ampliamente y por ello creó una librería digital sobre conocimientos ancestrales para contribuir a su conservación, así como para usarlos en la creación de innovaciones (Fredriksson, 2022). En Sri Lanka los ST aportan a identificar la degradación en los suelos de cultivo, lo que representa beneficios importantes en materia alimenticia para la población, pues permite mantener una producción adecuada y suficiente de hortalizas o frutas (Thennakoon y Gamachchige, 2020). En la amazona boliviana se ha encontrado que los ST pueden ser uno de los elementos importantes que inciden en la conservación de los bosques, lo que a nivel ecológico en el largo plazo ofrece beneficios para la población al evitar modificaciones ambientales negativas en la región (Paneque-Gálvez et al., 2018).

Antes de continuar es adecuado saber a grandes rasgos qué son los ST, al respecto y aunque no existe una definición única (Valladares y Olivé, 2015), a lo largo de los años y gracias a los hallazgos de diversas investigaciones empíricas alrededor del mundo (Camacho Villa et al., 2021; Gruberg et al., 2022), se sabe que los ST se componen de diversos elementos que los caracterizan y permiten comprender mejor qué son sin necesidad de ceñirse a una definición. En ese sentido es posible entender a los ST como aquellos conocimientos que los seres humanos crean en conjunto buscando preservarlos y transmitirlos a más personas, los cuales son interactivos, orales, prácticos (es decir que requieren ser practicados para reforzar su aprendizaje), basados en la observación (antes de practicarlos normalmente los ST se observan y de ahí surge un interés por ellos), arraigados a las tradiciones y costumbres de cada comunidad, flexibles pues se adaptan a los cambios del contexto, toman en cuenta aspectos subjetivos y místicos, son tangibles e intangibles y varían en función del papel que desempeñan las personas en cada localidad (Ángeles, et al., 2024).

Así, los ST son parte esencial de la identidad en las diversas comunidades ya que desempeñan un papel primordial en determinar el estilo de vida de sus habitantes (Yadav, 2024). Además, gracias a ellos e independientemente de los mencionados beneficios, es posible preservar muchos elementos inherentes al ser humano a través del tiempo (valores, relatos, mitos, técnicas, experiencias, historias, costumbres, fiestas, gastronomía, significados, entre otros), de ahí que se les considere un patrimonio intelectual, una pertenencia de las comunidades (De la Cruz et al., 2005). De esta manera, los ST para la UNESCO (2005), representan una herencia cultural intangible que es imperativo mantener viva para las nuevas generaciones. Por lo anterior, se ha vuelto más que necesario realizar acciones para preservar y transmitir esos ST pues su desaparición no solo representa perder una herencia cultural, histórica e intangible, sino también opciones que permitan combatir problemas asociados al cambio climático y la destrucción de ecosistemas completos, por lo que son clave para utilizar de forma sostenible estos ecosistemas y la biodiversidad de las tierras, (Popolo, 2017). Además, los ST para la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2019), actualmente también son sumamente valiosos para apoyar a la agricultura moderna al aportar en temas de conservación de las tierras y especies, lo que contribuye a una seguridad alimentaria a nivel global. Todo esto ha llevado a que la misma ONU (1992) desde el siglo pasado en su Convenio Sobre la Diversidad Biológica, impulse el respeto y preservación de los ST, lo cual en años recientes ha cobrado especial relevancia pues lamentablemente los ST se están perdiendo en muchas regiones (Fourmile, 2019).

En suma, hoy más que nunca se ha vuelto necesario reconocer, revalorar y sobre todo preservar los ST poseídos por cualquier comunidad (Sangral y Kumar, 2023) en especial si es indígena, debido a la poca visualización y valoración de sus saberes, en los cuales destacan los relacionados con la agricultura u obtención de alimentos respetando a ecosistemas y especies, debido a sus potenciales contribuciones para mejorar la alimentación de las personas, al mismo tiempo que se respeta a la naturaleza y otros seres vivos. Es bajo este contexto que resulta pertinente llevar a cabo investigaciones en las cuales sea posible abordar los ST en pequeñas comunidades, con la intención de apoyar precisamente en la identificación, documentación y revaloración de esos saberes que pueden aportar mucho en la atención de diversos problemas actuales. Por esa razón, el presente documento se centra en revisar el caso de una red de campesinos indígenas que habitan en el estado de Guerrero, México; y quienes durante 2024 formalizaron su grupo. Actualmente por medio de sus productos, buscan no solo obtener recursos para subsistir y apoyar en el consumo de alimentos saludables en la región, sino también compartir parte de los ST ligados a

lo que ofrecen, con la intención de mantenerlos vigentes ante la falta de interés por aprenderlos y reproducirlos.

Vale la pena aclarar un aspecto en este punto; el presente documento utiliza indistintamente las palabras *saberes* y *conocimientos* ya que etimológicamente ambas hacen referencia a obtener un aprendizaje sobre cualquier tema, fenómenos, hechos, personas, entre otros, por lo que pueden considerarse como sinónimos (Real Academia Española, 2025). Esto es pertinente mencionarlo pues no se busca debatir respecto a si hay o no diferencias sustanciales en el uso de las dos palabras en contextos de investigación, sino hablar sobre conocimientos o saberes tradicionales aprendidos por las personas y que están desapareciendo ante el poco interés general alrededor del mundo. De esta forma, el texto se divide de la siguiente manera, primero se presentan el soporte teórico y la metodología que sustentaron la investigación, siendo las historias de vida fundamentales para obtener la información. Posteriormente se presentan los resultados y discusión, en los cuales se exponen los ST que están relacionados con los productos que ofrece la red y los cuales además de representar alternativas saludables de alimentación principalmente, muestran un gran respeto por la naturaleza y otros seres vivos, así como aspectos culturales herencia de los antepasados indígenas de la región. Para cerrar se presentan las conclusiones correspondientes, haciendo una reflexión sobre lo encontrado en la investigación.

SOPORTE TEÓRICO

La investigación retoma una aproximación teórica conocida como historias de vida, el cual en esencia ofrece una perspectiva fenomenológica, es decir, conocer la manera en que las personas interpretan experiencias vividas, lo que permite comprender fenómenos que ocurren y tratar de entender cómo los han vivido; con ello se otorga relevancia a la subjetividad de los participantes (Barbera e Inicarte, 2012). En opinión de Pérez et al. (2019), bajo esta visión se presenta una oportunidad de estudio, análisis y reflexión más profunda respecto a cualquier fenómeno, como pueden ser los ST. Por lo anterior, este método es adecuado para indagar sobre esos saberes pues recupera eventos de la vida de las personas desde su perspectiva y con los significados particulares que les otorgan (Chárriez, 2012).

Las historias de vida representan un recurso metodológico que se ha usado desde el siglo pasado y el cual obtiene la información por medio de diálogos y entrevistas con las personas, así como observación durante esos momentos, quienes hacen un relato de sus experiencias vividas, donde los actores ofrecen una reconstrucción de su pasado sobre temas específicos, exponiendo de manera consciente o inconsciente sus recuerdos, interpretándolos con base en el contexto de aquellos momentos, lo que

implica una narración de una persona a otra de forma presencial (Lomsky-Feder, 1995). Por eso las historias de vida se pueden considerar como un método de investigación más humano, es decir, que permite acercarse con otras personas para entender fenómenos ligados entre otras cosas a la memoria cultural de las comunidades (Álvarez y Ramos, 2003). De esta manera, ofrecen la posibilidad no solo de adentrarse en los recuerdos de las personas, sino entender parte de las realidades que han vivido con relación a temas específicos (Lucca y Berríos, 2003), por esa razón quien investiga necesita interpretar las historias derivadas de los relatos subjetivos (Álvarez y Barreto, 2010). En suma, este enfoque cualitativo permite conocer aspectos relevantes de un tema en específico por medio de revivir y analizar experiencias de las personas tal como las ha vivido, las cuales se cuentan en diálogos o entrevistas, entendiendo la interpretación que cada individuo otorga a la temática en cuestión. Además, por medio de las historias de vida es posible descubrir aspectos claves para entender fenómenos sociales (Macías, 2020) como pueden ser los ST.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Considerando lo ya expuesto, el objetivo del documento es identificar ST presentes en la obtención de productos de una red de pequeños productores indígenas, lo cual tiene la intención de apoyar en la revaloración de una parte de esos saberes, así como contribuir en su difusión y preservación para que más personas tengan la oportunidad de aprovecharlos. Por lo anterior, la investigación tiene un carácter cualitativo y se apoya en el mencionado método de historias de vida, el cual resulta idóneo ya que permite no solo conocer a las personas con las que se interactúa, sino también las realidades que perciben y cómo las han vivido (Macías, 2020). Al respecto, los ST para personas de comunidades indígenas son parte relevante de esas realidades.

Para obtener la información se aprovecharon jornadas de trabajo de campo en el marco de actividades realizadas en diferentes proyectos con incidencia en el estado de Guerrero, México, en los cuales participan los autores de este texto (cada jornada con una con duración de dos o tres días), entre octubre de 2024 y agosto de 2025 en seis comunidades de la mencionada entidad, donde en mayor o menor medida hay población indígena. Estas comunidades son: Acatlán, Lodo Grande, Mexcaltepec II, Oxtoyalhualco y Zitlala. Dichas localidades se eligieron no solo por la particularidad de contar con habitantes indígenas y los conocimientos tradicionales que aún se conservan en ellas, sino también debido a que los autores del presente documento han trabajado previamente con sus productores a través de un Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia

(PRONAI), lo que fortaleció lazos de confianza y eso permitió tener interacciones con relación al tema de los ST por medio de sus vivencias y experiencias en el pasado. En ese sentido tuvieron lugar varios diálogos informales (aproximadamente una veintena, no grabados, pero realizando anotaciones de campo) con diversos productores de cada localidad, los cuales se dieron durante momentos como comidas, descansos entre actividades formales o durante fiestas comunitarias. En cuanto a las entrevistas, se realizaron siete del tipo semi estructuradas, las cuales se grabaron y transcribieron. Para estas últimas se eligió a una persona de cada comunidad, siendo el criterio para ello, que fuesen aquellas con los mayores ST respecto a las labores que realizan para obtener los productos que ofrece su red. Para la gestión y análisis de la información se utilizó como apoyo el Software AtlasTi en su versión 25. Una vez presentados los aspectos más relevantes del apartado metodológico, a continuación, se exponen los hallazgos obtenidos y los aspectos más relevantes para la reflexión.

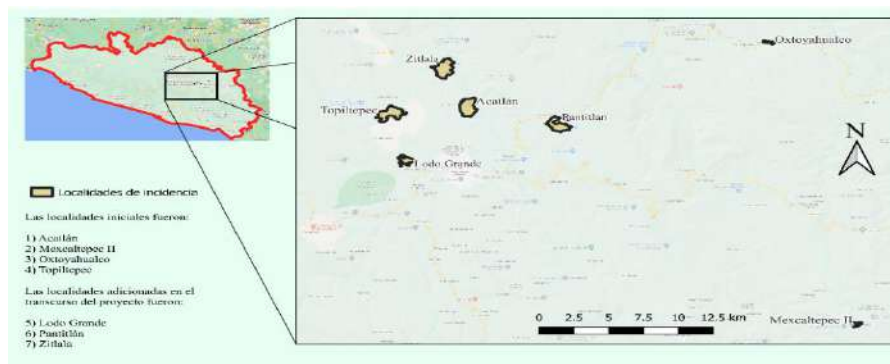
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primera instancia es necesario mencionar que el grupo de campesinos que apoyaron a la realización de esta investigación tiene por nombre Red de Soberanía Alimentaria de Productores Indígenas de Guerrero (Red SAPIGRO), se integra por personas de siete comunidades, las ya mencionadas más Topiltepec, todas cuentan con diversos productos que pueden intercambiar o comercializar, los cuales van desde hortalizas variadas, frutas, pasando por miel, mezcal, productos de derivados del cerdo e incluso artesanías de palma. En la obtención de esos alimentos o artesanías, en mayor o menor medida están involucrados ST que además de diferenciarlos de aquellos fabricados de manera industrial, representan una herencia cultural de la región. En ese sentido, se realizó trabajo de campo también en Topiltepec, pero no se le incluyó en esta ocasión, al identificarse que los ST ligados a lo que ofrecen en la red, se limitan al cuidado de la salud de cerdos y preparación de chicharrón, por lo que se consideró pertinente no agregarla dado que en las otras seis la conservación de ST es mucho mayor.

