



Ra Ximhai

Publicación semestral de Ciencias Sociales

Estudio de la percepción social sobre la exposición a plaguicidas en Sinaloa y el uso de plantas medicinales como alternativa tradicional para su tratamiento

Luis Omar Masías Ambríz; María del Carmen Martínez Valenzuela y Jesús Damián Cordero Ramírez

Estrategia de internacionalización para la exportación sustentable de hortalizas a Estados Unidos caso de estudio: Clúster Hortaliceros Unidos de Sinaloa A.C.

Sheila Suset Marañón Lizarraga; Cesar Arturo Palacios Valenzuela e Ivette Selene Marañón Lizarraga

Estrategias agroalimentarias sostenibles como respuesta al deterioro ambiental en el territorio de la Frailesca, Chiapas, México

Roséy Obet Ruiz González

Contribución de los sistemas acuapónicos en los objetivos del desarrollo sostenible y su relación con el COVID-19

David Valdez Martínez; Jorge Soto Alcalá y Pedro Hernández Sandoval

Habitabilidad y salud en espacios interiores de viviendas de interés social, mediante la percepción de sus habitantes

Paula María Guevara Fierro; María del Carmen Martínez Valenzuela y Gonzalo Bojórquez Morales

Identificación y caracterización de indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental en sistemas de producción agrícola en la zona del valle del municipio de Sinaloa

Dulcelina Cota Montes; Fernando Valenzuela Losoya y Paúl Adaid García López

Propuesta de plan de manejo integral de llantas usadas, generadas en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa

Marco Arturo Arciniega Galavíz; Jeován Alberto Ávila Díaz y Paola Quintero Ochoa

Contribución y crecimiento a la economía de México de la industria cárnica en el período 1993-2020

Georgel Mochtezuma López; Ramiro Pérez Miranda y Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo

Modelo de negocio inclusivo para Pymes en base a objetivos de RSE y la Agenda 2030, para el desarrollo sostenible

Elía Carmina Cota Montes y Blanca Mérida Juárez García

Empresas camaronícolas. Un análisis por tamaño a partir de la capacidad de absorción del conocimiento

José Crisóforo Carrasco Escalante; Juan Manuel Mendoza Guerrero y Francisco Guillermo Salcido Vega

La materia de desarrollo sustentable como factor de concientización ambiental en alumnos de licenciatura de la Unidad Académica de Negocios de la Universidad Autónoma De Sinaloa

Elizabeth Acosta Haro; Rosa Della Aguilar Carvajal y Nereyda Soto Medina

Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR) y su contribución al Objetivo de Desarrollo Sostenible Número 12 de la Agenda 2030

Marcelo Rojas Calvo; Claudia Concepción Olivas Olivo y Jesús Ramón Rodríguez Apodaca

Revista Científica Ra Ximhai

Ciencias Sociales

Vol. 19 Número 3 Especial enero-junio de 2023

Publicación de la Universidad Autónoma Indígena de México

Editora General

M. en C. Aminne Armenta Armenta

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

RA XIMHAI, Volumen 19, Núm. 3, Especial enero-junio 2023

Periodicidad: Semestral

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

Editor responsable: Dr. Pedro Antonio López de Haro. **Número de certificado de licitud de título y contenido:** En trámite. **Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo** No. 04-2026-042014104500-102 **ISSN:** 1665-0441 - otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Domicilio de publicación: Universidad Autónoma Indígena de México. Benito Juárez 39, C. P. 81890, Los Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa.

Imprenta: Astra Ediciones SA de CV, con dirección Av. Acueducto No. 829, Col. Santa Margarita, C.P. 45130, Zapopan, Jalisco, México. Teléfono: (0133) 38 34 82 36.

Distribuidor: Universidad Autónoma Indígena de México. Benito Juárez 39, C. P. 81890, Los Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa.

Responsable de la última actualización de este número: Dr. Pedro Antonio López de Haro. Director editorial.

Fecha de última modificación: 4 de junio de 2026. Esta obra está bajo una Licencia **Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**.



Ra Ximhai

COMITÉ CIENTÍFICO EXTERNO

Dra. Chantal Cramaussel Vallet

Colegio de Michoacán

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

Universidad de Guadalajara

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

COMITÉ EDITORIAL INTERNO

Dr. Ernesto Guerra García

Universidad Autónoma Indígena de México

Dra. María Guadalupe Ibarra Cecaña

Universidad Autónoma Indígena de México

Dr. Estuardo Lara Ponce

Universidad Autónoma Indígena de México

Dr. Celso Ortiz Marín

Universidad Autónoma Indígena de México

Dra. Elvia Nereyda Rodríguez Saucedá

Universidad Autónoma Indígena de México

Dra. Claudia Selene Castro Estrada

Universidad Autónoma Indígena de México

Dr. Francisco Antonio Romero Leyva

Universidad Autónoma Indígena de México

Dr. Pedro Antonio López De Haro

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. Olia Acuña Maldonado

Universidad Autónoma Indígena de México

Dr. Francisco Ricardo Ramírez Lugo

Universidad Autónoma Indígena de México

Dra. Elvira Martínez Salomón

Universidad Autónoma Indígena de México

Dra. Lizbeth Félix Miranda

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

M. en C. Aminne Armenta Armenta

Editora General

Universidad Autónoma Indígena de México

Ra Ximhai

Ciencias Sociales

Vol. 19 Número 3 Especial enero-junio 2023

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 19 NÚMERO 3 ESPECIAL
ENERO-JUNIO 2023**

La presente edición fue coordinada por el Dr. Jesús Ramón Rodríguez Apodaca, Dra. Claudia Selene Castro Estrada, Dra. Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo, Profesores Investigadores de la Universidad Autónoma Indígena de México y el Dr. Román Edén Parra Galaviz, Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

CONTENIDO

Vol. 19 Núm. 3 Especial enero-junio 2023
Ciencias Sociales

- 13** **Presentación**
Jesús Ramón Rodríguez Apodaca; Claudia Selene Castro Estrada;
Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo y Román Edén Parra Galaviz

ARTÍCULO CIENTÍFICO

- 15** **Estudio de la percepción social sobre la exposición a plaguicidas en Sinaloa y el uso de plantas medicinales como alternativa tradicional para su tratamiento**
Luis Masias Ambríz; María del Carmen Martínez Valenzuela y Jesús Damián Cordero Ramirez
- 39** **Estrategia de internacionalización para la exportación sustentable de hortalizas a Estados Unidos caso de estudio: Clúster Hortaliceros Unidos de Sinaloa A.C.**
Sheila Suset Marañon Lizarraga; Cesar Arturo Palacios Valenzuela e Ivette Selene Marañon Lizarraga
- 53** **Estrategias agroalimentarias sostenibles como respuesta al deterioro ambiental en el territorio de la Frailesca, Chiapas, México**
Rosey Obet Ruiz González
- 83** **Contribución de los sistemas acuapónicos en los objetivos del desarrollo sostenible y su relación con el COVID-19**
David Valdez Martínez; Jorge Soto Alcalá y Pedro Hernández Sandoval
- 105** **Habitabilidad y salud en espacios interiores de viviendas de interés social, mediante la percepción de sus habitantes**
Paula María Guevara Fierro; María del Carmen Martínez Valenzuela y Gonzalo Bojórquez Morales

- 129** **Identificación y caracterización de indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental en sistemas de producción agrícola en la zona del valle del municipio de Sinaloa**
Dulcelina Cota Montes; Fernando Valenzuela Losoya y Paúl Adaid García López
- 157** **Propuesta de plan de manejo integral de llantas usadas, generadas en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa**
Marco Arturo Arciniega Galaviz; Jeován Alberto Ávila Díaz y Paola Quintero Ochoa
- 183** **Contribución y crecimiento a la economía de México de la industria cárnica en el período 1993-2020**
Georgel Moctezuma López; Ramiro Pérez Miranda y Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo
- 201** **Modelo de negocio inclusivo para Pymes en base a objetivos de RSE y la Agenda 2030, para el desarrollo sostenible**
Elía Carmina Cota Montes y Blanca Mérida Juárez García
- 223** **Empresas camaronícolas. Un análisis por tamaño a partir de la capacidad de absorción del conocimiento**
José Crisóforo Carrazco Escalante; Juan Manuel Mendoza Guerrero y Francisco Guillermo Salcido Vega
- 249** **La materia de desarrollo sustentable como factor de concientización ambiental en alumnos de licenciatura de la Unidad Académica de Negocios de la Universidad Autónoma de Sinaloa**
Elizabeth Acosta Haro; Rosa Delia Aguilar Carvajal y Nereyda Soto Medina
- 273** **Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR) y su contribución al Objetivo de Desarrollo Sostenible Número 12 de la Agenda 2030**
Marcelo Rojas Calvo; Claudia Concepción Olivas Olivo y Jesús Ramón Rodríguez Apodaca

CONTENTS

Vol. 19 Num. 3 Special January-June 2023
Social Sciences

- 13** **Presentation**
Jesús Ramón Rodríguez Apodaca; Claudia Selene Castro Estrada;
Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo y Román Edén Parra Galaviz