Previo a exponer los diversos ST ligados a productos que tiene la Red SAPIGRO, con base en información del INEGI (2020b) se presentan algunos datos de seis de las siete comunidades que la conforman en el estado de Guerrero, para conocer un poco sobre su contexto. La figura 1 muestra un mapa proporcionado por el PRONAI 321287 donde se observan las siete comunidades en las cuales se han realizado actividades de incidencia.

Figura 1.

Comunidades que integran la Red SAPIGRO.



Nota: Imagen cortesía del PRONAI 321287, creada con base en datos del marco geoestadístico del INEGI, 2020a.

En el Municipio de Chilapa de Álvarez se encuentran la mayoría de las localidades, la primera de ellas es Acatlán con 3,719 habitantes, de los cuales el 98% son indígenas y se distribuyen en 1,027 casas; un 70.42% de las personas hablan una lengua indígena, el 65.3% de la población trabaja desempeñando mayormente actividades de cultivo, cosecha y preservación de granos. La siguiente es Pantitlán, donde habitan 2,626 personas, de las cuales 5.96% son indígenas y se distribuyen en 590 casas, aunque la población indígena es poca, un 40% habla una lengua indígena, su población económicamente activa es de 59.71% dedicándose principalmente al cultivo o cosecha de productos agrícolas. Después está Mexcaltepec II, donde viven apenas 967 personas, es el lugar con mayor porcentaje de población indígena de las integrantes de la red (99%) y se distribuyen en 137 casas. A pesar de que la población indígena es elevada, se reporta que solo el 40% de los habitantes hablan una lengua indígena, mientras que el porcentaje de personas que labora es del 72% y su actividad principal es el cultivo o cosecha de productos agrícolas. También se encuentra Lodo Grande con 1,046 habitantes, siendo 4.97% indígenas, las personas se distribuyen en 268 casas, debido a la baja cantidad de personas originarias, solamente el 1.05% del total de habitantes habla una lengua indígena; la población económicamente activa llega a un 64.82%, siendo la principal actividad económica la elaboración de artesanías para venta, pero destaca que el cultivo o cosecha de productos agrícolas es primordialmente para consumo familiar.

Por su parte la comunidad de Oxtoyahualco pertenece al municipio de Ahuacuotzingo, con una población de apenas 623 habitantes, de los cuales el 4% son indígenas, teniendo 134 casas. Solo el 1.28% de los habitantes hablan una lengua indígena, mientras que el porcentaje de personas que laboran es del 52.17%, principalmente en el cultivo o cosecha de productos agrícolas. Por último, Zitlala está adscrita al municipio con el mismo nombre; contando con 6,077 habitantes donde el 96.92% son indígenas, viviendo en 1,654 casas. Esta es la localidad donde más personas hablan una lengua indígena, un 78.61% del total. En cuanto a la población que trabaja esta asciende al 40.30%, siendo el cultivo o cosecha de productos agrícolas para venta y consumo familiar la principal actividad, así como la elaboración de artesanías. A continuación, se presentan los ST relacionados con la elaboración de los productos de la Red SAPIGRO separados temáticamente.

ST en prácticas agrícolas

En primera instancia destaca un integrante de la red perteneciente a la comunidad de Oxtoyahualco quien mantiene un amplio compromiso por utilizar y conservar ST para la obtención de sus hortalizas, entre las que se encuentran maíces criollos de la región (blanco, morado, amarillo, “cuarenteño” y morado). En su caso la mayor parte de sus saberes sobre la manera de cosechar y sembrar son tradicionales, por ejemplo, para las verduras se aprovecha la composta de hormigas llamadas “arrieras”, tiene un color rojizo, lo que hace que las hortalizas tengan un sabor diferente a las que comercian en supermercados. De igual forma hacen uso de recursos naturales como la hojarasca del monte de los cerros, la recolectan y la revuelven en las tierras de cosecha, también usan hojarasca de sabino, con eso se enriquecen los suelos porque se absorben mejor los nutrientes.

Por otra parte, el integrante de la red entrevistado se ha comprometido a conservar maíces nativos de la región, tiene más de 40 años con esa labor, destacando que esas especies vienen desde la época de sus abuelos, donde el que se conoce como “cuarenteño” (por su menor tiempo para ser cosechado) se sembraba bastante hace varias décadas durante un contexto donde la falta de alimentos en la comunidad era muy grave, así que representó una solución muy adecuada para sus habitantes. Aunado a lo anterior parte de sus ST para cuidar las hortalizas conlleva el uso de otros abonos naturales, uno de ellos es el tipo bocashi, que entre sus ingredientes lleva precisamente la hojarasca del monte, cañuela molida, carbón, ceniza, melaza, lambrasca podrida del monte, olote molido, cascarilla de paja de frijol. De igual manera ocupan el abono de chivo, vaca y burro.

También fue posible identificar que los ST poseídos por el integrante de la red entrevistado, dictan cómo cuidar los cultivos usando exclusivamente métodos de control de plagas naturales, conocimientos heredados de sus abuelos. Por ejemplo, para los chupadores y minadores, utiliza caldo de ceniza con jabón corona, es un repelente natural de dichos insectos. Para el pepino usan un vinagre de manzana que ayuda a evitar que la planta detenga su crecimiento. También usa un enraizador natural para sus maíces que también es parte de sus ST, el cual lleva lenteja con sábila y nopal, los prepara como licuado luego de que la lenteja se remoje dos días, la pone en la tierra y eso también ayuda a la cosecha, en específico a conservar la salud de los campos. Además, los ST le indican cómo hacer los surcos para siembra, la cantidad de abono a colocar, en qué momentos hacerlo, así como la manera en que deben cuidar cada tipo de planta.

En la siguiente comunidad, Mexcaltepec II se cosechan verduras para autoconsumo, las cuales se trabajan aprovechando los ST heredados, gracias a esos conocimientos tradicionales utilizan abonos orgánicos para las tierras de las verduras, en esencia composta con ingredientes naturales que se tienen en la zona como abonos de chivos o vacas, así como hojarasca del monte y restos de las mismas cosechas. Precisamente conservar esos ST respecto al cuidado de la tierra en opinión del integrante de la red entrevistado en esa localidad, es lo que ha permitido a sus parcelas mantenerse con buenos nutrientes, es decir microorganismos, dando como resultados terrenos fértiles a pesar del cambio climático. Hablando de las frutas que producen, principalmente manzana, durazno, tejocote y capulín, aprovechan la fertilidad de la tierra, tanto que en los terrenos donde las siembran (que son secciones diferentes a las de siembra de verduras) no requieren utilizar abono, solamente ponen algo de cañuela. De igual manera los saberes para trabajar las frutas es herencia de los abuelos, son ST que siguen vigentes y enfatizan el hecho de no usar productos que no fueran naturales en las tierras. Respecto a la manera en que mantienen su plantación de tila, la cual comercializan tanto fresca como seca, se compartió que desde hace unos 15 años no necesitan adquirir las plantas, ya que gracias a los ST heredados por los abuelos, preservaron los conocimientos necesarios para cuidarlas de forma adecuada.

ST en los ciclos de siembra

En el caso de Oxtoyahualco, los ST que tiene integrante de la red entrevistado incluyen algunos elementos de la naturaleza para saber en qué momentos es mejor cosechar o saber cómo estará el clima para la temporada. Por ejemplo, toma mucho en cuenta el comportamiento de algunos seres vivos de la montaña, como las calandrias, aves que cuando

construyen sus nidos significa que habrá lluvias fuertes, con mucho aire. Observa también las hormigas, cuando levantan sus hormigueros hasta 5 centímetros, hacen un muro para que no les entre el agua, lo que conlleva que ya vienen las lluvias. De igual manera se observa a los sapos, cuando cantan en el mes de mayo significa que habrá muchas lluvias, si no cantan serán pocas. Si las golondrinas bajan a volar por el valle es que ya están llegando las lluvias. Otra señal se obtiene de las aves llamadas “chicharras”, cuando cantan anuncian que algunos cultivos ya van a estar listos, como la ciruela.

En la comunidad de Mexcaltepec II. uno de los integrantes de la red junto con varios de sus familiares trabaja diversas hortalizas, la mayoría solo para autoconsumo, por lo que para intercambiar y comercializar como parte de la Red SAPIGRO tienen la flor de tila, así como diversas frutas que ofrecen. En relación con la cosecha de tila, destaca que trabajarla es una herencia familiar que ha perdurado por más de cuatro décadas. Actualmente son 13 personas de la familia quienes colaboran en las labores de siembra y cosecha, utilizando precisamente ST heredados de familiares. La persona entrevistada aclara que todos los ST que se aprendieron han sido de sus abuelos y desde entonces afortunadamente han logrado preservarlos en familia. Menciona que esos saberes actualmente son adecuados para trabajar, aunque están abiertos a mejorar sus procesos obteniendo otros conocimientos, pero siempre con el compromiso de mantener sus ST sin cambios sustanciales. En cuanto a los ST que les permiten determinar el mejor momento para sembrar la tila, ellos no usan señales de animales como en otros sitios, en su lugar se basan completamente en los saberes heredados, los cuales dictan que se debe sembrar en el mes de junio porque es cuando normalmente hay lluvias y la tierra está en el mejor estado.

Respecto a la obtención del mezcal artesanal en Acatlán, entre los ST de la comunidad se encuentran el saber en qué momento es adecuado cosechar los magueyes de especie cupreata (o papalote, perteneciente al género del Agave y la familia Asparagaceae) que son los usados en la región. Los ST establecen que solo deben trabajar con magueyes maduros, no tiernos, esto independientemente del tamaño que presenten, en ese sentido, gracias a los antepasados sustentan la decisión de cortar un agrave solamente con la vista al revisar algunas características particulares de la planta, tomando en cuenta que un maguey tarda en madurar entre 12 y 20 años. Esto lo combinan con el ST que tienen respecto a la época en la cual generalmente es adecuado cosechar el agave, principalmente porque gracias a esos saberes hay certeza sobre los momentos en que los microorganismos ya han contribuido a la adecuada maduración de las

plantas. De esta manera, los agaves se cosechan entre marzo y junio de cada año (dos o tres días antes de luna nueva se labra el maguey), pero desde los meses de agosto y septiembre del año anterior, ellos revisan cuáles son los agaves que estarán listos en la próxima jimada.

ST en la conservación de artesanías y alimentos típicos

La comunidad de Pantitlán destaca dentro de la Red SAPIGRO ya que sus integrantes participan principalmente con artesanías de palma y un postre llamado “ponte duro”. Una de las artesanas de la Red SAPIGRO es quien posee los ST para crear dichos productos con apoyo de su esposo e hijas. La mayor cantidad de productos que aportan a la red se desprenden de las artesanías de palma, si bien se tejen de varios tipos, las que se intercambian y comercializan de manera recurrente son los llamados petates de diferentes tamaños, así como manteles para adornar las mesas, también llegan a fabricar tanates (un contenedor para colocar botellas de varios tamaños), escobetas para limpieza del hogar y abanicos.

Precisamente para la creación de las artesanías de palma, todo el conocimiento que tiene la artesana entrevistada lo adquirió de sus abuelos, quienes usaban los petates de palma para almacenar maíz que cosechaban, en esencia lo necesario para crear las artesanías de palma deriva de un ST de la comunidad donde todos los niños desde los 10 años ya deben conocer cómo trabajarlas, porque eso representaba un apoyo a los padres al generar algo para vender o usar en casa. Resulta llamativo que, de acuerdo con lo compartido, en la comunidad se acostumbra que los niños asimilen cómo hacer las artesanías solo mirando, es decir, no se verbalizaban los ST de manera directa o con pláticas enfocadas en ello, lo que denota una costumbre muy particular en la forma de aprender. En el caso de la artesana consultada, sus abuelos no le decían directamente que aprendiera, sino que se sentaba a un lado de ellos y replicaba lo que veía, para corroborar si lo estaba haciendo bien eventualmente sus abuelos revisaban su avance y le decían si estaba en lo correcto o necesitaba ajustar algo, entonces todo ese ST se sustenta en la vista y la práctica de los mismos, con comentarios esporádicos respecto a cómo trabajar. Gracias a esto ya tiene más de 37 años creando las artesanías de palma, de hecho, sus hermanas, su cuñada y su madre de aproximadamente 90 años, aún fábrica artesanías de palma, aunque solo para uso personal. Este ST en la comunidad se remonta al menos al siglo pasado, por lo que es una actividad con más de 100 años de existencia.

En cuanto al proceso para crear las artesanías de palma, la entrevistada comparte que se basa completamente en los ST heredado de familiares, el cual comienza desde la selección de la palma en la zona montañosa cercana

a la comunidad de Pantitlán. En ese sentido los ST establecen que la palma se debe cosechar solamente cuando presenta lo que llaman el “lolote”, cuando sale una especie de sierra del tronco de la planta, si la palma se ensancha entonces ya no se puede cortar. Posterior a esa elección y recolección (sin usar herramientas sofisticadas) se transportan ya sea a pie o en animales de carga para ponerlas a secar al sol, en este punto para saber cuándo se encuentran listas las hojas para trabajarlas son monitoreadas por varios días, con base en algunas características visuales enseñadas por los abuelos. Una vez seca, se realiza lo que llaman “ixclear” usando una aguja, es decir, se quita la orilla a las hojas de la palma para de esa forma ahora sí tejer las artesanías, luego de quitar el corazón de la planta.

Un aspecto interesante es que en la región la palma no es muy ancha, lo que permite manipularla con mayor facilidad, por esa razón, los ST de la comunidad dictan que las artesanías deben trabajarse con doble hoja de palma para que sean más resistentes, lo que ofrece un mayor tiempo de vida de los productos. De forma complementaria las artesanías se pueden crear solo con el color natural de la planta o utilizando colorantes naturales en sobre, los cuales mezclan utilizando los ST heredados para obtener tonalidades que no se consiguen de manera directa. Por ejemplo, combinan un sobre de verde y uno de amarillo claro para lograr un tono verde limón. Gracias a esto la variedad de diseños que pueden generar sobre todo en los petates son muy amplios, es posible que contengan desde uno hasta diez colores, lo que representa una gran ventaja para cubrir gustos de los posibles compradores. En este sentido la artesana menciona que todos los diseños que realiza son también ST heredados de sus abuelos, lo que hace en la actualidad es realizar variaciones en cuanto a la posición en donde se colocan esos diseños dentro de las artesanías.

Respecto al postre llamado “ponte duro”, si bien no es un alimento exclusivo del estado de Guerrero, se caracteriza en dicha entidad porque se prepara usando garbanzo molido y piloncillo, a diferencia de otras localidades donde se usa maíz. En el caso de la artesana consultada, como sucedió con la palma, la preparación del “ponte duro” es resultado de los ST heredados por sus abuelos quienes lo consumían junto con el atole de masa, la idea es que lo dulce del postre complemente esa bebida que no lleva ningún tipo de endulzante. Entonces este es un producto completamente natural, ya que el garbanzo molido es orgánico, además, fiel a la costumbre se endulza con piloncillo, lo que hace que sea un alimento nutritivo que se puede consumir en los meses de octubre a febrero. En relación con lo anterior, la cosecha del garbanzo y otras hortalizas para autoconsumo, se sustentan en ST heredado de la familia. Al igual que con lo aprendido sobre las artesanías de palma, se obtuvo el

conocimiento viendo como lo hacían los abuelos, sin que se les explicara como tal el proceso, solo haciendo sugerencias en los momentos que se realizaba incorrectamente alguna actividad, la constancia en apoyar en el campo es lo que permite actualmente a la artesana y demás familia un manejo adecuado de sus tierras, sin agroquímicos, sólo utilizan como abono el estiércol de chivo.

ST en procesos especializados

Dentro de la Red SAPIGRO destacan la obtención del mezcal y la miel por ser procesos más especializados sin dejar de ser artesanales, sustentados casi en su totalidad por ST. En el caso del mezcal, en Acatlán es donde se obtiene y es trabajado por uno de los integrantes de la red, su presidente, junto con otras personas que laboran en una destiladora comunitaria. Cabe aclarar que se considera artesanal ya que todo el proceso para obtenerlo no utiliza herramientas o equipos industriales, por la misma razón, la cantidad lograda cada año es pequeña en comparación con grandes empresas. Así, los ST continúan utilizándose para el cocimiento con horno de piedra, el cómo colocar las piñas en él, labrar, jimar los agaves o magueyes, molerlos, destilar, fermentar; todos ellos se heredaron de antepasados de la comunidad (no necesariamente de familiares) y se han mantenido tal cual hoy en día, excepto por la parte de moler las piñas de agave pues ya no se hace a mano sino con un molino. Justo todos esos elementos son los que permiten obtener un mezcal de calidad, donde destaca que en cada paso de la producción, los implicados en ella están sumamente comprometidos con preservar los ST.

Tal vez el aspecto más destacado de sus ST que permite obtener un mezcal de buena calidad es el uso del horno de piedra, que se calienta con leña de encino amarillo o prieto, dentro de este se colocan más piedras resistentes al calor y encima de ellas se colocan los magueyes, para luego taparlos con tierra, con el objetivo de “ahogarlos” y se ablanden, es decir, se cuecen al estar enterrados, este proceso puede durar generalmente entre 5 y 8 días. De igual forma sus saberes heredados les han permitido desarrollar sus sentidos para cuidar la obtención del mezcal, gracias a esto en la práctica no requieren de aparatos sofisticados para monitorear todo el proceso. Por ejemplo, para supervisar la fermentación en los contenedores de madera donde se pone el mosto de agave, revisan tanto el olor, el color, el sabor, así como la consistencia de la mezcla (olfato, vista, gusto, tacto), con base en esos aspectos, son capaces de saber exactamente en qué momento todo está listo para obtener un mezcal de buena calidad en la destilación. Lo anterior evita que el proceso en su conjunto sea algo

estandarizado, sigue siendo artesanal pues cada contenedor está listo en diferentes momentos.

Aunado a lo anterior, los mezcales artesanales que se obtienen en la destiladora están entre 50 y 55 grados de alcohol, ya que así se ha acostumbrado en la comunidad, lo que también es parte de los ST existentes pues se ha establecido que son los mejores para consumir. En ese sentido, con base en los ST poseídos se sabe cómo obtener esa graduación luego de la primera destilación donde el mezcal puede tener en promedio 80 grados de alcohol, para rebajarlo, hacen una segunda destilación combinando mezcal de mayor graduación con los de menor, esto se conoce como emparejar el mezcal. De este emparejamiento, se desprende otro ST muy importante, conocer los grados de alcohol que tiene un mezcal sin la necesidad de un alcoholímetro, enseñanza igualmente obtenida de los antepasados. Gracias a esos conocimientos realizan una prueba con un instrumento de madera parecido a una flauta llamado “la venencia” y un pequeño recipiente, en el cual colocan el mezcal para revisar el perlado (burbujas) que genera el líquido, entre más aparecen mayor es el grado de alcohol que contiene. La técnica cumple la misma función que un alcoholímetro y desde hace tiempo han comprobado que la graduación que ellos determinan de esta forma arroja prácticamente el mismo resultado que usar un aparato electrónico.

En cuanto a la producción de miel, se interactuó con dos integrantes de la red, una por cada comunidad donde se elabora (Lodo Grande y Zitlala), quienes desde hace 17 años forman parte de una cooperativa de mujeres ofreciendo la miel artesanal y algunos productos derivados. Llama la atención el hecho de que ningún familiar se dedicaba a trabajar la miel antes de ellas, es decir, ambas adquirieron los ST de otros productores de sus comunidades, aprendieron las bases de la apicultura, las épocas de alimentación, el cuidado de la salud de las abejas, los materiales necesarios para cosechar la miel, cómo almacenarla, etc. Por ejemplo, es fundamental que solo exista una reina, si hay otra, las abejas no trabajan. Asimismo, requieren determinar en qué lugar deben estar los cajones; cerca de plantas y árboles que puedan ser polinizados por las abejas a partir de la época de lluvias. De igual forma aprendieron a reconocer solo con la vista cuando la miel está tierna o lista (operculada) para ser recolectada, con base en los ST que les transmitieron pueden decidir si a pesar de estar operculado aún requiere esperar unos días más o no, así, no requieren probarla o tocarla para monitorearla. Esto evita que la miel se pueda recolectar antes de tiempo y se previene la pérdida de cantidades significativas, algo muy relevante dada la poca producción total.

También obtuvieron conocimientos tradicionales de más productores, principalmente el presidente de la Red SAPIGRO. En ese sentido lo aprendido casi en su totalidad son ST pues se confirma que quienes se los compartieron, los obtuvieron de sus abuelos, quienes a su vez los heredaron de sus abuelos, por lo que estos conocimientos vienen desde inicios del siglo XX, es decir, hace más de 100 años. Aun así, las integrantes de la red mencionan que los diversos cambios contextuales han provocado ajustes en su labor de apicultura, por lo que, a finales de la década de 1990 con el apoyo de un experto en apicultura de la Universidad Autónoma Chapingo, recibieron más conocimientos tradicionales, pero también otros de carácter científico, con los cuales pudieron hacer frente a inconvenientes como la falta de alimento para las abejas que incentivaba la disminución en su población. Gracias a todo esto los conocimientos sobre la apicultura se fueron refinando y hoy se puede decir que son una combinación de ST y técnicos, donde predominan los primeros con el compromiso de preservarlos.

Por otra parte, se aclaró que los ST se utilizan en todo el proceso de obtención de la miel, es decir, el cuidado de las abejas, manejo de los cajones, su ubicación, épocas de alimentación y métodos para recolectar el producto; mientras que los conocimientos que son técnicos se utilizan para obtener el champú y los jabones, ya que implican fórmulas que deben seguir. De igual forma actualmente se usan algunas herramientas para trabajar la miel como extractores, velos, guantes, caretas, overol, cubetas, espátula, pero no son herramientas sofisticadas por lo que en realidad se han mantenido los ST en la obtención de la miel. Anteriormente gracias a los ST aprendidos, colocaban las abejas en zonas abiertas donde existieran árboles de copalquahuitl, pochote, uña de gato y la palma, que tienen muchas flores y son su alimento. Lamentablemente los cambios en el clima y el uso de agroquímicos en los campos de cultivo cercanos les han afectado y se han visto en la necesidad de mover las colmenas a zonas donde tal vez no hay muchos árboles o espacio abierto, pero al menos están alejadas de los químicos. Considerando esto, sus ST se han ido adaptando al contexto que se les va presentando, pero siempre han mantenido una producción natural de la miel.

ST para la preservación de aspectos culturales

En el caso de Mexcaltepec II, gracias a sus ST tienen la certeza que la tila, que llevan cultivando por varias generaciones, cuenta con propiedades benéficas para las personas, ya que ayuda a la relajación, combatir el insomnio, disminuir los cólicos, esto al tomarse como té, de hecho, se puede beber como agua del día. Incluso los abuelos les enseñaron que es

my bueno para disminuir la tos cuando se irrita la garganta, siempre que se prepare con flor de compasúchil, ajo, canela y toronjil, mezcla que se toma como té en la noche, además contribuye a despejar las vías respiratorias; incluso era considerado por los abuelos como un remedio santo. Todo esto forma parte de la cultura de la localidad en cuanto a los beneficios de esta planta.