SCIENTIFIC ARTICLE

- 15** **Study of social perception on exposure to pesticides in Sinaloa and the use of medicinal plants as a traditional alternative for their treatment**
Luis Masias Ambríz; María del Carmen Martínez Valenzuela y Jesús Damián Cordero Ramirez
- 39** **Internationalization strategy for the sustainable export of vegetables to The United States case study: Cluster Hortaliceros Unidos de Sinaloa A. C.**
Sheila Suset Marañón Lizarraga; Cesar Arturo Palacios Valenzuela e Ivette Selene Marañón Lizarraga
- 53** **Sustainable agri-food strategies as a response to environmental deterioration in the territory of La Frailesca, Chiapas, Mexico**
Rosey Obet Ruiz González
- 83** **Contribution of aquaponic systems to the sustainable development goals and their relationship with COVID-19**
David Valdez Martínez; Jorge Soto Alcalá y Pedro Hernández Sandoval
- 105** **Hability and health in interior spaces of dwellings of social interest, through the perception of its inhabitants**
Paula María Guevara Fierro; María del Carmen Martínez Valenzuela y Gonzalo Bojórquez Morales

- 129** **Identification and characterization of indicators to assess environmental sustainability in agricultural production systems in the valley area of the municipality of Sinaloa**
Dulcelina Cota Montes; Fernando Valenzuela Losoya y Paúl Adaid García López
- 157** **Proposal for a comprehensive management plan for used tires, generated in the city of Los Mochis, Sinaloa**
Marco Arturo Arciniega Galaviz; Jeován Alberto Ávila Díaz y Paola Quintero Ochoa
- 183** **Contribution and growth to the mexican economy of the meat industry in the period 1993-2020**
Georgel Moctezuma López; Ramiro Pérez Miranda y Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo
- 201** **Inclusive business model for Smes based on csr objectives and the 2030 Agenda, for sustainable development**
Elía Carmina Cota Montes y Blanca Mérida Juárez García
- 223** **Shrimp farming companies. An analysis by size based on knowledge absorption capacity**
José Crisóforo Carrazco Escalante; Juan Manuel Mendoza Guerrero y Francisco Guillermo Salcido Vega
- 249** **The subject of sustainable development as a factor of environmental awareness in undergraduate students which study at The Unidad Académica de Negocios from the Universidad Autónoma De Sinaloa**
Elizabeth Acosta Haro; Rosa Delia Aguilar Carvajal y Nereyda Soto Medina
- 273** **Comprehensive Waste Management Plan (CWMP) and its contribution to Sustainable Development Goal Number 12 of the 2030 Agenda**
Marcelo Rojas Calvo; Claudia Concepción Olivas Olivo y Jesús Ramón Rodríguez Apodaca

PRESENTACIÓN

La presente Edición Especial de la Revista Ra Ximhai la cual lleva por lema Retos de la Nueva Realidad en el Contexto Sostenible y medioambiental de la Agenda 2030, alineada a los Programas Nacionales Estratégicos y Agenda 2030, Planteamientos y posibles soluciones a problemas socioambientales y, además, apegada al ejercicio del Derecho humano a un medioambiente sano, ha compilado una serie de doce artículos revisados por pares ciegos académicos, algunos integrantes del Sistema Nacional de Investigadores.

Esta serie de trabajos que se exponen son el resultado de investigaciones multidisciplinarias del campo de la sostenibilidad que se trabajan en diferentes universidades e institutos de México, como la Universidad Autónoma de Occidente, el Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Universidad Autónoma de Sinaloa, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma Indígena de México.

Las contribuciones científicas, vienen a mostrar soluciones, alternativas o cambios en la forma de tratar los problemas socioambientales posterior al Covid-19, es decir ya en nuestra nueva realidad postpandemia, mostrando de diferentes aristas la realidad que hoy nos acompaña.

A su vez, esta edición especial viene a ser fruto de las temáticas que se investigan en los posgrados de Estudios para la Sostenibilidad y Medio Ambiente, Estudios Sociales y el Programa de Estancias Posdoctorales, reforzándose así, el grupo de trabajo del Cuerpo Académico “Biodiversidad y Estrategias Comunitarias de Desarrollo Sostenible” (UAIM-CA-13), perteneciente a la Universidad Autónoma Indígena de México.

Finalmente, la coordinación de esta Edición Especial estuvo a cargo de la Dra. Claudia Selene Castro Estrada, Dra. Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo; ambas de la Universidad Autónoma Indígena de México, el Dr. Román Edén Parra Galaviz de la Universidad Autónoma de Sinaloa y el Dr. Jesús Ramón Rodríguez Apodaca de la Universidad Autónoma Indígena de México.

Coordinadores

ESTUDIO DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE LA EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS EN SINALOA Y EL USO DE PLANTAS MEDICINALES COMO ALTERNATIVA TRADICIONAL PARA SU TRATAMIENTO

STUDY OF SOCIAL PERCEPTION ON EXPOSURE TO PESTICIDES IN SINALOA AND THE USE OF MEDICINAL PLANTS AS A TRADITIONAL ALTERNATIVE FOR THEIR TREATMENT

Luis **Masias-Ambriz**¹; Jesús Damián **Cordero-Ramírez**² y Carmen **Martínez-Valenzuela**³

Resumen

El estado de Sinaloa, es una región con actividad agrícola preponderante, constituye una zona expuesta a una amplia gama de plaguicidas que como efecto colateral pueden afectar al ambiente y la salud de las personas. Desde tiempo remotos se han utilizado alternativas principalmente de origen herbolario, particularmente los pueblos Mayo-Yoreme, han transmitido de generación en generación hasta nuestros días este tipo de costumbres. El presente estudio tuvo por finalidad conocer la percepción de comunidades sinaloenses acerca las afectaciones en su vida diaria derivadas de

malas prácticas agrícolas y sus posibles repercusiones en la salud, así como de la efectividad de las plantas medicinales y tratamientos empíricos ancestrales como auxiliares para el tratamiento de ciertas enfermedades y la preservación de estos conocimientos. Se realizó un cuestionario enfocado en aspectos como: pueblos originarios, exposición a plaguicidas y uso de plantas medicinales, el cual fue validado y aplicado a participantes procedentes de regiones norte y centro del estado de Sinaloa. Los resultados reportaron que las personas participantes mostraron cierta inconformidad con malas prácticas agrícolas tales como el abuso en la aplicación de plaguicidas, un

¹ Universidad Autónoma de Occidente, Doctorado en Sustentabilidad Unidad Regional Guasave. ORCID: 0000-0002-1680-7656

² Universidad Autónoma de Occidente, Doctorado en Sustentabilidad Unidad Regional Guasave. ORCID: 0000-0002-8755-4828

³ Universidad Autónoma de Occidente, Unidad de Investigación en Ambiente y Salud, Unidad Regional Los Mochis. camava9@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1784-9986

Recibido: 28 de febrero de 2023. Aceptado: 05 de mayo de 2023.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en *Ra Ximhai* 19(3): 15-37.

doi.org/10.35197/rx.19.03.2023.01.lm

amplio espectro de síntomas cuando se encuentran expuestos a este tipo de tóxicos, una buena percepción hacia los tratamientos naturales, y a pesar de que existe cierta desconfianza en estas alternativas, los participantes coincidieron en la necesidad de preservar este tipo de conocimientos empíricos y tradicionales. El presente estudio permitió obtener una perspectiva holística de la aceptación y disponibilidad social a alternativas tradicionales y avanzar hacia una "medicina sustentable"

Palabras clave: exposición a plaguicidas, alternativas naturales, sustentabilidad.

Abstract

The state of Sinaloa, a region with predominant agricultural activity, is an area exposed to a wide range of pesticides that as a side effect can affect the environment and the health of people. Since remote times have been used alternatives mainly of herbalist origin, particularly the Mayo-Yoreme peoples, have transmitted from generation to generation until today this type of customs. The purpose of this study was to understand the perception of Sinaloan communities about

the effects on their daily lives resulting from poor agricultural practices and their possible impact on health, as well as the effectiveness of medicinal plants and ancestral empirical treatments as auxiliaries for the treatment of certain diseases and the preservation of this knowledge. A questionnaire focused on aspects such as: indigenous peoples, pesticide exposure and the use of medicinal plants was validated and applied to participants from northern and central regions of the state of Sinaloa. The results reported that the participants showed some dissatisfaction with bad agricultural practices such as abuse in the application of pesticides, a wide spectrum of symptoms when exposed to this type of toxic, a good perception of natural treatments, and although there is some mistrust in these alternatives, participants agreed on the need to preserve this type of empirical and traditional knowledge. The present study allowed to obtain a holistic perspective of the acceptance and social availability to traditional alternatives and to move towards a "sustainable medicine"

Keywords: toxic exposure, natural alternatives, sustainability.

INTRODUCCIÓN

El uso excesivo de plaguicidas es un problema preponderante en regiones económicamente agrícolas, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, no obstante, su efecto de acción tóxica desarrollada en un principio para blancos biológicos selectivos se ha extendido al resto de organismos y elementos abióticos de los ecosistemas, lo que ha desencadenado contaminación de las diversas matrices ambientales (aire, agua, y suelo), así como afectaciones a la salud de personas directa o indirectamente expuestas (Butinof et al., 2017). Estos problemas han sido objeto de la atención mundial, misma que ha conllevado a que los países tomen acciones cada vez con mayor seriedad; esto derivado de la asociación entre factores ambientales y el incremento de enfermedades que afectan a poblaciones expuestas y por consiguiente incrementan el gasto público en medicamentos, esta asociación ha sido cada vez

más demostrada en estudios de monitoreo toxicológico y epidemiológico (Salcedo-Monsalve et al., 2012).