Por su parte en Acatlán dentro del proceso para obtener el mezcal artesanal, los ST que se conservan determinan que producirlo de esa forma representa un gran sacrificio del maguey, al considerarse un ser vivo, así, luego de molerlo y fermentarlo, el mezcal renace con otra forma. Justo este aspecto explica por qué se tiene la creencia de que el mezcal no es una bebida para emborracharse sino para convivir, pues simbólicamente representa un proceso para dar vida a un ser diferente al que se sacrifica. De la mano con esto, los ST dictan que el mezcal no solo está para obtener dinero, sino que cumple una función más relevante, ayudar a la convivencia de las personas, a crear vínculos y amistades sin importar condición social o económica, por eso nunca puede faltar en los festejos familiares y comunales de la región. De hecho mientras se trabaja en la destiladora comunitaria, se agradece a las deidades de la región y la naturaleza por permitirles obtener el mezcal, cabe aclarar que como tal esto no es una ceremonia, sino un pensamiento interior de cada persona que forma parte de sus ST. Lo anterior se confirma con uno de los trabajadores de la destiladora quien comparte que todo lo que sabe de la producción del mezcal son ST aprendidos de sus abuelos, por lo que su familia lleva tres generaciones realizando la preparación, es decir, más de 50 años, lo que se traduce en la preservación de un elemento cultural muy importante de la comunidad.

En las comunidades de Lodo Grande y Zitlala, donde se obtiene la miel artesanal y productos derivados, destaca que parte de sus ST establecen que los ancestros enseñaron a hijos y nietos que las abejas son espíritus de los antepasados, ya que esos seres tan pequeños crean una gran cantidad de miel, sin descansar, entonces el componente místico dentro de la apicultura es muy importante. De esto se deriva que la cera de abeja y su miel en muchos de los pueblos de la región, al menos hasta hace unos años era muy usada para hacer ofrendas los días 31 de octubre y 1 de noviembre, justamente porque ambos son productos generados completamente por la naturaleza, con la combinación del sol, agua, viento, lo que se entrelaza con aspectos religiosos de cada comunidad. Así, la apicultura además de una actividad comercial es muy importante por su relevancia cultural, por ello es necesario que haya concientización al respecto pues la ignorancia provoca que las personas envenenen a las abejas, lo que contribuye a su

desaparición, que de suceder, además de impactar la esfera cultural, traería consecuencias graves a nivel ecosistema de la región, al no polinizar las plantas, pues ellas regulan algunos aspectos de la naturaleza.

Pantitlán también aporta en el aspecto cultural ya que en la localidad se producen gran variedad de artesanías de palma como canastos para pan, petates de diferentes tamaños y diseños, abanicos, escobetas, tanates, manteles, lo que permite pensar que la variedad de productos es bastante amplia en dicha comunidad ya que la mayor parte de los habitantes (adultos de mediana edad o tercera edad) aún las tejen. Las artesanías de palma como han establecido los ST de la comunidad, son muy relevantes ya que son utilizadas en las fiestas más importantes de la localidad, por lo que tienen un valor cultural y utilitario de peso. Por ejemplo, los petates se ven mucho en las celebraciones porque se usan para colocar comida, descansar en ellos o incluso dormir, los tanates para transportar las botellas con mezcal, los canastos para llevar pan u otros alimentos, los abanicos para atenuar el calor o avivar el fuego para cocinar. Pero de igual manera tienen un gran valor en eventos sociales más pequeños, como cumpleaños, graduaciones o festejos entre amistades. Por lo tanto, las artesanías de palma son parte fundamental de la cultura en Pantitlán.

Pérdida de ST en la región

Con base en lo expuesto, es posible afirmar que los integrantes de la Red SAPIGRO desde antes de formar parte del grupo, ya tenían y mantienen un gran compromiso con preservar los ST que forman parte de sus procesos productivos, no solo por su relevancia cultural sino también por los beneficios que ese tipo de ST ofrecen en cuanto a la obtención de alimentos saludables, regionales y además respetuosos de la naturaleza. Con la formalización de la red, ese compromiso se ha fortalecido al punto que en cada espacio donde se presentan para comercializar o intercambiar, buscan compartir algo de esos ST con las personas, con el objetivo de que poco a poco en sus comunidades y la región, puedan revalorizarse, difundirse, para en última instancia preservarse. Lo anterior es de suma relevancia pues todos los integrantes de la red entrevistados coinciden en un punto, se están perdiendo muchos ST en la entidad debido a la falta de interés de las nuevas generaciones en ellos, pero también de personas adultas y autoridades.

Por ejemplo, en Acatlán ya no hay interés de los jóvenes por aprender los ST para obtener el mezcal artesanal, de hecho, la mayoría de los adultos de la localidad tampoco lo ven como una labor que valga la pena continuar por que no consideran les ofrezca muchos ingresos económicos, todo ello a pesar de su importancia y legado cultural. En Oxtoyahualco la agricultura

basada en ST, alejada del uso de agroquímicos como los herbicidas (uno de los más conocidos es el glifosato), fungicidas o insecticidas, es practicada por pocas personas pues muchos consideran más fácil usarlos para obtener mayor producción en aras de obtener ingresos para sus familias. De hecho, varios programas gubernamentales en años anteriores entregaban de forma gratuita agroquímicos, lo que terminó por incentivar su uso y de manera indirecta, desvalorizar los ST relativos al trabajo de las tierras de manera orgánica. Pantitlán, aunque conserva los ST relativos a la creación de artesanías de palma a través de los adultos y adultos mayores de la comunidad que aún las tejen, empieza a enfrentar una problemática importante; los jóvenes no quieren aprender esos saberes esencialmente debido a dos factores; el primero es la amplia oferta de artesanías de palma que hay en la región que deriva en poca venta o su compra a precios muy bajos. El segundo, es la necesidad de generar ingresos para el sustento en casa, los jóvenes saben que vender palma difícilmente permite ganar suficiente dinero para el sustento diario, por lo que optan por trabajar en el campo u otras actividades, pero fuera de la comunidad o el estado, con el objetivo de ganar más para sus familiares.

En Lodo Grande y Zitlala, los ST sobre la apicultura se han diluido a tal punto que la producción de miel en ambas comunidades es un trabajo realizado por muy pocas personas, con nulo interés de parte de jóvenes y adultos por aprender esos saberes para conservarlos, lo que se debe en gran medida a que los cambios climáticos en la región (donde el uso de agroquímicos en los campos ha contribuido ampliamente) han provocado que la población de abejas disminuya cada año, haciendo mucho más complicada la labor y por ende, la obtención de miel para intercambiar o comercializar, eso se traduce en escasos ingresos por lo que se opta por realizar otras actividades productivas. Algo similar acontece en Mexcaltepec II, ya que, si bien los ST son utilizados por una familia con bastantes integrantes, se reconoce que la mayoría de los campesinos de la comunidad ante el complicado contexto que enfrentan (problemas de accesibilidad, cambios climáticos, pobreza), prefieren apoyarse en el uso de agroquímicos para garantizar la cosecha, sin considerar las consecuencias negativas a futuro, lo que está dando como resultado dejar de lado parte de los ST.

Así, el caso de los ST en productos de la Red SAPIGRO, refleja una realidad que lamentablemente no es nueva en el país, la pérdida de conocimientos tradicionales (Cano et al., 2016; López et al., 2020; Ríos-Cortés et al., 2023), en especial en comunidades donde habitan personas indígenas, siendo pocas las que tienen la oportunidad de luchar por mantener vigentes los saberes heredados por los antepasados, los cuales

tienen el potencial de beneficiar a muchos al ofrecer alimentos saludables para la población, al mismo tiempo que se valora y preserva la herencia cultural de los ancestros. Desafortunadamente, el contexto en la región parece ser el principal incentivo para la pérdida de los ST, uno donde son recurrentes las dificultades económicas de los campesinos, derivando en el predominio de una lógica donde es imperativo cosechar lo más rápido posible usando agroquímicos, pues de lo contrario no se vende y eso conlleva no tener dinero para subsistir. Aunado a esto, impera una dinámica de vida “moderna” donde los avances tecnológicos desplazan a los conocimientos que no sean científicos por considerarlos poco o nada útiles al no estar documentados y comprobados por la ciencia. Además, el estado de Guerrero desde hace varios años enfrenta problemas de violencia por la presencia de grupos delictivos organizados, lo que también ha tenido impacto negativo en las comunidades de diversas formas, principalmente en cuanto a limitar el acceso a mayores lugares para comercializar e intercambiar alimentos y otros productos locales.

En síntesis, la Red SAPIGRO, aunque no se creó pensando en la difusión de los ST que poseen, actualmente intenta compartir parte de esos saberes en espacios de intercambio y venta donde asiste, lo cual en última instancia es una labor que puede contribuir en alguna medida a preservarlos, por esa razón, al menos indirectamente este grupo de productores están contribuyendo a combatir la pérdida de ST en la entidad, lo que se considera otorga un mayor valor a la existencia de la Red SAPIGRO. Si bien este es un esfuerzo que merece reconocimiento, realmente se necesita apoyo de más actores para que exista un rescate amplio de ST de las pequeñas comunidades del país, sobre todo en aquellas donde aún existen habitantes de pueblos originarios, ya que es ahí, donde mayor riqueza se encuentra y por lo mismo, donde desafortunadamente mayores saberes se están olvidando.

CONCLUSIONES

Considerando lo expuesto, es posible decir que la investigación realizada ha logrado cumplir su objetivo de identificar ST relacionados con la obtención productos ofrecidos por una red de comunidades campesinas indígenas, los cuales como se expuso no solo representan alternativas alimentarias saludables, sino un esfuerzo para la preservación de aspectos agrícolas, culturales, ambientales y alimentarios importantes. Es pertinente agregar que es imperativo apoyar con mayor énfasis la revaloración y sobre todo preservación de los ST que existen especialmente en comunidades con población indígena, pues son en ellas donde dichos saberes en el

pasado eran vastos y donde la pérdida es mayor cada año. Se requieren acciones puntuales para contribuir a ese rescate, generar más programas de gobierno enfocados específicamente en documentar y difundir esos ST, estudios por parte de investigadores de diversas instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana, y demás universidades estatales quienes con su experiencia y recursos pueden aportar de igual manera en documentar e incentivar su utilización en más contextos. Aunado a esto es adecuado generar políticas que permitan reconocer y revalorizar ese cúmulo de conocimientos ancestrales, los cuales son afinados durante largos procesos de aprendizaje y puestos en marcha bajo un determinado entorno o contexto, permitiendo la reproducción social de esos grupos sociales y sus aspectos culturales. De igual forma las empresas de cualquier tamaño podrían ser partícipes a través de acciones conjuntas con apoyo de gobierno, en las cuales se pudieran difundir ST que previamente se hayan logrado documentar y ofrezca alternativas de producción o consumo sostenibles.