La contaminación ambiental vinculada con estos compuestos genera residuos que persisten no solo en las áreas de cultivo, sino que se propaga en el suelo, cuerpos de agua, biota y aire, alterando las cadenas tróficas de los ecosistemas, dicho problema puede derivarse de procesos como la bioacumulación, transporte, precipitación pluvial, escurrimientos, etc. Entre la amplia gama de compuestos plaguicidas existentes en el mercado, solamente un pequeño porcentaje han sido evaluados en poblaciones vulnerables (Leyva-Morales et al., 2014; García-Hernández et al., 2018; López-Martínez et al., 2018). Dicha evaluación ha sido llevada a cabo mediante diversos criterios propuestos en estudios realizados por Kovach et al., 1992; Guigón-López y González-González 2007; Leanch y Mundford 2008, entre otros. Estos modelos han tomado en cuenta factores como toxicidad en personas y animales domésticos, en organismos indicadores de contaminación, persistencia en el ambiente, impactos en el agua, insectos, en el paisaje natural, el costo económico de las externalidades asociadas a su uso excesivo, vida acuática, colmenas y otros elementos que permitieron a los autores establecer los conceptos de Cociente de Impacto Ambiental (CIA) y Contabilidad Ambiental de Plaguicidas (Jáquez-Matas et al., 2022).

En el sector salud, las intoxicaciones por plaguicidas se han convertido en un problema de escala global debido a que estos compuestos han sido asociados en las muertes de un rango entre 110,000 a 168,000 personas cada año, ocurriendo la mayoría de estas en comunidades rurales de países con desarrollo medio y bajo. Entre las formulaciones más asociadas a estas mortalidades se encuentran los plaguicidas del grupo organofosforado (Eddleston et al., 2022). Durante los últimos años se han incrementado las evidencias acerca de los riesgos a la salud de estas formulaciones, representando un punto de partida en la búsqueda de incrementar la seguridad durante su aplicación, estas acciones se han integrado en el Código Internacional de Conducta en el Manejo de Plaguicidas desarrollado por la Organización Internacional de la Salud (WHO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), siendo una de las principales medidas la introducción del término “Plaguicidas Altamente Peligrosos” para aquellas sustancias cuya toxicidad aguda ocasione daños severos o irreversibles a la salud (FAO, 2021; OMS, 2021).

Los Indicadores de toxicidad son los casos de fatalidad y severidad de las intoxicaciones asociadas a formulaciones, los cuales toman como punto de referencia criterios como la dosis, el tiempo entre la exposición, la acción toxicocinética y los efectos clínicos para establecer índices específicos de letalidad de plaguicidas y una clasificación sistemática de emergencias médicas (Moebus y Boedeker, 2021).

Un gran desafío lo representa la lejanía de centros de salud o atención médica de los campos agrícolas, lo cual dificulta la rápida atención ante emergencias relacionadas con intoxicaciones por plaguicidas ya que, en ocasiones no cuenta con intérpretes o traductores para personas de pueblos originarios, o los mismos empleadores dificultan una rápida atención de la emergencia al limitar permisos y obstaculizar los traslados (Red Nacional de Jornaleras y Jornaleros Agrícolas, 2020). Ante estas limitantes, diversas alternativas tradicionales han sido redescubiertas, este tipo de conocimiento que poseen diversos grupos originarios sobre la naturaleza ha tenido impacto en diversos aspectos de la agricultura o la salud, nutriendo significativamente las evidencias sobre la riqueza de biodiversidad geográfica y lingüística, ubicando a los pueblos originarios como actores fundamentales en una cultura de preservación de los ecosistemas.; siendo ejemplo de esto, los pueblos Mayo-Yoreme procedentes del norte de México, quienes han enfrentado una creciente pérdida de sus conocimientos naturales y culturales debido al impulso de una agricultura moderna y altamente tecnificada (CONACULTA, 2010; Lara-Ponce, 2012).

Comunidades indígenas de la zona han ido perfeccionando una amplia gama de herbolaria a lo largo de los años mediante ensayos prueba y error para el tratamiento de diversas enfermedades, haciendo uso de elementos culturales y espirituales característicos de cada región que han sido transmitidos a través de las generaciones mediante la tradición oral (Chifa, 2010). Los compuestos extraídos de la extensa herbolaria provienen de diversas partes como las hojas, raíces, tallos, frutos, etc. y debido a las propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, antioxidantes y también de elementos como los flavonoides, dipertenoides o melaninas mismas que se han convertido en remedios confiables y seguros para un amplio porcentaje de la población a nivel mundial (García-Mediavilla et al., 2007; Vera-Díaz 2009; Ahmed et al., 2015; Gonzáles et al., 2015; Chen et al., 2016; Ferreira et al., 2017). Un ejemplo de especies con dichas propiedades es *Bromelia pingüin*, conocida comúnmente como aguama, dicha planta es característica del estado de Sinaloa y ha sido utilizada por comunidades mayo como auxiliar en el tratamiento para diversas enfermedades respiratorias, digestivas, entre otras (Raffauf et al., 1987; Montoya et al., 2003; Orellana et al. 2005; Chapela, 2006; Pío-León et al., 2009).

En la actualidad, uno de los temas más relevantes es el desarrollo sustentable, concepto que integra aspectos sociales, económicos y ambientales; sin embargo, el uso indiscriminado de dicho término, sobre todo en el aspecto del marketing han propiciado que su aceptación inicial se encuentre disminuyendo, por lo que se requiere una integración de los factores económicos con conceptos más sustanciales como la preservación de la tierra y las especies o la esencia propia del ser para alcanzar una mayor profundidad en el tema (Zarta-Ávila, 2018). De acuerdo con lo anterior, en 2015, la Organización de las Naciones Unidas ha

propuesto los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales, proponen acciones para combatir aspectos como la pobreza o el hambre, así como para mejorar las condiciones laborales, de salud, la preservación de especies, la producción de alimentos, entre otros, proponiendo el año 2030 como fecha límite para la conclusión de dicha agenda (ONU, 2015). Dentro del ámbito que atañe a las intoxicaciones por plaguicidas y el uso de alternativas naturales para su tratamiento, los ODS expresan lo siguiente:

- Objetivo 3: Salud y bienestar
- Reducir la mortalidad y las afectaciones de enfermedades asociadas a contaminantes del aire, agua o suelo (meta 3.9).
- Objetivo 12: Producción y consumo responsable
- Lograr la gestión ecológicamente responsable de los productos químicos y sus deshechos para reducir su liberación en la atmósfera, suelo y aguas (meta 12.4).
- Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres

Gestión sostenible, Conservación de los ecosistemas y Participación equitativa de los beneficios derivados de estos recursos (metas 15.1, 15.4 y 15.6).

En México, por medio de los Programas Nacionales Estratégicos se ha impulsado la defensa de ambientes y territorios, el derecho colectivo a la salud, la restauración de ecosistemas dañados, el mejoramiento de la calidad de vida, y el bienestar de las comunidades afectadas; en el ámbito de la salud, se contempla un apartado destinado a la herbolaria y medicina tradicional, mismo que se complementa en el ramo cultural con el reconocimiento de conocimientos y prácticas de las comunidades originarias y que son englobadas en el apartado de Sistemas Socio-ecológicos al buscar atender la problemática de salud ambiental y su incidencia en la salud humana y orientarlos hacia alternativas cada vez más sustentables (CONACYT, 2023).

Derivado de lo anterior, el objetivo del presente estudio fue recopilar la percepción social de los habitantes procedentes de diversas comunidades del estado de Sinaloa acerca de temas relevantes para la región tales como la exposición a plaguicidas, el uso y efectividad de alternativas naturales para el tratamiento de síntomas asociados a dichas intoxicaciones y necesidad de preservar y respaldar estos conocimientos a fin que sean complementarios en zonas o situaciones donde una atención médica derivada del mal manejo de sustancias tóxicas sea limitada y permita conocer aspectos del conocimiento tradicional característico bajo una visión global u holística.

METODOLOGÍA

Área de estudio y tamaño de muestra

La presente investigación contempló la participación de personas procedentes de diversas comunidades de las zonas norte y centro estado de Sinaloa, en las cuales se ha reportado crecimiento de aguama (*Bromelia pingüin*). Se aplicó el instrumento en los municipios de El Fuerte (Latitud: 26.4148, Longitud: -108.619 26° 24' 53" Norte, 108° 37' 8" Oeste), cuya población que se auto percibe como indígena aproximada es de 34,380 personas, Mocorito (Latitud: 25.4833, Longitud: -107.917 25° 28' 60" Norte, 107° 55' 1" Oeste) con una población indígena aproximada de 14 personas y Salvador Alvarado (Latitud: 25.4613, Longitud: -108.082 25° 27' 41" Norte, 108° 4' 55" Oeste) con una población indígena de 232 personas, de acuerdo al censo de población y vivienda 2022 realizado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información (INEGI, 2022). Para la estimación de los participantes fue utilizada la fórmula de cálculo de la muestra para poblaciones finitas para investigaciones en salud (Aguilar-Barojas 2005):

$$n = N Z^2 pq / d^2 (N - 1) + Z^2 pq$$

Donde:

p= proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia
q= proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p). La suma de la p y la q siempre debe dar 1. p= 0.05 q=0.95.
Quedando los valores como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Valores asignados para el cálculo del tamaño de muestra

Constante	Valor asignado
N: Población general	34,626
Z: Nivel de confianza deseado al 95% expresado en tablas	1.96
Z ²	3.84

P: Proporción aproximada del fenómeno dentro de la población (se aplica la probabilidad máxima para estudios cualitativos del 50 %)	0.05
Q: Proporción de referencia, la suma de pq siempre es 1	0.95
D: Precisión absoluta deseada para una confiabilidad del 95 %	0.05
D^2	0.0025

De acuerdo con la fórmula utilizada, para obtener una representatividad de las personas de dichas regiones indígenas se requirió una participación aproximada de 73 individuos mayores de edad. El percibirse miembros de un pueblo originario se consideró como un rasgo deseable.

Elaboración de los cuestionarios y determinación de las variables de interés

Con la finalidad de obtener un panorama general acerca del sentir de la población que reside en las zonas norte y centro del estado fue elaborado un instrumento enfocado en cuatro principales aspectos: conocimiento de los pueblos originarios, exposición a plaguicidas, uso y recomendación de plantas medicinales y conocimiento y uso de *Bromelia pingüin* y preservación de los conocimientos tradicionales, los diferentes reactivos fueron formulados con base en preguntas relacionadas planteadas en otros cuestionarios acerca de exposición a plaguicidas, los cuales fueron complementados con reactivos referentes a conocer diversos aspectos de los pueblos originarios, así como el uso de medicina tradicional que permitió obtener una perspectiva más holística de las comunidades y sus habitantes. Los cuestionarios fueron conformados en un principio de 43 reactivos, los cuales fueron depurados mediante la prueba de confiabilidad alfa de Cronbach para obtener los reactivos con mayor pertinencia estadística.

Validación y retroalimentación de los cuestionarios

Posterior a la elaboración de los instrumentos, se procedió a validar la pertinencia y relevancia de la información que se buscaba recopilar mediante el método juicio de expertos, para lo cual fue solicitada la colaboración de dos investigadoras expertas en cada una de las áreas tales como la Dra. María de los Ángeles

Cervantes Rosas, procedente de la Universidad Autónoma de Occidente y la Dra. Victoria Conde Ávila procedente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, las calificaciones y opiniones de cada una fueron vertidas en formatos como el que se ejemplifica en la Tabla 2, la cual muestra los reactivos correspondientes a la primera sección de los cuestionarios, así como las calificaciones de los reactivos en cuanto a suficiencia, claridad, coherencia y relevancia.

Tabla 2. Ejemplo del formato de validación de juicio de expertos en donde se enlistan algunos de los reactivos y observaciones emitidas

Sección	Ítem	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
Indicador		1.- Nulo criterio	2.- Bajo nivel	3.- Nivel moderado	4.- Nivel alto
Cultura general sobre los pueblos originarios	1.- ¿Pertenece a alguna etnia?				X
	2.- Especifique la etnia en caso de responder afirmativamente la pregunta anterior				X
	3.- ¿Conoce los pueblos originarios de Sinaloa?			X	
	4.- ¿Cómo califica la situación socioeconómica de estos pueblos?			X	
	5.- ¿Qué tan importante considera la medicina tradicional para los sinaloenses?			X	

Formulación y aplicación de los cuestionarios

Después de realizar los cambios en los reactivos que conformaron los cuestionarios, la información se digitalizó mediante la plataforma Google Forms® y posteriormente fue enviada por medio de la red social Whatsapp® a los primeros participantes; a la vez que se les solicitó compartir la información con sus conocidos para lograr un efecto bola de nieve y cubrir la totalidad de las personas representativas, las respuestas de cada cuestionario enviado fueron recopiladas por la propia plataforma y fueron utilizadas para construir la base de datos, así como las tablas de frecuencias y gráficas para cada una de las variables. Los datos fueron procesados mediante los programas SPSS versión 26® y Microsoft Excel 2013® posteriormente se tomaron cada una de las secciones de forma independiente para realizar pruebas de chi cuadrada, tomando como significativo un valor alfa ≤ 0.05 .

RESULTADOS

Conocimiento de los pueblos originarios

Se recopiló la opinión de 110 participantes de los cuales el 68.2% correspondió al género femenino mientras que el 30.8% representaba al género masculino, con una media de edad de 33 años (33.08 ± 11.53), obteniendo un valor de confiabilidad aceptable de 0.706 de acuerdo con la prueba alfa Cronbach. Los resultados reportan que un 98.2% de los participantes manifestó no pertenecer a ninguna etnia originaria, mientras que el 1.8% de los participantes que se identificaron con alguna mencionaron pertenecer a grupos yaqui o mayo-yoreme.

Respecto al conocimiento de los participantes acerca de los pueblos originarios, el 78.2% de los encuestados manifestó conocer los pueblos originarios del estado mientras que un 21.8% lo desconocía (Figura 1), ante la pregunta acerca de las condiciones en que viven estas comunidades un 52.3% las considera desfavorables, mientras que un 36.7% piensa que las condiciones de vida de estas comunidades son marginales (Figura 2). Mientras que respecto a la influencia de estas culturas originarias en la medicina tradicional sinaloense el 46.4% de los participantes mencionó que los conocimientos indígenas son importantes mientras que para un 27.3% estos principios se consideran indispensables (Figura 3). Todas estas opiniones presentaron significancia estadística de forma independiente $P = 0.000 \leq 0.05$.

¿Conoce los pueblos originarios de Sinaloa?

110 respuestas

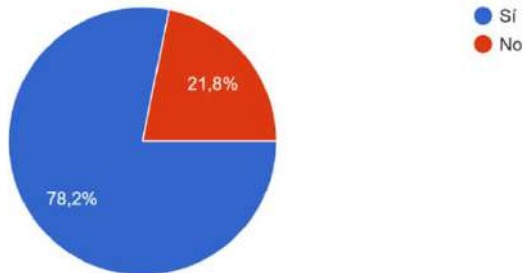


Figura 1. Conocimiento de las personas encuestadas acerca de los pueblos originarios de Sinaloa, se observa que un 78.2% de los participantes identificaban los distintos pueblos originarios, mientras que un 21.8% desconocían la información.

En su opinión ¿Cómo califica la situación socioeconómica de estos pueblos dentro de la sociedad sinaloense?

109 respuestas

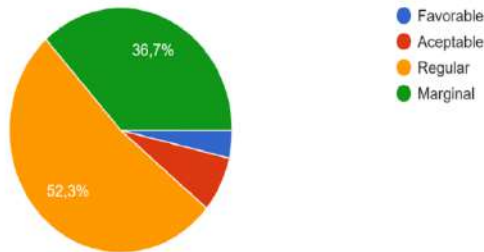


Figura 2. Opinión de las personas encuestadas acerca de las condiciones socioeconómicas de las comunidades originarias del estado de Sinaloa, aproximadamente un 88% considera que las condiciones de estas personas van de regulares a marginales.

¿Qué tan importantes considera los conocimientos de medicina tradicional para los sinaloenses?
110 respuestas

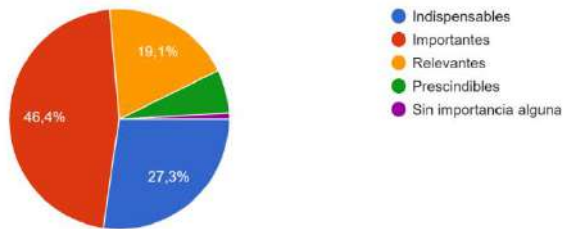


Figura 3. De acuerdo a la encuesta realizada, cerca del 70% de los participantes opinaron que los conocimientos originarios en medicina tradicional tenían importancia para los sinaloenses.

Exposición a plaguicidas, Antecedentes y Sintomatología clínica

El segundo apartado relevante en el presente estudio se relaciona con la constante exposición a plaguicidas que tiene lugar en las diferentes comunidades del Estado, al ser una región económicamente agrícola, así como los efectos que estas prácticas han tenido en su vida diaria y en su historial clínico personal y familiar. De los participantes encuestados, un 36.6% manifestó vivir cerca de campos agrícolas, mientras que un 5% mencionó dedicarse a actividades agrícolas. Entre los principales riesgos laborales, los accidentes fue lo más mencionado con un 51.4%, mientras que alrededor del 31% de los participantes mencionó estar continuamente expuestos a productos tóxicos, de los cuales los plaguicidas representaron el 15%, así mismo se reportó en su mayoría una baja exposición a estos tóxicos que oscila entre 0-1 hora a la semana (66%), no obstante un porcentaje similar al que manifestó exposición a plaguicidas mencionó estar expuestos más de 5 horas por semana (13%). De igual manera, síntomas como la irritación (29.2%) fue lo más mencionado entre los participantes al momento de aplicar compuestos tóxicos, sin embargo, la amplia mayoría reportó padecer diversos síntomas como dolores de cabeza (44.6%) o mareos (16.9%). De las personas que viven cerca de campos agrícolas, el 9.3% mencionó vivir cerca de alguna pista de aspersión de plaguicidas, mientras que un 19% ha percibido olores o polvos tóxicos y un 23% ha visto avionetas rociadoras cerca de su domicilio, de este porcentaje, más de la mitad (55%) calificó como inaceptable esta situación.

Como antecedentes familiares y de salud, el 33% de los encuestados manifestó tener algún conocido o familiar vinculado a actividades laborales que involucren exposición a tóxicos, mientras que un 39% cuenta con algún antecedente de enfermedades graves en su familia, siendo el cáncer (48.1%) la causa más común. De igual manera, los porcentajes para la presente sección mostraron significancia bajo un valor de 0.05 ($P=0.000$).