Para cerrar, se considera sumamente relevante atender la problemática de la pérdida de ST, pues no intentar siquiera un rescate de estos, tarde o temprano, como ya evidencia la presente investigación y otras que se han hecho, la consecuencia final será su completa desaparición, privando por un lado a las generaciones futuras de una amplia herencia cultural, gastronómica, ecológica, mística, social, etc. Por el otro, disminuyendo alternativas de producción y consumo que bien pueden aportar mucho en el combate de problemas nacionales como la mala alimentación, la proliferación de comida ultra procesada dañina para la salud, la destrucción de ecosistemas y especies, o la explotación excesiva de recursos no renovables. Por último, a la par de acciones concretas para el rescate de ST, se considera necesario complementar a través de la realización de más investigaciones que puedan identificar y difundir ST a un mayor número de personas en aras de su preservación, pues además de documentar esos saberes para mantenerlos “vivos” se requiere incentivar su uso en más contextos, sobre todo en localidades urbanas de ser posible.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, L. y Barreto, G. (2010). El arte de investigar el arte. Editorial Oriente. <https://tremendolibros.com/libro/el-arte-de-investigar-el-arte>
- Álvarez, L. y Ramos, J. (2003). Circunvalar el arte. La investigación cualitativa sobre la cultura y el arte. Editorial Oriente. <https://searchworks.stanford.edu/view/12698872>

- Ángeles-Tovar, L.C., Escamilla-García, P.E. y Díaz-Fragoso, O. (2024). Los conocimientos tradicionales. Una caracterización basada en casos concretos. *Revista de El Colegio de San Luis*, 14(25), 1-37. <https://doi.org/10.21696/rcls142520241603>
- Barbera, N. e Iniciarte, A. (2012). Fenomenología y hermenéutica: dos perspectivas para estudiar las ciencias sociales y humanas. *Multiciencias*, 12(2), 199-205. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/articloe/view/16900>
- Camacho Villa, T.C., Martínez-Cruz, T.E., Ramírez-López, A., Hoil-Tzuc, M. y Terán-Contreras, S. (2021). Mayan Traditional Knowledge on Weather Forecasting: Who Contributes to Whom in Coping With Climate Change? *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.618453>
- Cano, M., De la Tejera, B., Casas, A., Salazar, L. y García-Barrios, R. (2016). Conocimientos tradicionales y prácticas de manejo del huerto familiar en dos comunidades tlahuicas del estado de México, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 25, 81-94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5571696>
- Chárriez, M. (2012). Historias de vida: Una metodología de investigación cualitativa. *Revista Griot*, 6(1), 50-67. https://www.uv.mx/psicologia/files/2017/12/historias_de_vida_una_metodologia_de_investigacion_cualitativa.pdf
- De la Cruz, R., Muyuy, G., Viteri, A., Flores, G., Humpire, J., Mirabal, J. y Guimaraez, R. (2005). Elementos para la protección sui generis de los conocimientos tradicionales colectivos e integrales desde la perspectiva indígena. Corporación Andina de Fomento, Secretaría General de la Comunidad Andina. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/664>
- Fourmile, H. (2019). Emerging trends in the generation, transmission and protection of Traditional Knowledge. *Indigenous Policy Journal*, 30(1), 1-15. <https://indigenouspolicy.org/index.php/ipj/article/view/748>
- Fredriksson, M. (2022) Balancing community rights and national interests in international protection of traditional knowledge: a study of India's Traditional Knowledge Digital Library. *Third World Quarterly*, 43:2, 352-370. <https://doi.org/10.1080/01436597.2021.2019009>
- Gruberg, H., Dessenin, J., D'Haese, M., Alba, E. y Benavides, J.P. (2022). Eroding Traditional Ecological Knowledge. A case study in

- Bolivia. *Human Ecology*, 50(6), 1047-1062. <https://doi.org/10.1007/s10745-022-00375-9>
- Guadarrama, V.H., Pedraza, E.M. y Valerio, M.A. (2022). Importancia y uso del conocimiento tradicional: la medicina tradicional de la Sierra Oriental de Hidalgo. *Boletín Científico INVESTIGIUM de la Escuela Superior de Tizayuca*, 8 (núm. especial), 43-50. <https://doi.org/10.29057/est.v8iespecial.10010>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020a). Marco geoestadístico. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020b). Censo de población y vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Khiri, M. (2022). Sauvegarde et transmission des savoir-faire locaux Le cas de Ghéris El Ouloui – Goulmima – (Maroc). *Revue Langues, Cultures et Sociétés*, 8, (1), 59-72. <https://scholar.archive.org/work/femnagsd5bclgrqxxduqz3tq>
- Lomsky-Feder, E. (1995). The meaning of war through veterans' eyes: a phenomenological analysis of life stories. *International Sociology*, 10(4), 463-482. <https://doi.org/10.1177/026858095010004007>
- López, A., Pérez, J., Jiménez, M., Ojeda, E., Delgadillo, J., y Hernández, F. (2020). Conocimiento tradicional de hongos de importancia biocultural en siete comunidades de la región chinanteca del estado de Oaxaca, México. *SCIENTIA FUNGORUM*, 50, 1-13. <https://www.scielo.org.mx/pdf/sf/v50/2594-1321-sf-50-e1280.pdf>
- Lucca, N. y Berríos, R. (2003) Investigación cualitativa en educación y ciencias sociales. Publicaciones Puertorriqueñas. <https://search.worldcat.org/es/title/investigacion-cualitativa-en-educacion-y-ciencias-sociales/oclc/970472058>
- Macías, R. (2020). Historia de vida. Reflexiones teóricas y metodológicas desde la práctica en la maestría en desarrollo cultural comunitario. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 11(3), 185-205. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7692398>
- Martínez, A. y Lozano, D. (2023). Dieta tradicional saludable para México en el contexto de los Objetivos del Desarrollo Sostenible. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(61), 1-22. <https://doi.org/10.24836/es.v33i61.1293>
- Organización de las Naciones Unidas (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. Consultado el 5 de julio de 2025. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (2019). The United Nations Permanent Forum on Indigenous Issues. Consultado el 4 de junio de 2025. <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp->

- content/uploads/sites/19/2019/04/Spanish-Traditional-Knowledge-background-FINAL_ES.pdf
- Paneque-Gálvez, J., Pérez-Llorente, I., Luz, A.C., Guèze, M., Mas, J.F., Macía, M.j., Orta-Martínez, M. y Reyes-García, V. (2018). High overlap between traditional ecological knowledge and forest conservation found in the Bolivian Amazon. *Ambio*, 47(8), 908-923. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1040-0>
- Pérez, J., Nieto, J. y Santamaría, J. (2019). La hermenéutica y la fenomenología en la investigación en ciencias humanas y sociales. *Civilizar: Ciencias Sociales y Humanas*, 19(37), 21-30. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2019.2/a09>
- Popolo Del, F. (2017). Los pueblos indígenas en América (Abya Yala). Desafíos para la igualdad en la diversidad. Santiago: CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43187-pueblos-indigenas-america-abya-yala-desafios-la-igualdad-la-diversidad>
- Real Academia Española (2025). Diccionario de la Lengua española. Consultado el 20 de octubre de 2025. <https://dle.rae.es/saber?m=form>
<https://dle.rae.es/conocer?m=form#sinonimosAMmujSR>
- Ríos-Cortés, A.M., Ocampo-Fletes, I., Díaz-Ruiz, R., González-Cortázar, M., Rosas-Morales, M. y López, P.A. (2023). Conocimiento tradicional sobre *Bacopa procumbens* (Mill.) Small en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(61), 1-25. <https://doi.org/10.24836/es.v33i61.1291>
- Sangral, M. y Kimar, S. (2023). Relevance of Indian traditional knowledge for Sustainable Development. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 10(3), 838-341. <https://ijrar.org/papers/IJRAR23C2216.pdf>
- Santiago-Hernández, M., Fajardo-Franco, M.L., Aguilar-Tlatelpa, M. y Molina-Mendoza, P. (2023). Conocimiento tradicional sobre el uso y conservación del tequelite chico en Chipahuatlan, Olintla, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 20(3), 320-331. <https://doi.org/10.22231/asyd.v20i3.1527>
- Thennakoon, S., y Gamachchige, R.N. (2020). Traditional knowledge used in soil taxonomy and identifying degradation: A case study in Knuckles Range, Sri Lanka. *Vidyodaya Journal of Humanities and Social Sciences*, 5(2), 106-129. <https://doi.org/10.31357/fhss/vjhss.v05i02.07>
- UNESCO (2005). International Workshop on Traditional Knowledge. Department of Economic and Social Affairs. Consultado el 1 de Agosto de 2025.

https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/workshop_TK_UNESCO.pdf#:~:text=Traditional%20knowledge%20%28knowl edge%20and%20practices%20concerning%20nature%20and,for %20the%20Safeguarding%20of%20the%20Intangible%20Cultur al%20Heritage.

Valladares, L. y Olivé, L. (2015). ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Cultura y Representaciones Sociales*, 10(19), 61-101. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102015000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Yadav, S. (2024). Protection of Traditional Knowledge. *International Journal of Novel Research and Development*, 9(6), 648-659. <https://www.ijnrd.org/papers/IJNRD2406062.pdf>

SÍNTESIS CURRICULAR

Luis Canek Ángeles-Tovar

Licenciado en Administración, Maestro y Doctor en Estudios Organizacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana. Con experiencia en actividades administrativas y académicas. Realizó una estancia de investigación en la Universidad Paris-Dauphine en París, Francia. Ha generado trabajos de investigación reflejados en capítulos de libros y artículos de investigación para diversas revistas evaluadas por pares y ha participado en varios congresos internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores como Candidato. Actualmente realiza una estancia postdoctoral en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas del Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: canekangeles@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4145-1134>

Gibrán Rivera-González

Realizó un Doctorado en Estudios de Información, en la Escuela de Estudios de Información en la Universidad de Sheffield, Reino Unido. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores Nivel 1. Ha publicado artículos en revistas JCR entre las que destacan el *Journal of Computer-Mediated Communication* y el *Journal of Documentation*. Ha dirigido diversas tesis de maestría y doctorado. En 2020 recibió el Premio a la Investigación 2020 del Instituto Politécnico Nacional en el área de Ciencias Sociales y Humanidades. Sus principales líneas de investigación son: política e innovación social,

gestión de la innovación y desarrollo tecnológico, así como administración del conocimiento e innovación organizacional. Correo electrónico: griverag@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2805-5524>

Pablo Emilio Escamilla-García

Licenciado en Administración Industrial y Maestro en Ciencias en Administración por la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas del Instituto Politécnico Nacional (UPIICSA-IPN). Obtuvo el grado de Doctor en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Manchester en Reino Unido. Se ha desempeñado como profesor investigador en diferentes unidades académicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) a nivel medio superior, superior y posgrado, actualmente es docente de tiempo completo en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas del IPN. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores Nivel 1. Correo electrónico: peescamilla@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6704-521X>

Pueblos originarios y restauración ecológica en las tierras altas de la Chinantla, Oaxaca

Indigenous peoples and ecological restoration in the highlands of Chinantla, Oaxaca

Humberto **Ortega-Villaseñor**¹, Álvaro Felipe **Ortega-González**², Judith **López-Aceves**³

Resumen

Este artículo analiza la relación entre pueblos originarios, biodiversidad y ecología de la restauración, con énfasis en las tierras altas de la Chinantla, Oaxaca, México. A partir de una investigación documental, se articulan tres escalas de análisis: el ámbito internacional, donde se han transformado los marcos normativos sobre derechos indígenas y control territorial; el contexto nacional, marcado por políticas neoliberales, reformas constitucionales y compromisos ambientales multilaterales; y el plano regional, ejemplificado por las prácticas de conservación comunitaria en Oaxaca y, en particular, por la experiencia chinanteca en las tierras altas.

El estudio se sustenta en literatura especializada referente a la temática expuesta, así como en trabajos que documentan áreas conservadas por comunidades indígenas y programas recientes de restauración ecológica. Los resultados muestran, por un lado, que los

pueblos originarios han contribuido a la creación de instrumentos internacionales y nacionales que reconocen sus derechos colectivos y la centralidad de sus territorios para la conservación biocultural; por otro, evidencian que las comunidades chinantecas han mantenido niveles destacados de conservación forestal y diversidad biológica mediante formas propias de organización y una fuerte vinculación cultural con el territorio.

Se argumenta que esta “reserva epistémica” constituye un insumo clave para replantear la ecología de la restauración desde un paradigma biocultural que articule conocimiento científico y saberes indígenas en contextos de crisis socioambiental.

Palabras clave: pueblos originarios, ecología de la restauración, biodiversidad, epistemología, Chinantla, Oaxaca

Abstract

¹ Universidad de Guadalajara

² Universidad de Guadalajara

³ Universidad de Guadalajara

Recibido: 23 de noviembre de 2025

Aceptado: 30 de enero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(1): 187-204

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.08.0

This article analyzes the relationship between Indigenous peoples, biodiversity, and restoration ecology, with an emphasis on the highlands of the Chinantla region in Oaxaca, Mexico. Based on documentary research, three analytical scales are articulated: the international sphere, where normative frameworks concerning Indigenous rights and territorial control have been transformed; the national context, shaped by neoliberal policies, constitutional reforms, and multilateral environmental commitments; and the regional scale, exemplified by community-based conservation practices in Oaxaca and, in particular, by the Chinanteca experience in the highlands.

The study draws on specialized literature related to the topic, as well as on works documenting areas conserved by Indigenous communities and recent ecological restoration programs. The

findings show, on the one hand, that Indigenous peoples have contributed to the creation of international and national instruments that recognize their collective rights and the central role of their territories in biocultural conservation; on the other hand, they demonstrate that Chinanteca communities have maintained notable levels of forest conservation and biological diversity through their own forms of organization and a strong cultural connection to the territory.