Plantas medicinales y alternativas de tratamiento natural

Partiendo de los antecedentes clínicos, se preguntó a los participantes sobre sus opciones de tratamiento, siendo las formulaciones farmacológicas (85.4%) las que tuvieron un mayor respaldo de la población, seguido de las plantas medicinales con un porcentaje mucho menor, no obstante, el 69% de los encuestados conoce las diversas plantas medicinales existentes en el estado de Sinaloa (Figura 4). Siendo el ámbito familiar su principal medio de información (62.2%). Entre las enfermedades para las cuales los pobladores utilizan mayormente las plantas medicinales se encuentran los padecimientos digestivos (34.7%) y respiratorios (32.6%) siendo las infusiones o tes procedentes de tallo y hojas (54.2%), la forma en que más se han aprovechado (72%). En cuanto a la efectividad de este tipo de tratamientos, a pesar que aproximadamente un 87% de los encuestados las califican de forma buena a excelente (Figura 5-A). Una amplia mayoría (42%) mencionaba tener dudas respecto a recomendarle estos tratamientos a algún familiar o conocido (Figura 5-B). Como se mencionaba anteriormente, la aguama (*Bromelia pingüin*) es un fruto característico del estado de Sinaloa que ha sido utilizado en comunidades para diversas enfermedades por sus propiedades medicinales, no obstante, de las personas encuestadas solamente el 41.3% (Figura 6-A), mencionó conocerla, de los cuales, el 15% la ha utilizado como auxiliar en tratamientos (Figura 6-B), para enfermedades como tos, COVID, problemas de próstata, anginas, entre otros. Ante la contradicción de no recomendar alternativas basadas en plantas medicinales, aunque las consideren efectivas, un 75% de los encuestados manifestó la necesidad de incrementar el respaldo científico de este tipo de tratamientos tradicionales (Figura 7).

¿Conoce las plantas medicinales de Sinaloa?
109 respuestas

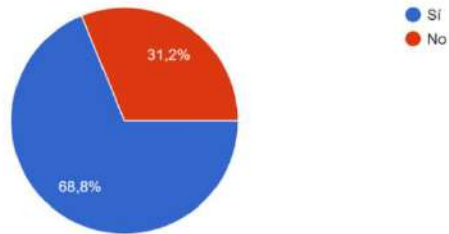
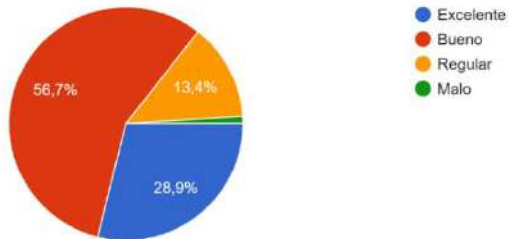


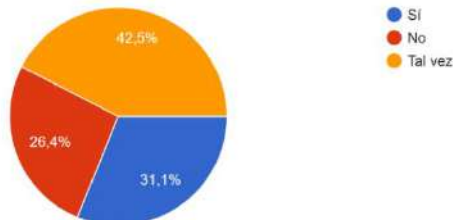
Figura 4. De acuerdo con los cuestionarios aplicados, cerca del 70% de los participantes manifestó conocer las plantas medicinales de Sinaloa.

¿Cómo califica la efectividad de estas plantas?
97 respuestas



A

¿Recomendaría el uso de plantas medicinales como primera opción de tratamiento?
106 respuestas



B

Figura 5. Calificación general de la efectividad de las plantas medicinales de acuerdo a las personas consultadas, aunque más de la mitad tienen buena o excelente opinión acerca de estos tratamientos (A), un porcentaje similar aún se muestra escéptico sobre su recomendación (B).

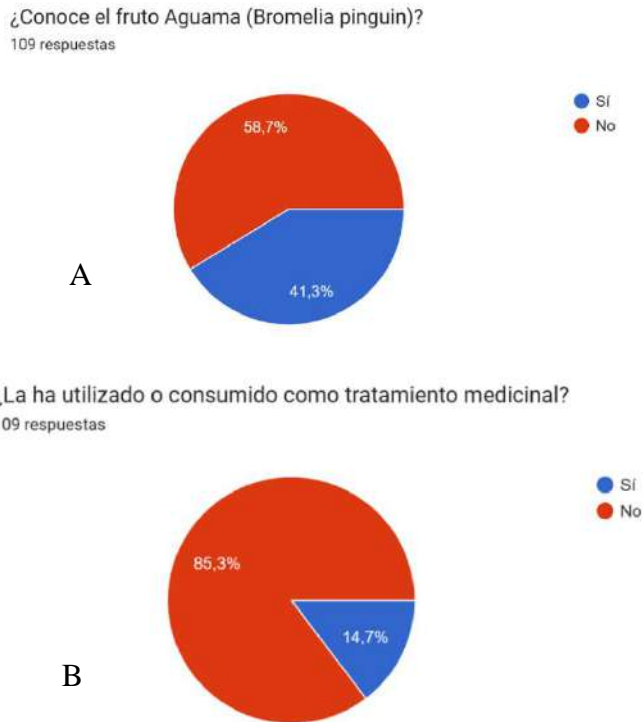


Figura 6. Conocimiento general de los participantes sobre la planta característica de Sinaloa “aguama” (*Bromelia pinguin*) se reporta que el 41% de las personas conoce el fruto (A) y que el 15% lo ha utilizado como tratamiento (B).



Figura 7. De acuerdo con los resultados, cerca de un 75% de los participantes sugieren la necesidad de incrementar el respaldo científico y médico de estas alternativas naturales, razón que explicaría la contradicción reflejada en la Figura 4.

Preservación del conocimiento tradicional de los pueblos originarios

Dentro de este apartado, los participantes manifestaron que el uso y consumo de alternativas de tratamiento basado en plantas medicinales era favorable para su economía familiar y personal (87.6%) siendo las tiendas naturistas (47.6%) la forma más común para acceder a estas alternativas, a su vez, coinciden en la falta de respaldo y en la constante pérdida de interés por parte de nuevas generaciones (45.8%- 24.3%) como las dos principales razones por las cuales estos conocimientos tradicionales se han ido perdiendo a lo largo del tiempo, proponiendo a su vez el incremento de evidencia científica-médica y una mayor difusión (49.5%-26.2%) como las principales acciones para preservar la extensa herbolaria tradicional del estado, resaltando el esfuerzo conjunto de todas implicadas en el desarrollo de actividades y acciones de preservación (36.2%) así como la falta de interés de alguno de los eslabones de esta cadena (53.3%) como la principal limitante para que estos programas puedan ser más efectivos.

DISCUSIÓN

De acuerdo con las agendas ODS de las Naciones Unidas, el abuso en la aplicación de sustancias tóxicas contaminantes del suelo, aire y agua así como su impacto en la salud de las comunidades y los trabajadores expuestos a ellas se han convertido en una problemática que ha incrementado la atención mundial en materia de sustentabilidad (ONU, 2015), el creciente número anual de intoxicaciones asociadas a sustancias como los plaguicidas en regiones agrícolas (Eddleston et al., 2022) y los diversos indicadores del daño ocasionado por plaguicidas altamente peligrosos (FAO, y OMS, 2021) han reforzado la necesidad de implementar acciones e investigaciones que atañen a los problemas de salud ambiental. Partiendo de esta idea y en sumatoria con la falta de condiciones para la rápida atención de estas emergencias en campos de trabajo (Red Nacional de Jornaleros y Jornaleras Agrícolas, 2020) se ha mantenido vigente el redescubrimiento de alternativas naturales basadas en conocimientos que se han ido preservando a lo largo de generaciones por diferentes pueblos originarios tales como los mayo-yoreme (Lara-Ponce, 2012), Maya-chontal (Magaña-Alejandro et al., 2009), entre otros.

Estas alternativas se basan principalmente en extractos y partes de plantas a las que se les ha atribuido propiedades medicinales tales como antiinflamatorias o antioxidantes y que se han visto complementadas con elementos espirituales y culturales dentro de las tradiciones de estos pueblos (Chifa, 2010; González et al., 2015; Chen et al., 2016). Diversos estudios han reportado la vulnerabilidad

de los trabajadores y comunidades expuestas a plaguicidas, encuestas realizadas por Arciniega-Galaviz 2021 en la zona norte del estado de Sinaloa reportan una alta exposición a plaguicidas por parte de trabajadores quienes mencionan hasta en un 37% pasar más de 6 horas por semana en actividades relacionadas con estos compuestos, en la presente encuesta aunque la mayoría de participantes expresó no desarrollar actividades agrícolas, el porcentaje de personas que mencionaron estar expuestos a plaguicidas fue muy similar a la cantidad de personas que manifestó una exposición de 5 o más horas por semana, de igual manera, se encontraron porcentajes similares entre la vinculación familiar con las actividades relacionadas con el manejo de estas sustancias tóxicas y los antecedentes de enfermedades graves como el cáncer, asociación reportada por diversos autores en diferentes regiones agrícolas, así mismo, se refuerzan los dos síntomas más comunes asociados al manejo de sustancias tóxicas puesto que los porcentajes expresados en la presente encuesta tienen similitud con los obtenidos en un cuestionario anterior sobre exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. Las limitantes para la atención de emergencias relacionadas a intoxicaciones por plaguicidas expresadas por la red nacional de jornaleros y jornaleras agrícolas se refuerzan con lo reportado por Leyva et al. 2014, debido a que trabajadores en Sinaloa han expresado no percatarse de las afectaciones debido a las restricciones de sus empleadores. Razones por las cuales han ganado relevancia tratamientos basados en extractos de plantas medicinales.

En México, cerca de unas 7000 especies de plantas han sido utilizadas como auxiliares en tratamientos para diversas enfermedades como fiebre, diarrea, tos, dolores de cabeza, etc. por diversos grupos originarios tales como mixtecos, mayas, purépechas, tarahumaras, entre otros (Caballero y Cortés, 2001), mientras que para el estado de Sinaloa, el presente estudio resalto el uso de diversas plantas para la misma sintomatología al representar las enfermedades digestivas y respiratorias cerca del 30-35% de los padecimientos tratados con plantas medicinales y siendo también de las principales enfermedades para las cuales los participantes mencionaron el uso de *Bromelia pingüin*, resaltando de esta forma sus propiedades en la respuesta inflamatoria reportadas por Raffauf et al., (1987) y Garcia-Mediavilla et al., (2007) y destacando el uso de este fruto característico en el tratamiento de casos referentes a la contingencia por SARS cov -2 (COVID-19) también mencionados durante la aplicación de la presente encuesta. Trabajos como realizado por Vázquez-Medina y colaboradores en 2011 señalan que en comunidades indígenas del estado de Puebla, las mujeres mayores de los 41 años eran las que conocían y utilizaban una mayor cantidad de plantas medicinales en comparación con los hombres, estas tendencias tienen similitud con lo revelado en la presente encuesta debido a que casi un 70% de los participantes fueron del género femenino, obteniéndose una edad promedio de 33 años así como un conocimiento de las plantas medicinales del estado de Sinaloa por parte de un

69% de los encuestados reforzando también entre ambos estudios a las enfermedades digestivas como principal uso para las plantas medicinales de ambos estados, así como la influencia de la familia en la comunicación y preservación de estos conocimientos, misma tradición oral también tiene similitud con lo reportado para comunidades chontales de Tabasco por Magaña-Alejandro et al., (2010), teniendo similitudes también con el presente estudio en el uso de las hojas como la parte más utilizada de las plantas, el tratamiento de enfermedades digestivas como el principal blanco de estas alternativas y el uso de infusiones por vía oral como la principal forma de tratamiento basado en estas plantas, otros aspectos que concuerdan entre la presente investigación y la percepción social de otras comunidades indígenas son la falta de recomendación del personal de salud y la gradual pérdida de confianza por parte de las comunidades quienes prefieren tratamientos de índole farmacológico.

Intrínsecamente, la amplia herbolaria presente en las regiones del estado de Sinaloa, el monitoreo y cuidado de la salud ambiental y pública y el mantenimiento de un equilibrio sustentable está directamente relacionada con la preservación tanto de los diversos ecosistemas como de las prácticas y conocimientos tradicionales de las culturas que los han administrado, principios que se plasman en ODS 15 de las Naciones Unidas así como en los Programas Nacionales Estratégicos del gobierno de México (ONU, 2015; CONACYT, 2019). El constante movimiento de comunidades rurales a ciudades, así como una creciente mecanización de los procesos y una fuerte globalización han acarreado con la pérdida generacional de diversos conocimientos originarios, tal es el caso de un uso mayormente ornamental de plantas que ancestralmente eran apreciadas por sus propiedades medicinales (Pardo de Santayana et al., 2012). Esta pérdida de conocimientos fue reportada también por los participantes del presente estudio quienes atribuyen a la falta de respaldo científico de los tratamientos herbolarios, mismo que ha generado escepticismo en la población y una progresiva pérdida del interés a través de las generaciones, no obstante, los participantes de las comunidades encuestadas mostraron interés en compartir estos conocimientos para preservar la tradición oral, resaltando el esfuerzo colectivo de sectores públicos, académicos, productivos y de la sociedad en general en la preservación de sus tradiciones e identidad cultural.

CONCLUSIONES

Las regiones con una economía ligada a la agricultura, son constantemente expuestas a una amplia gama de plaguicidas que ocasionan afectaciones ambientales y problemas de salud en personas expuestas y comunidades aledañas,

en estas zonas, muchos trabajadores y/o habitantes tienen un acceso limitado a una atención médica de emergencia ante intoxicaciones vinculadas a este tipo de compuestos como los plaguicidas, debido a múltiples factores, por lo que recurren al uso de alternativas naturales basadas en los conocimientos y tradiciones de sus antepasados transmitidos de generación en generación, tales como los extractos de plantas medicinales. En el presente estudio se reportó que los participantes al momento de aplicar o manejar sustancias tóxicas tales como los plaguicidas padecían de síntomas respiratorios y digestivos, los cuales mayoritariamente atendían con formulaciones farmacológicas; sin embargo, muchos de ellos conocían las propiedades de las plantas medicinales y validaban su efectividad como auxiliar ante dichas afectaciones de salud aunque manifestaban escepticismo ante la posibilidad de considerar esta medicina tradicional como primera opción debido a una falta de respaldo científico o médico, por lo que el presente estudio contribuye a ampliar la perspectiva social sobre el uso de la herbolaria tradicional sinaloense, ante un problema que ha sido objeto de interés para el sector salud estatal y nacional tal como lo es las intoxicaciones derivadas el abuso de tóxicos en zonas agrícolas, al tiempo que permite avanzar hacia una visión holística de la aceptación de aspectos que forman parte de sus raíces originarias y el cómo puede ser aplicado dicho conocimiento empírico en la búsqueda de una “medicina sustentable”.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Barojas S. (2005) Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud, *Salud en Tabasco* 11 (1-2), 333-338.
- Ahmed D., Mehboob-khan M., y Saeed R. (2015). Comparative Analysis of Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant and Antibacterial Potential of Methanolic, Hexanic and Aqueous Extracts from *Adiantum caudatum* Leaves. *Antioxidants* 4 (2), 394-409.
- Arciniega-Galaviz M. (2021) Riesgos a la salud por exposición a plaguicidas químicos en trabajadores agrícolas del Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa. *Brasilian Journal of Environmental and Animal Research* 4 (3), 4395-4407.
- Ávila, P. Z. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, (28), 409-423.

- Butinof M., Fernández R., Lerda D., Lantieri M., Filippi J. y Díaz M. (2017) Biomonitoring in exposure to pesticides and its contribution in epidemiological surveillance in agroapplicators in Córdoba, Argentina. *Gaceta sanitaria*, 33 (3), 216-221.
- Caballero-Nieto J. y Cortés L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Plantas, Cultura y Sociedad*, estudio de la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI, Universidad Autónoma Metropolitana- SEMARNAT, primera edición, ISBN: 970-654-782-7, 79-100.
- Chapela, L. (2006), Ventana a mi comunidad “el pueblo Yoreme”. Cuadernillo cultural (p. 47). México: Secretaría de Educación Pública.
- Chen C., Zhang Y., Gao Y., Xu Q., Ju, X., y Wang L. (2016). Identification and anti-tumor activities of phenolic compounds isolated from defatted adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) seed meal. *Journal of Functional Foods* 26, 394–405.
- Chifa C. (2010). La perspectiva Social de la Medicina Tradicional. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 9 (4), 242-245.
- CONACULTA, 2010. Atlas de infraestructura y patrimonio cultural de México. Recuperado de: www.conaculta.gob.mx.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (2023). Programas Nacionales Estratégicos. Gobierno de México, recuperado de: <https://conacyt.mx/pronaces/>.
- Eddleston M., Nagami H., Lin C., Davies M. y Chang S. (2022). Pesticide use, agricultural outputs, and pesticide poisoning deaths in Japan. *Clinical Research*, 60 (8), 933-941.
- Ferreira I., Martins N., y Barros L. (2017). Phenolic compounds and Its bioavailability: In vitro bioactive compounds or health promoters. *Advances in Food and Nutrition Research* 82, 1–44.
- García-Hernández J., Leyva-Morales J.B., Martínez-Rodríguez I.E., Hernández-Ochoa M.I., Aldana-Madrid M.L., Rojas-García A.E., Betancourt-Lozano M., Pérez-Herrera N.E. y Perera-Ríos J.H. (2018). Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 34, 29-60.
- García-Mediavilla V., Crespo I., Collado P., Esteller A., Sánchez-Campos S., Tuñón M., y Gonzales-Gallego J. (2007). The anti-inflammatory flavones quercetin and kaempferol cause inhibition of inducible nitric oxide synthase, cyclooxygenase-2 and reactive C-protein, and down-

- regulation of the nuclear factor kappaB pathway in Chang Liver cells. *European Journal of Pharmacology* 557 (2-3), 221-229.
- Gonzales- López A., Quiñonez-Aguilar E., y Rincón-Enríquez G. (2015). Actividad biológica de los terpenos en el área agroalimentaria, Los compuestos bioactivos y tecnologías de extracción. (H. Espinoza-Andrews, E. García-Márquez, E. Gastélum-Martínez). CIATEJ A.C. Zapopan Jalisco. México. 33-49.
- Guigón-López C. y González-González P.A. (2007). Manejo de plagas en el cultivo de chile y su impacto ambiental en la zona agrícola de Jiménez-Villa López, Chihuahua, México. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable I* (2), 36-47.
- INEGI (2020) México en cifras, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. Censo Nacional de población y vivienda 2020. CDMX. México, recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=25#collapse-Resumen>, consultado el 30-03-2022.
- Jáquez-Matas S., Pérez-Santiago G., Márquez-Linares M. y Pérez-Verdín G. (2022) Impactos Ambientales y Económicos de los Plaguicidas en Cultivos de Maíz, Alfalfa y Nogal en Durango México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 219-233.
- Kovach J., Petzoldt C., Degnil J. y Tette J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139, 1-8.
- Lara-Ponce E. (2012) El uso de plantas medicinales en el contexto regional de los Mayo Yoreme del norte de Sinaloa, México. Ponencia primer coloquio PAPIIT, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 1-13.
- Leach A.W. y Mumford J.D. (2008). Pesticide Environmental Accounting: A method for assessing the external costs of individual pesticide applications. *Environ. Pollut.* 151 (1), 139-147.
- Leyva Morales J.B., García de la Parra L.M., Bastidas Bastidas P.J., Astorga Rodríguez J.E., Bejarano Trujillo J., Cruz Hernández A., Martínez Rodríguez I.E. y Betancourt Lozano M. (2014). Uso de plaguicidas en un valle agrícola tecnificado en el noroeste de México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 30 (3), 247-261.
- Magaña-Alejandro M., Gamma-Campillo L., y Mariaca-Méndez R. (2010). El uso de plantas medicinales en las comunidades Maya-Chontales en Nacajuca Tabasco, México. *Polibotánica* 29 (29), 213-262.