It is argued that this “epistemic reserve” constitutes a key input for rethinking restoration ecology from a biocultural paradigm that integrates scientific knowledge and Indigenous knowledges in contexts of socio-environmental crisis.

Keywords: Indigenous people, restoration ecology, biodiversity, epistemology, Chinantla region, Oaxaca, Mexico.

INTRODUCCIÓN

No es fácil aquilatar la trascendencia histórica de las aportaciones de los pueblos originarios en las últimas décadas, pese a una colonización inveterada que aún tensiona su relación con los Estados nacionales (Clech Lam, 2005). Desde la década de 1960, su acción colectiva ha transformado el panorama jurídico internacional con instrumentos como el Convenio 169 de la OIT y las declaraciones de la OEA y ONU sobre derechos indígenas, al tiempo que la crisis socioambiental impulsa la ecología de la restauración para recuperar ecosistemas degradados (López Barrera et al., 2017, p. 98; SER, 2004).

Este trabajo se sitúa en esa intersección entre territorialidad indígena y nuevos paradigmas ambientales, examinando la ecología de la restauración en las tierras altas de la Chinantla, Oaxaca, donde comunidades chinantecas enfrentan pobreza rural y degradación. Mediante un enfoque documental y ensayístico, analiza transformaciones normativas globales y nacionales, el contexto socioambiental mexicano y las prácticas bioculturales locales de conservación, organizándose en marco teórico, análisis contextual, estudio regional y discusión final.

La hipótesis central sostiene que la reserva epistémica chinanteca — forjada en siglos de manejo territorial y cosmovisiones bioculturales— ofrece un insumo vital para replantear la restauración ecológica, integrando saberes indígenas con conocimiento científico en un paradigma inclusivo y efectivo ante la crisis ambiental.

MÉTODOS Y TÉCNICAS INVESTIGATIVAS

La investigación es de carácter documental y ensayístico, orientada a integrar aportes teóricos y estudios de caso sobre pueblos originarios, biodiversidad y ecología de la restauración. En una primera fase se revisó literatura especializada sobre colonialismo, derechos indígenas y transformaciones del derecho internacional desde la década de 1960, incluyendo convenios y declaraciones multilaterales relevantes. Posteriormente se analizó la producción académica sobre la crisis de biodiversidad en México, el enfoque de socio-ecosistemas y el desarrollo de la ecología de la restauración como campo disciplinar, con énfasis en trabajos que documentan la relación entre comunidades indígenas y conservación de ecosistemas. Finalmente, se realizó un acercamiento específico a estudios sobre Oaxaca y la región chinanteca, considerando la caracterización biofísica de las tierras altas de la Chinantla, las formas de organización comunitaria, las experiencias de conservación y los instrumentos de gestión territorial impulsados por las comunidades locales.

El análisis se organizó a partir de una estrategia por escalas (global, nacional y regional) que permite identificar continuidades y tensiones entre marcos normativos, políticas públicas y prácticas comunitarias de conservación. Más que generar datos empíricos nuevos, el estudio propone una síntesis interpretativa que busca valorar el potencial de los saberes indígenas como insumo para la ecología de la restauración en contextos de alta diversidad biocultural.

MARCO TEÓRICO

Colonialismo, agencia indígena y reconfiguración jurídica

Los estudios contemporáneos sobre pueblos originarios coinciden en que las formas actuales de subordinación no se explican sin la larga duración de los proyectos coloniales y sus secuelas. Alain Gresh ha mostrado cómo las teorías evolucionistas y positivistas del siglo XIX ofrecieron un andamiaje ideológico para jerarquizar culturas y legitimar empresas “civilizadoras” en África y Oriente, al grado de considerar prescindible la preservación de ciertos pueblos frente a la expansión de las potencias europeas (Gresh, 2001). Maiva Clech Lam documenta, a su vez, que incluso en la segunda

mitad del siglo XX muchas políticas indigenistas latinoamericanas siguieron orientadas a la asimilación y a la negación de identidades indígenas con fines políticos, mientras ensalzaban al “indio” como símbolo monumental del pasado nacional (Clech Lam, 2005).

Sin embargo, dicha historia de dominación no ha impedido que los pueblos originarios desarrollen estrategias de persistencia y de intervención en escalas más amplias. Ken Coates subraya que su trayectoria global resulta de la interacción entre procesos externos de cambio y procesos internos que sostienen la continuidad cultural y territorial, mediante lenguas, sistemas legales propios e instituciones comunitarias (Coates, 2004). Juan Diego Castrillón Orrego señala que, hacia finales del siglo XX, los pueblos indígenas se convirtieron en actores del sistema internacional al posicionar sus reivindicaciones en nuevos espacios de decisión, lo que modificó la relación entre la dimensión nacional y la internacional (Castrillón Orrego, 2006).

Al mismo tiempo, autores como Mikel Berraondo advierten que la expansión del neoliberalismo y de las corporaciones transnacionales ha reforzado la tensión entre derechos comerciales —libre mercado, privatización, maximización de ganancias— y derechos humanos —vida, cultura, justicia, igualdad—, en un contexto donde estos nuevos actores no asumen responsabilidades equivalentes a las de los Estados (Berraondo, 2005). Paul Havemann añade que la globalización ha dejado tras de sí un legado de daños ambientales, pérdida de tierras y erosión de sistemas culturales, que puede describirse en términos de genocidio, lingicidio, epistemicidio y ecocidio (Havemann, 2016).

Vulnerabilidad ecológica, bioculturalidad y socio-ecosistemas

En este escenario global, México aparece como un caso paradigmático de vulnerabilidad ecológica en un país megadiverso. Fabiola López-Barrera, Cristina Martínez-Garza y Eliane Ceccon subrayan que México cuenta con una alta heterogeneidad ambiental que propicia una gran diversidad biológica y un capital natural considerable, situándolo entre las cinco primeras naciones con mayor riqueza biológica y cultural. Sin embargo, esta riqueza ha sufrido un deterioro alarmante por factores de cambio directos e indirectos y por la interacción entre ambos (Challenger, Dirzo, López, Mendoza y Lira Noriega, 2009; Domínguez et al., 2009; Sarukhán et al., 2015).

Ante este panorama desalentador, resulta pertinente indagar en la relación ancestral que muchos pueblos indígenas de México mantienen con sus recursos naturales. Ello lleva a pensar que la diversidad gnoseológica

podría nacer precisamente de la relación del ser humano con la naturaleza inscrita en la diversidad climática y morfológica del territorio. Las investigadoras brasileñas Aoki Inoue y Paula Franco Moreira sostienen que “la idea de muchas naturalezas y su implicación para los estudios de la política ambiental global” es plausible, en la medida en que “el conocimiento indígena descubre muchas formas de considerar la naturaleza y contribuye a reformular los estudios ambientales globales” (Inoue & Moreira, 2016, p. 1). De ahí que se insista en que vivimos en un planeta, pero en múltiples mundos, o en un “mundo de mundos”, para retomar la formulación de Ling y Onuf (Ling, 2014; Onuf, 2013).

Las prácticas tradicionales reflejan tanto el apego a la tierra como un arraigado sentido de responsabilidad hacia su preservación para las generaciones futuras, lo que sugiere que la bioculturalidad —la articulación entre diversidad biológica y diversidad cultural— constituye un eje indispensable para comprender los socio-ecosistemas donde habitan los pueblos originarios (FAO, 2009, p. 23; Havemann, 2016).

Ecología de la restauración y reserva epistémica indígena

En este contexto de vulnerabilidad ecológica y de búsqueda de nuevos paradigmas, la ecología de la restauración se ha configurado como un campo científico y práctico relevante. López-Barrera, Martínez-Garza y Ceccon señalan que esta “es una disciplina científica que, a partir de la teoría ecológica, desarrolla principios para guiar la práctica de la restauración de los ecosistemas” (López-Barrera et al., 2017, p. 98). En términos de la Society for Ecological Restoration, la restauración ecológica se define como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido (SER, 2004). Desde la conceptualización de Bradshaw (1987), este campo abrió una oportunidad única de experimentación para probar hipótesis sobre procesos de recuperación y resiliencia de la estructura y la función de los ecosistemas, al tiempo que se convirtió en pieza central de las políticas con las que países como México buscan cumplir compromisos internacionales en materia de biodiversidad y restauración de millones de hectáreas (López Barrera et al., 2017; Conabio, 2012, 2014).

No obstante, distintos autores advierten que los proyectos de restauración de gran escala son difíciles de evaluar para responsables y actores involucrados, en especial cuando sus resultados son recientes. Méndez-Toribio y colaboradores subrayan que, a pesar de su potencial, estos proyectos enfrentan desafíos importantes en diseño, implementación y monitoreo, y que su éxito depende en buena medida de la trama social e

institucional en la que se inserten (Méndez Toribio et al., 2021). En este punto, la literatura revisada coincide en que no basta con criterios técnicos; es necesario considerar los sistemas de conocimiento y los arreglos normativos locales que han garantizado históricamente la conservación de determinados territorios.

A través esta óptica, cobra relevancia la noción de reserva epistémica de los pueblos originarios. Bonfil Batalla ha mostrado que, pese a los intentos de negación y folclorización, persiste un “México profundo” sustentado en cosmovisiones, técnicas y saberes acumulados durante siglos de convivencia con territorios específicos (Bonfil Batalla, 1989). Havemann sugiere que, al reconocer a los poseedores de conocimientos tradicionales, sus derechos a la libre determinación y su sabiduría, se podría desarrollar un “nuevo paradigma biocultural” capaz de orientar la vida dentro de los límites ecológicos del planeta (Havemann, 2016, pp. 49-50). Arias, por su parte, recuerda que el pensamiento occidental tiende a las grandes generalizaciones abstractas que homogenizan las diferencias, mientras que “para los pensamientos indígenas, los matices son fundamentales, ya que articulan complejos heterogéneos que son similares entre sí, pero sin llegar a ser nunca idénticos. Ofrecen patrones que se asemejan” (Arias, 2020, p. 689).

Desde este marco conceptual, puede sostenerse que en ciertos contextos el conocimiento indígena se encuentra tan estrechamente vinculado a la biodiversidad que la mínima intervención externa se convierte en la acción de restauración más inteligente. Ello sugiere que la ecología de la restauración no debería ser entendida solo como un conjunto de técnicas aplicadas sobre ecosistemas degradados, sino como un campo que puede — y quizás debe— dialogar con esa reserva epistémica, incorporando los saberes y prácticas que los pueblos originarios han elaborado en cada mundo o entorno natural que han habitado durante largo tiempo. En estados como Oaxaca, donde se ha documentado una densa red de áreas de conservación comunitaria y una larga historia de manejo forestal indígena, esta articulación entre restauración ecológica y conocimiento tradicional adquiere una concreción especial, que el presente estudio explora a través del caso de las tierras altas de la Chinantla.

Oaxaca se ha convertido, en las últimas décadas, en un referente obligado cuando se habla de conservación comunitaria en contextos indígenas. Un estudio sobre áreas conservadas por pueblos y comunidades indígenas identificó, para 2009, 126 sitios de conservación comunitaria en la entidad, que cubrían 375.457 ha, es decir, alrededor de 14.5 % más superficie que la incluida en las Áreas Naturales Protegidas decretadas a

nivel federal en el estado (Martin et al., 2011, p. 250). Los autores describen a Oaxaca como un “fenómeno impresionante pero localizado”, en la medida en que confluyen allí la propiedad comunal de grandes extensiones de bosque, la protección constitucional y legal sobre estos territorios y una larga historia de resistencia activa o acomodación creativa frente a intervenciones externas, incluidas políticas neoliberales e iniciativas de conservación. En comparación con otros estados del país, la descentralización y los esfuerzos de democratización han fortalecido en Oaxaca el autogobierno de las comunidades indígenas, generando arreglos de gobernanza ambiental poco frecuentes a escala mundial (Martin et al., 2011, pp. 261-263).