- Moebus S. y Boedeker W. (2021). Case Fatality as an Indicator for the Human Toxicity of Pesticides: A Systematic Scoping Review on the Availability and Variability of Severity Indicators of Pesticide Poisoning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (16), 1-15.
- Montoya B., Lemeskho V., López J., Pareja A., Urrego R., y Torres R. (2003). Actividad antioxidante de algunos extractos vegetales. *Vitae* 10 (2), 72-79.
- Orellana A. et al. (2010). Sondeo agrosocioeconómico y recolección de cultivares de muta (*Bromelia* sp.) en el Oriente of Guatemala. Recuperado de: <URL: <http://ufdc.ufl.edu/UF00071902/00001>.
- Organización de las Naciones Unidas (2015) Objetivos del Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
- Pardo de Santayana M., Morales R., Aceituno L., Molina M. y Tardío J. (2012) Etnobiología y biodiversidad: El inventario español de los conocimientos tradicionales. *Revista ambiental* 1, 1-7.
- Pío-León J., López-Angulo G., Paredes-López O., Uribe-Beltrán M., Díaz-Camacho S., y Delgado-Vargas F. (2009). Physicochemical, Nutritional and Antibacterial Characteristics of the Fruit of *Bromelia pinguin* L. *Plant and Food Human Nutrition* 64, 181-187.
- Raffaut R., Menachery M., Le Quesne P., Arnold E., y Clardy J. (1981). Antitumor plants. 11. Diterpenoid and flavonoid constituents of *Bromelia pinguin* L. *The Journal of Organic Chemistry* 46 (6), 1094-1098.
- Red Nacional de Jornaleros y Jornaleras Agrícolas (2020) Recomendaciones prácticas dirigidas a personas que contratan, atienden y acompañan en diferentes niveles de intervención a las Personas jornaleras agrícolas y sus familias en un contexto de crisis por pandemia en México. Colegio de Sonora, Universidad de Sonora, 1-12.
- Salcedo-Monsalve A., Díaz-Criollo S., González-Mantilla J., Rodríguez-Forero A. y Varona-Uribe M. (2012) Exposición a plaguicidas en los habitantes de la ribera del río Bogotá (Suesca) y en el pez Capitán. *Revista Ciencias de la Salud*, 10 (1), 29-41.
- Vázquez-Medina B., Martínez-Corona B., Aliphath-Fernández M., y Aguilar-Contreras A. (2011) Uso y conocimiento de plantas medicinales por hombres y mujeres en dos localidades indígenas en Coyomeapan, Puebla, México. *Interciencia* 36 (7), 493-499.

Vera C. y Díaz M. (2009). Vitiligo, con énfasis en su variante inflamatoria. *Revista Argentina de Infectología* 90 (1), 72-84.

WHO & FAO—World Health Organization and Food and Agriculture Organization International Code of Conduct on Pesticide Management. Recuperado de: Guidelines on Highly Hazardous Pesticides. Available online:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/205561/1/9789241510417_eng.pdf

World Health Organization (2021). WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guideline to Classification. www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/

SÍNTESIS CURRICULAR

Luis Masias Ambríz

Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Occidente, Maestro en investigación clínica por la Universidad Nacional Autónoma de México (2019) y Candidato a Doctor por el programa de Doctorado en sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Occidente, unidad regional Guasave, ha colaborado en proyectos relacionados con el monitoreo del daño genotóxico y ambiental de sustancias como los plaguicidas en el estado de Sinaloa.

María del Carmen Martínez Valenzuela

Doctora en Genotoxicología por la Universidad Nacional Autónoma de México, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 2, ha publicado diversos artículos acerca del monitoreo de compuestos tóxicos en revistas indexadas, ha colaborado en la evaluación para México del Convenio de Estocolmo, actualmente es Profesora Investigadora en la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis.

Jesús Damián Cordero Ramirez

Egresado de la Licenciatura en Biología, por la Universidad Autónoma de Occidente; Con maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente (2008) y Doctor en Ciencias en Biotecnología (2013), ambos por el Instituto Politécnico Nacional. A la fecha, con publicaciones en revistas indexadas y CONACYT, con perfil Deseable PRODEP vigente. Tres tesis de maestría dirigidas, una de

doctorado en proceso y 12 de licenciatura concluidas. Miembro de Núcleos Académicos Básicos de Doctorado en Sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Occidente, mismo que se encuentra adscrito al Padrón PNPC de CONACYT.

ESTRATEGIA DE INTERNACIONALIZACIÓN PARA LA EXPORTACIÓN SUSTENTABLE DE HORTALIZAS A ESTADOS UNIDOS CASO DE ESTUDIO: CLÚSTER HORTALICEROS UNIDOS DE SINALOA A.C.

INTERNATIONALIZATION STRATEGY FOR THE SUSTAINABLE EXPORT OF VEGETABLES TO THE UNITED STATES CASE STUDY: CLUSTER HORTALICEROS UNIDOS DE SINALOA A. C.

Sheila Suset **Marañón-Lizarraga**¹; Cesar Arturo **Palacios-Valenzuela**² e Ivette Selene **Marañón-Lizarraga**³

Resumen

Los clústeres son agrupaciones de empresas de un mismo sector y localizados geográficamente cercanos (Porter, 1998) que se unen para sobrevivir en la globalización y compartir riesgos para acceder a nuevos mercados. En el presente documento se analizaron e identificaron los canales convencionales de exportación y las estrategias implementadas para lograr la internacionalización por las empresas que integran el Cluster Hortaliceros Unidos de Sinaloa, A.C. Este análisis tiene el propósito de proponer la estrategia de internacionalización más adecuada para el Clúster, en su incursión al mercado de los Estados Unidos, así como identificar y analizar las estrategias de

internacionalización que implementan actualmente las empresas que lo conforman y conocer los beneficios que se obtienen al integrarse al mismo. La metodología aplicada es un estudio de caso, con un enfoque cualitativo, de alcance descriptivo y utilizando la herramienta tecnológica Atlas.ti 8, la técnica principal para la recolección de datos fue la entrevista dirigida estructurada y no estructurada, así mismo para reforzar la investigación se realizó un análisis situacional mediante la elaboración de una matriz FODA, se logró observar que la estrategia de internacionalización implementada por las empresas del conglomerado es la exportación indirecta y las principales barreras que enfrentan al exportar son las normas de calidad, los aranceles, la venta a crédito, la

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, sheila_sml@hotmail.com, ORCID 0000-0003-3455-7803

² Universidad Autónoma de Sinaloa, palacios.cesar@uabc.edu.mx, ORCID 0000-0002-8404-2624

³ Universidad Autónoma de Sinaloa, Ivette_sml@hotmail.com, ORCID 0009-0003-5882-757X

Recibido: 28 de febrero de 2023. Aceptado: 31 de mayo de 2023.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 19(3): 39-52.

doi.org/10.35197/rx.19.03.2023.02.sm

variación de los precios agrícolas internacionales y los riesgos de impago.

Palabras clave: mercado, exportar, global, hortícola.

Abstract

Clusters are groups of companies from the same sector and located geographically close (Porter, 1998) that come together to survive in globalization and share risks to access new markets. In this document, the conventional export channels and the strategies implemented to achieve internationalization by the companies that make up the Cluster Hortaliceros Unidos de Sinaloa, A.C. were analyzed and identified. This analysis has the purpose of proposing the most appropriate internationalization strategy for the Cluster, in its incursion into the United States market, as well as identifying and analyzing the

internationalization strategies currently implemented by the companies that comprise it and knowing the benefits that are they get by joining it. The applied methodology is a case study, with a qualitative approach, of descriptive scope and using the technological tool Atlas.ti 8, the main technique for data collection was the structured and unstructured directed interview, likewise to reinforce the investigation. A situational analysis was carried out through the elaboration of a SWOT matrix, it was possible to observe that the internationalization strategy implemented by the companies of the conglomerate is indirect export and the main barriers they face when exporting are quality standards, tariffs, sales on credit, the variation of international agricultural prices and the risks of non-payment

Keywords: market, export, global, horticulture.

INTRODUCCIÓN

Existe un consenso en la literatura sobre el hecho que las empresas exportadoras son más productivas e innovadoras que las empresas que sólo venden en el mercado doméstico (Melitz y Trefler, 2012). El aprendizaje derivado de la actividad internacional impulsa a las empresas a realizar innovaciones. Por otro lado, varios estudios recientes en comercio internacional se concentran en las firmas como objeto de análisis y concluyen que las empresas deben innovar y mejorar su productividad antes de exportar (Bernard y Jensen, 2002).

La globalización inició la fusión de los mercados nacionales que por tradición estaban separados, formando un enorme mercado mundial. Ya que con esto se eliminaron las barreras del comercio facilitando las ventas internacionales (Hill, 2015).