DESARROLLO DE ARGUMENTOS Y RESULTADOS

Panorama global: pueblos originarios y reconfiguración del orden internacional

Frente a este panorama, la revisión realizada muestra que, a partir de la década de 1960, los pueblos originarios promovieron un giro de largo alcance al utilizar foros multilaterales como la Sociedad de Naciones primero y, más tarde, la ONU, para posicionar sus reivindicaciones históricas. Coates subraya que su historia global debe leerse como el resultado de la interacción entre presiones externas de cambio y procesos internos que preservan la continuidad cultural y territorial, mediante lenguas, sistemas legales e instituciones propias (Coates, 2004). En la misma línea, Castrillón Orrego sostiene que los pueblos indígenas se convirtieron en actores del sistema internacional, haciendo que este dejara de ser la mera proyección de los intereses de los Estados-nación y abriendo espacios inéditos para la interlocución directa (Castrillón Orrego, 2006).

La consecuencia de estas luchas se refleja en la transformación de la costumbre jurídica internacional. Clech Lam observa que hoy se configura un derecho más relacional, hecho de normas y reglas que fluyen como vasos comunicantes entre pueblos indígenas, Estados y organismos multilaterales, y que rebasa el repertorio clásico de tratados entre gobiernos (Clech Lam, 2004). El Convenio 169 de la OIT, la Declaración Americana de Derechos de los Pueblos Indígenas y la Declaración de la ONU sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas son expresión concreta de este cambio, al reconocer la territorialidad como condición sine qua non para la supervivencia física y cultural de los pueblos originarios y al abandonar, al menos en el plano normativo, las visiones abiertamente asimilacionistas.

En este cruce de procesos se sitúan los resultados globales más significativos para la ecología de la restauración. Por un lado, los

instrumentos multilaterales abren una ventana para que los proyectos de restauración ecológica tomen en cuenta los derechos territoriales y la autodeterminación de los pueblos originarios; por otro, la persistencia de lógicas extractivas y de desposesión limita severamente la posibilidad de que esos proyectos se diseñen y ejecuten en clave biocultural. La tensión entre normatividad progresista y prácticas económicas depredadoras se convierte así en un dato de fondo que debe considerarse al pensar la restauración ecológica en territorios indígenas.

Panorama nacional: crisis de biodiversidad, políticas ambientales y pueblos originarios en México

En este contexto se inscriben los principales cambios socio-jurídicos que se han producido en México en las últimas décadas. Primero, la reforma constitucional de 1992, que da lugar a una simple declaratoria sobre el reconocimiento de México como una nación pluricultural y multiétnica — reforma atribuible a la tendencia de la clase gobernante a trasladar ideas y esquemas que estaban en boga en esos momentos en el escenario internacional—. Luego, un cambio de mayor envergadura que da lugar a la reforma de los artículos 1º y 2º de la Constitución en el año 2001, como pinculo jurídico-formal de un movimiento indígena armado como el zapatismo, que se gesta en 1994 y que lucha por el reconocimiento de la especificidad cultural de los 68 pueblos indígenas de México, sus derechos colectivos, la libre determinación de sus decisiones y que pugna también por ideales nacionalistas e intereses contrarios a la cultura dominante.

Cambios estructurales cuya trascendencia buscaba precisamente preservar a futuro la riqueza y diversidad cultural del país, articulando un sistema jurídico integral en materia de derechos indígenas en México. Sistema que, a pesar de sus limitaciones y condicionamientos políticos, permitiría la recepción paulatina de normas internacionales suscritas por México en la materia y la convivencia armónica entre instituciones y normas del derecho positivo interno y los sistemas jurídicos de los pueblos indígenas originarios. Entre los factores directos se encuentra la conversión de hábitats naturales a otros usos de suelo y su consecuente fragmentación y degradación; para 1993 solo existía el 54% de la cobertura original de vegetación natural y, hacia 2002, esta se había reducido al 38% del territorio, de la cual alrededor del 50% se consideraba vegetación degradada (López Barrera et al., 2017, p. 98).

Pese a esos esfuerzos y logros alcanzados por los pueblos y comunidades indígenas de nuestro país en el plano formal, es indudable que muchos de ellos continúan enfrentando problemas y amenazas constantes en la esfera

de sus derechos, en el acceso a sus recursos y su cultura. El desprecio o abandono emblemático hacia ellos no cedió durante los regímenes neoliberales (de 1982 a 2018). Al contrario, los pueblos originarios están sujetos a una lógica de pobreza, despojo de recursos, falta de oportunidades y emigración aún más extrema que la sufrida por los segmentos más pobres de la población urbana del país, como resultado de la falta de crecimiento económico e intransigencias propias de la inversión extranjera y la globalización financiera.

Esta paradoja sigue siendo uno de los problemas más severos en México, un callejón sin salida que afecta directamente la estructura del Estado. Se trata de un Estado que perdió, en el periodo mencionado, no sólo su centralidad, sino que estaba al servicio de una minoría rapaz (nacional e internacional), lo que redundó en un riesgo constante para los pueblos indígenas, ya que cualquiera de sus derechos podía fácilmente ser conculcado en beneficio de los intereses privados nacionales o extranjeros encubiertos por la aureola de la globalización y el supuesto interés público.

En el plano cultural, como observa el investigador británico Paul Havemann (2016), ocurriría algo parecido:

La globalización también ha dejado un legado de otros problemas, como el daño ambiental, la pérdida de tierras y la falta de acceso a servicios básicos, que no solo han provocado problemas de salud y una menor esperanza de vida, sino que también han devastado sus complejos sistemas culturales. Para el año 2115, se estima que entre el 50% y el 90% de las 7.000 lenguas, en su mayoría indígenas, habrán desaparecido. Muchos codifican tradiciones únicas y conocimientos ambientales que pueden desaparecer con ellos. La pérdida de estos idiomas es evidencia de una constelación de procesos interconectados de matanza y destrucción infligidos a las comunidades indígenas durante siglos: violencia genocida (matanza de pueblos), lingüicidio (muerte de lenguas), epistemicidio (destrucción de sistemas de conocimiento), genocidio cultural (destrucción de culturas) y ecocidio (destrucción de ecosistemas) (p. 49).

Los efectos de estos elementos —íntimamente ligados entre sí— constituyen hoy en día una amenaza, una suerte de amonestación que bien pudiera derivar en daños irreversibles o permanentes si las cosas no cambian. Por un lado, continúa la sobreexplotación de los recursos naturales en el país, la contaminación de sus bosques y aguas, como parte de la

expansión del capitalismo neoliberal financiero en regiones específicas. Por otra parte, está la elevación de los índices de violencia e inseguridad emanados de la progresiva e imparable desigualdad (minorías por doquier cada vez más ricas frente a mayorías cada vez más decaídas).

En esta línea de pensamiento, no es difícil suponer que los pueblos indígenas de nuestro país hayan sido todo este tiempo los garantes de la biodiversidad en beneficio de todos nosotros. Máxime si los números porcentuales que reporta Havemann resultan todavía válidos para México:

"El 80% de la diversidad biológica del mundo se encuentra todavía en el 22% de la superficie terrestre mundial. Son espacios administrados por los pueblos indígenas, con modos de subsistencia, consumo y cuidado de la naturaleza basados en sus conocimientos tradicionales" (Havemann, 2016, p. 49).

Panorama regional: conservación comunitaria y restauración en Oaxaca y la Chinantla Alta

Dentro de este entramado, la región chinanteca de Oaxaca, y en particular sus tierras altas, destaca por conservar uno de los paisajes más ricos y complejos del trópico húmedo mexicano. De Teresa explica que la Chinantla es representativa de este clima geográfico, se localiza en las estribaciones de la Sierra de Juárez, se inscribe en la cuenca del río Papaloapan y se conforma por 14 municipios y 258 localidades con una superficie de 4,596 km² (De Teresa, 1999, p. 2). Su complejo marco fisiográfico genera fuertes gradientes altitudinales —de 100 a 3,000 msnm en trayectos cortos de 40 km— y climáticos, que van de templados en la sierra alta a cálidos subhúmedos en las planicies aluviales. Esta diversidad se traduce en comunidades vegetales de alta biodiversidad: 39% de selvas altas perennifolias en la Chinantla Alta, bosques mesófilos de montaña (7.65%), de pino-encino (6.39%), de lauráceas y formaciones raras como el "elfin forest" o bosque enano, además de constituir una de las cuencas hidrográficas más grandes del país (De Teresa, 1999, p. 3).

La literatura etnográfica aporta elementos cruciales para interpretar estos resultados. Núñez y Núñez muestran que, para la población chinanteca, "el agua es más que un recurso económico; es un elemento fundamental para comprender cómo la población chinanteca se percibe a sí misma en el mundo y en la historia" (2019, p. 140). Ríos, nacimientos y lagunas forman parte de una cosmovisión prehispánica en la que la naturaleza está habitada por entidades sagradas y sobrenaturales —peces gigantes, sirenas, la Llorona, la Matlacihua, chaneques, nahuales—, cuya

presencia puede leerse como un dispositivo discursivo de preservación de los recursos (Núñez y Núñez, 2019, p. 140). Aunque los cambios acelerados impulsados por el Estado desde mediados del siglo XX han reducido la visibilidad de estas narrativas en la producción cultural contemporánea, su persistencia sugiere una ontología relacional que refuerza prácticas de cuidado territorial.

Finalmente, los resultados destacan las iniciativas comunitarias como mecanismos efectivos de conservación. Las comunidades del Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI), ubicadas en las estribaciones de la Sierra Norte en las subcuencas de los ríos Usila y Valle Nacional, han desarrollado desde hace más de 15 años una serie de instrumentos de gestión territorial para proteger la vegetación de mesófilo de montaña y selvas altas perennifolias, promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales (Mondragón, s. f., p. 1).

Reserva epistémica y paradigma biocultural de la restauración

La articulación de las tres escalas permite identificar un patrón que atraviesa el análisis completo: los pueblos originarios no han sido meros objetos de la historia colonial y neoliberal, sino sujetos activos que han generado marcos jurídicos internacionales, resistido el despojo en el ámbito nacional y preservado socio-ecosistemas complejos mediante formas propias de organización y una vinculación profunda con sus territorios.

A ello se debe que la FAO haya advertido desde hace tiempo:

"Los pueblos indígenas son creadores, proveedores y conservadores de la diversidad cultural y biológica. [...] Los estudios demuestran que muchas de las áreas de mayor biodiversidad del planeta están habitadas por pueblos indígenas. [...] La interdependencia entre la extensión de las plantas y las especies animales y las prácticas de manejo de recursos de los pueblos indígenas demuestran la contribución indígena a la biodiversidad" (FAO, 2009, p. 23).

En discusión con la literatura revisada, estos resultados sugieren que la ecología de la restauración difícilmente podrá cumplir sus metas ambiciosas si no incorpora esta reserva epistémica como eje central. Los arreglos comunitarios de la Chinantla Alta, comparados con programas de ciclo corto como Sembrando Vida, muestran mayor consistencia temporal y espacial, lo que valida la idea de que la mínima intervención externa —acompañada del respeto a la territorialidad y a los sistemas normativos

indígenas— puede ser la acción de restauración más inteligente (De Teresa, 1999; Martin et al., 2011). Esta perspectiva coincide con evaluaciones que identifican dificultades estructurales en la implementación de grandes proyectos debido a problemas de diseño, monitoreo y participación comunitaria (Méndez Toribio et al., 2021).

Las afirmaciones que emergen de este análisis, directamente relacionadas con los objetivos planteados, son:

- Los pueblos originarios han contribuido a la creación de instrumentos internacionales y nacionales que reconocen sus derechos colectivos y la centralidad de sus territorios para la conservación biocultural.
- Las comunidades chinantecas han mantenido niveles destacados de conservación forestal y diversidad biológica mediante formas propias de organización y una fuerte vinculación cultural con el territorio.
- Esta “reserva epistémica” constituye un insumo clave para replantear la ecología de la restauración desde un paradigma biocultural que articule conocimiento científico y saberes indígenas en contextos de crisis socioambiental.

Estas conclusiones del análisis no pretenden exceder los alcances de un estudio documental, pero sí proponen una síntesis interpretativa que invita a considerar la experiencia chinanteca como emblema de posibilidades para políticas de restauración más inclusivas y efectivas.

CONSIDERACIONES FINALES

El examen panorámico que hemos intentado compendiar a lo largo de este estudio multidimensional nos ha traído varias enseñanzas significativas. Por una parte, que es posible cifrar e interrelacionar con objetividad las escalas de un problema a todas luces complejo: la lucha de los pueblos indígenas por salvaguardar su singularidad histórica y cultural a través del tiempo. Este desafío nos permitió ligar la situación crítica que han soportado los pueblos originarios del mundo con la situación específica de México y, en un plano más acotado, con los procesos de conservación y restauración comunitarios en las tierras altas de la Chinantla, Oaxaca.

La reserva epistémica indígena emerge como condición indispensable para replantear la ecología de la restauración desde un paradigma biocultural. Los saberes milenarios de pueblos como los chinantecos — codificados en cosmovisiones, prácticas de manejo territorial y arreglos de gobernanza comunitaria— han preservado socio-ecosistemas complejos sin

necesidad de estrategias de restauración innovadoras externas. En la Chinantla Alta, ese reducido número de seres humanos ha mantenido la mayor biodiversidad de su mundo, sin menoscabo de su riqueza y singularidad cultural.

¿Es viable aprovechar los conocimientos y la memoria histórica de los sesenta y ocho pueblos originarios que habitan México? Lo ocurrido en una escala tan ceñida como la Chinantla nos lleva a pensar que sí es posible, siempre y cuando estemos dispuestos como académicos a aprender y a valorar las diferencias humanísticas y culturales que, en términos gnoseológicos, poseen dichos pueblos. Como muestra Patrick Johansson Keraudren (2019, pp. 13-17), las epistemes indígenas del México profundo no coinciden con las del México imaginario o moderno: su percepción del espacio-tiempo no es lineal ni expansiva, sino cíclica; no hay disociación primaria entre sujeto y objeto; la verdad se vincula a una raíz natural; el corazón funge como procesador de ideas en diálogo con la razón; y la transmisión del conocimiento privilegia lo auditivo-táctil y la experiencia viva sobre la expresión escrita.

En esa perspectiva, es dable presumir que en otros pueblos aborígenes del orbe existen ingredientes sempiternos análogos: la articulación religiosa con la Tierra, sus elementos naturales y los modos de interactuar con sus leyes. No hay desviaciones, desgaste ni contradicciones en el plano real. Se cultiva una relación, una explicación y un equilibrio siempre acordes con las posibilidades del entorno y la supervivencia. Como señala Fernando Mondragón (s. f., p. 11):

"El ejemplo de las comunidades del Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta está basado en la participación activa de sus comuneros y forma parte de un proceso de fortalecimiento de instrumentos locales para asegurar el desarrollo desde la propia perspectiva de la comunidad [...]. Es necesario entender que una realidad de Oaxaca y de América Latina es que los bosques y selvas en buen estado de conservación se encuentran principalmente en zonas con población rural e indígena."

Pensar en esta vía para un mundo complejo y descentrado como el de occidente requerirá no sólo de un reconocimiento genuino, sino de capacidad asimilativa y de transformación individual y colectiva muy elevados. La naturaleza del hombre autóctono contemporáneo resulta inescapable de la naturaleza misma, y quizás no hay oposición entre el pasado remoto de una civilización como la mesoamericana, el presente

ignorado por falta de aceptación y el futuro que pareciera volver a expandirse para el reencuentro esperanzador con uno mismo.

Futuras líneas de investigación deberían evaluar el impacto a largo plazo de programas como Sembrando Vida en territorios indígenas, compararlos sistemáticamente con iniciativas comunitarias como el CORENCHI y explorar articulaciones concretas entre ecología de la restauración y ontologías indígenas en otras regiones bioculturalmente ricas de México. Solo así será posible transitar de compromisos internacionales a prácticas efectivas de restauración biocultural.

LITERATURA CITADA

- Aldrete, J. M. (2019, 19 de octubre). Programas rurales. Sembrando Vida. *La Jornada del Campo, suplemento informativo de La Jornada*.
<https://www.jornada.com.mx/2019/10/19/cam-reto.html>
- Arias, A. (2020). Reconfigurando mundos, combatiendo el pensamiento eurocéntrico: Los desafíos planteados por las narrativas indígenas del continente. *Revista Iberoamericana*, 86(272), 683–698.
- Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos. (2007). *Declaración Americana sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas* (AG/RES. 2294 [XXXVII-O/07]).
<https://www.oas.org/es/sla/docs/AG03738S13.pdf>
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2007). *Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas* (A/RES/61/295).
https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2018/11/UNDRIP_S_web.pdf
- Berraondo, M. (2005). Pueblos indígenas y recursos naturales bajo el sistema interamericano de derechos humanos: Entre la privatización y el ejercicio de los derechos humanos. *Revista Jurídica Jalisciense, Nueva Época*, 15(1), 271–272.
- Bonfil Batalla, G. (1989). *México profundo: Una civilización negada*. Grijalbo-CONACULTA.
- Briggs, J. P., & Peat, F. D. (2005). *A través del maravilloso espejo del universo*. Gedisa.
- Byung Chul Han. (2013). *La sociedad de la transparencia*. Herder.
- Castrillón Orrego, J. D. (2006). Introducción. En *Globalización y derechos indígenas: El caso de Colombia*. UNAM.
- Challenger, A., Dirso, R., Córdova, A., Lazos Chavero, E., Equihua, M., & Maass, M. (2018). Opportunities and obstacles to socioecosystem-based environmental policy in Mexico: Expert opinion at the

- science-policy interface. *Ecology and Society*, 23(2), Art. 31. <http://www.ecologyandsociety.org/vol23/iss2/art31/>
- Challenger, A., Dirzo, R., López Acosta, J. C., Mendoza, E., & Lira-Noriega, A. (2009). Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En J. Sarukhán (Ed.), *Capital natural de México* (Vol. II, pp. 37–73). CONABIO.
- Cleck Lam, M. (2004). Remembering the country of their birth: Indigenous peoples and territoriality. *Journal of International Affairs*, 57(2).
- Coates, K. S. (2004). *A global history of Indigenous peoples: Struggle and survival*. Palgrave Macmillan.
- Convenio sobre pueblos indígenas y tribales*, 1989 (núm. 169). (2007). Organización Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf
- Cotler, H., Manson, R., & Nava Martínez, J. D. (2020). *Evaluación de la focalización del Programa Sembrando Vida*. CentroGeo, INECOL & CONACYT.
- De Teresa, A. P. (1999). Población y recursos en la región chinanteca de Oaxaca. *Desacatos, Revista de Ciencias Sociales*, (1), 1–27.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009). *Indigenous and tribal peoples: Building on biological and cultural diversity for food and livelihood security*. FAO.
- Gresh, A. (2001, septiembre). Ante la Conferencia Mundial contra el Racismo, inventar una memoria común. *Le Monde Diplomatique*.
- Havemann, P. (2016). Lessons from Indigenous knowledge and culture: Learning to live in harmony with nature in an age of ecocide. En P. Grant (Ed.), *State of the world's minorities and Indigenous peoples* (pp. 46–58). Minority Rights Group International.
- Inoue, A., Yumie, C., & Franco Moreira, P. (2016). Many worlds, many nature(s), one planet: Indigenous knowledge in the Anthropocene. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 59(2), 1–19.
- Jackson, J. E., & Warren, K. B. (2005). Indigenous movements in Latin America 1992–2004: Controversies, ironies, new directions. *Annual Review of Anthropology*, 34, 549–573. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.34.081804.120529>
- Johansson Keraudren, P. (2019). Año 1 ácatl, “1 caña” (1519): Un encuentro de dos epistemes. *Arqueología Mexicana*, 27(159), 13–17.
- Ling, L. H. M. (2014). *The Dao of world politics: Towards a post-Westphalian worldist international relations*. Routledge.
- López Barrera, F., Martínez-Garza, C., & Ceccon, E. (2017). Ecología de la restauración en México: Estado actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 97–112.

- Mander, J. (1991). *In the absence of the sacred: The failure of technology and the survival of the Indian nations*. Sierra Club Books.
- Martin, G. J., Camacho Benavides, C. I., & Del Campo García, C. A. (2011). Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 22(2), 250–266.
- Méndez Toribio, M., Martínez-Garza, C., & Cecon, E. (2021). Challenges during the execution, results, and monitoring phases of ecological restoration: Learning from a country-wide assessment. *PLoS ONE*, 16(4), 1–21.
- Mondragón, F. (s. f.). La protección comunitaria de las cuencas de los ríos Perfume y Santiago; el aprovisionamiento y negociación para el cobro y pago de los servicios ambientales hidrológicos en comunidades del Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta, México. En *Mecanismos de compensación relacionando bosques con agua en Centroamérica y el Caribe de habla hispana* (pp. 1–12). FAO. <http://www.fao.org/forestry/19394-038a74a112bc428a881265d44c1ac6bfb.pdf>
- Nietschmann, B. (1987). Militarization and Indigenous peoples. *Cultural Survival Quarterly*, 20(3–4).
- Núñez y Núñez, M. (2019). El agua en la región de la Chinantla, México: Estudio comparativo de una cosmovisión chinanteca a partir de su tradición oral. *Boletín de Literatura Oral*, 9, 121–142.
- Onuf, N. G. (2013). *Making sense, making worlds: Constructivism in social theory and international relations*. Routledge.
- Organización de las Naciones Unidas, *Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas*. (1987). *Study of the problem of discrimination against Indigenous populations* (UN Doc. E/CN.4/Sub.2/1986/7/Add.4, Vol. V). <https://digitallibrary.un.org/record/133666>

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad de Guadalajara por su respaldo institucional al fortalecimiento de grupos de investigación interdisciplinarios que articulan la experiencia de profesores investigadores y alumnos becarios. Este acompañamiento ha permitido el desarrollo de investigaciones orientadas a la producción de conocimientos situados y socialmente relevantes, en diálogo crítico con los debates contemporáneos sobre interculturalidad, sustentabilidad y epistemologías del sur, y comprometidas con la visibilización y valoración de los saberes de los pueblos originarios

en contextos regionales como las tierras altas de la Chinantla, Oaxaca, México.

SÍNTESIS CURRICULAR

Humberto Ortega-Villaseñor

Profesor-investigador titular de la Universidad de Guadalajara desde 1989. Realizó estudios de Maestría en la Universidad de Londres y es Doctor en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sus líneas de investigación se inscriben en diversos campos de las humanidades, particularmente en filosofía, comunicación, arte, cultura y memoria histórica, áreas en las que imparte docencia en programas de licenciatura y posgrado. Es autor de ocho libros, así como de capítulos y artículos científicos publicados en revistas especializadas indexadas, nacionales e internacionales, además de trabajos de divulgación en medios de circulación nacional. Cuenta con Perfil PRODEP, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel II), de la Junta Académica del Doctorado en Humanidades, del Cuerpo Académico UDG-CA-238 y de diversas asociaciones y redes académicas internacionales. Actualmente es responsable de dos proyectos de investigación. Correo electrónico: huorvi@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3063-9182>.

Álvaro Felipe Ortega González

Candidato a Doctor en Arqueología por la Universidad de Leicester, Reino Unido. Realizó la Maestría en Historia y Arqueometría en un programa conjunto entre la Universidad de Évora (Portugal), La Sapienza (Roma, Italia) y la Universidad Aristóteles de Tesalónica (Grecia). Es Licenciado en Historia por la Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades. Sus intereses académicos se centran en la arqueología, la historia ambiental y el análisis interdisciplinario de los paisajes culturales. Correo electrónico: alvaro.mexico@hotmail.com ORCID: .

Judith López Aceves

Candidata a Doctora en Arqueología por la Universidad de Leicester, Reino Unido. Cursó la Maestría en Historia y Arqueometría en un programa internacional impartido por la Universidad de Évora (Portugal), La Sapienza (Roma, Italia) y la Universidad Aristóteles de Tesalónica (Grecia). Es Licenciada en Antropología por la Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades. Sus líneas de interés incluyen la arqueología, la antropología cultural y el estudio de las relaciones entre comunidades humanas, territorio y prácticas de manejo

ambiental. Correo electrónico: jmlopezaceves@gmail.com. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-6800-3967>.