Con el efecto de este fenómeno han nacido los clústeres, que son agrupaciones de empresas de un mismo sector y localizados geográficamente cercanos (Porter, 1998) que se unen para sobrevivir en la globalización y compartir riesgos para acceder a nuevos mercados. Con esto podemos mencionar que los clústeres se han formado para cooperar y compartir el conocimiento que tienen sobre los mercados y así mantener una ventaja competitiva.

Los clústeres no buscan generar impacto directo en el desempeño de las empresas. Son los efectos secundarios los que van a generar mayor eficiencia, por lo que los evaluadores deben analizar los efectos intermedios que se dan a mediano plazo. Los impactos generados en la etapa denominada por lo común de formulación están relacionados con el fortalecimiento del entramado institucional público, privado y técnico-educativo (Kataishi, Romano y Valle, 2017; Maffioli, Pietrobelli y Stucchi, 2016).

Un clúster agroindustrial puede ser considerado como una concentración de productores e instituciones que están involucrados en el sector agrícola o alimentario, interconectados entre sí y que construyen una red de valor formal o informal, con el fin de lograr superar retos y perseguir oportunidades comunes (Gálvez-Nogales, 2010). Kataishi, Romano y Valle (2017) agregan que los actores, una vez que se reconocen como tales, comienzan a trabajar en colaboración para generar sinergias y feedbacks que potencian la productividad.

De acuerdo a la Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en México la mayoría de los clúster están compuestos por pequeñas y medianas empresas (PYMES) las cuales son un gran segmento para la economía del país (ENAPROCE, 2018) donde les puede resultar difícil movilizar todos los recursos humanos y financieros necesarios para desarrollar sus actividades de comercio internacional, lo que hace a la exportación un camino complejo para el crecimiento de estas empresas.

El Sector Agroalimentario del estado de Sinaloa, es uno de los sectores más dinámicos económicamente hablando en la región noreste del país, constituyendo no sólo un instrumento de expansión a nivel macroeconómico sino también un motor de crecimiento económico y social para la región.

Por otra parte, si hablamos de sustentabilidad esta refiere a todas las decisiones y actos que las personas realizan cuando producimos y comercializamos un producto. Y reconocemos la importancia de cuidar los recursos naturales porque de ellos depende la riqueza y el abastecimiento para el futuro.

Además, es destacable que esta misma, no solo se relaciona con los factores económicos de las regiones donde se practica, si no también tiene un amplio impacto tanto en los ambientes naturales como en los entornos sociales de donde se pone en práctica, de ahí la importancia de tomar a la sustentabilidad como factor primordial cuando hablamos de este tipo de clústeres y como planean exportar en un futuro, sobre todo en una industria como la agroalimentaria.

Es importante señalar que la conformación de clústeres en México ha ido aumentando, sobre todo en el área de la tecnología, y en el sector agrícola se busca la creación de clúster como estrategia de competitividad en especial en el estado de Sinaloa al ser los principales productores y exportadores de hortalizas del país (SIAP, 2015).

Estos mismos deberán encontrar las mejores vías para lograr ser competitivos a nivel global, y con respecto a esto Vargas y Vaca (2005) concuerdan que la sustentabilidad impulsa a las empresas a obtener información para una más asertiva toma de decisiones y mejora la percepción de las empresas. Hoy en día es importante que se incluya en las empresas hortícolas de nuestro estado, un compromiso social con sus proveedores de ofrecer además de calidad en insumos la promesa de que son amigables con el medio ambiente.

En el estado de Sinaloa, específicamente en la Ciudad de Guasave, se encuentra el clúster Hortaliceros Unidos de Sinaloa, A.C., el cual está conformado por quince empresas hortícolas que se han conglomerado para tener mejores condiciones y realizar distintos proyectos en conjunto, en los cuales uno de ellos es exportar. Sin embargo, según el CODESIN (2019) no han tenido la suficiente planeación en la materia de exportación para lograr que todas las empresas sean internacionales, y no han aprovechado realmente los beneficios que se pueden alcanzar al estar en un clúster.

Derivado de lo anterior, la presente investigación es importante toda vez que este clúster hortícola es de reciente creación, ya que se integró en el año 2016, y no existen estudios previos realizados en el mismo, en donde se identifiquen las estrategias de internacionalización de aquellas empresas que forman parte del conglomerado y que actualmente operan de manera aislada en mercados de otros países, lo que pudiera replicarse en el resto de las empresas que lo conforman y que, como clúster, una vez identificadas, se puedan aprovechar las estrategias implementadas para la internacionalización, véase la Tabla 1.

Tabla 1. Estrategias de internacionalización

MODOS DE ENTRADA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1.Modos no patrimoniales: exportaciones		
Exportaciones directas	<ul style="list-style-type: none"> • Economías de escala en producción concentrada en casa. • Mejor control sobre la distribución. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de transportación de productos voluminosos. • Distancia de comercialización de consumidores. • Barreras comerciales y proteccionistas.

Exportaciones indirectas	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de recursos en la producción. • Sin necesidad de hacerse cargo del proceso de exportación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor control de la distribución (relativo a las exportaciones directas). • Incapacidad de aprender como operar en el extranjero.
--------------------------	---	--

2.Modos no patrimoniales: acuerdos contractuales

Licencias/Franquicias	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos costos de desarrollo. • Expansión de bajo riesgo en el extranjero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poco control sobre tecnología y la mercadotecnia. • Posibilidad de crear competidores. • Incapacidad para involucrarse en coordinación global.
Proyectos listos para operarse	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para obtener ganancias provenientes de tecnología procesada en países donde IED está registrada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de crear competidores eficientes. • Falta de presencia a largo plazo.
Contratos I&D	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para acceder a las mejores ubicaciones para ciertas innovaciones a bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para negociar y reforzar contratos. • Posibilidad de alimentar competidores innovadores. • Posibilidad de perder capacidades de innovación fundamentales.
Comercialización compartida	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para alcanzar a más clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación limitada.

3. Modo patrimonial: empresa conjunta

Empresa conjunta	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de participación, riesgos y ganancias. • Acceso al conocimiento y activos de los socios. • Políticamente aceptable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos divergentes e intereses de los socios. • Patrimonio limitado y control de operaciones. • Dificultad para coordinar globalmente.
------------------	--	---

4. Modos patrimoniales: subsidiarias de propiedad completa

Operaciones en terreno virgen	<ul style="list-style-type: none"> • Patrimonio completo y control de operaciones. • Protección de lo conocimientos. • Habilidad para controlar globalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas y riesgos políticamente potenciales. • Altos costos de desarrollo. • Agregan nueva capacidad a la industria. • Velocidad de entrada lenta. (en relación con las adquisiciones).
Adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Mismas que en terreno virgen (arriba). • No agregan capacidad nueva. • Gran velocidad de entrada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mimas que en terreno virgen (arriba), excepto que agrega capacidad nueva y baja velocidad. • Problemas de integración después de la adquisición.

Fuente: Peng, 2010, p. 169.

A través de este estudio, se analizó el comercio exterior de hortalizas y las características de las empresas exportadoras, que conforman el clúster en mención, con el propósito de determinar sus fortalezas y debilidades a la hora de acceder a los mercados internacionales. Derivado de ello, se plantea una

estrategia de internacionalización con la cual las empresas que constituyen el clúster podrán ampliar sus mercados, tener un mejor posicionamiento y ser más competitivos.

El objetivo general es proponer la estrategia de internacionalización más adecuada para el Clúster Hortaliceros Unidos de Sinaloa, A.C. en su incursión al mercado de los Estados Unidos y los objetivos específicos son: Identificar y analizar las estrategias de internacionalización que implementan actualmente las empresas hortícolas del clúster y conocer los beneficios que se obtienen al integrarse al mismo.

Las empresas objeto de estudio fueron: Doña Alicia, Hortilour Produce, Vicame, Agroexportadora Petatlán, El Cosmito y Diana Laura, todas pertenecientes al clúster Hortaliceros Unidos de Sinaloa, A.C. las cuales tuvieron la visión de integrarse para formalizar este conglomerado y obtener múltiples ventajas de este. Cabe señalar que, el clúster tiene sus antecedentes en el año 2015, cuando bajo la gestión del Ing. Sergio Rubio Ayala, quien en ese periodo era presidente de CODESIN, Zona Centro Norte, realizó reuniones con los representantes de estas empresas hortícolas, les planteó la posibilidad de integrarse como los clúster y las ventajas que este traería para sus empresas, lo cual fue muy bien recibido por todos los involucrados y se acordó formalizar la constitución de este conglomerado y trabajar en conjunto con la Academia, Gobierno, Sociedad y empresarios. Con esto inició la creación del Clúster Hortaliceros Unidos de Sinaloa, A.C.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La metodología aplicada es un estudio de caso, el cual se define como una investigación exhaustiva y desde múltiples perspectivas de la complejidad y unicidad de un determinado proyecto, política, institución, programa o sistema en un contexto “real”. Se basa en la investigación, integra diferentes métodos y se guía por las pruebas. La finalidad primordial es generar una comprensión exhaustiva de un tema determinado (por ejemplo, en una tesis), un programa, una política, una institución o un sistema, para generar conocimientos y/o informar el desarrollo de políticas, la práctica profesional y la acción civil o de la comunidad, Simon (2009). Así mismo, su enfoque es cualitativo, el cual, de acuerdo con Sampieri (2014), en una investigación bajo el enfoque cualitativo, se pretende describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes, aquí el investigador será quien intervenga y procese dichas percepciones de los sujetos de estudio.

Según criterio de Espinoza (2020), en la investigación cualitativa, el aspecto ético está presente desde el inicio del diseño y planificación, hasta la socialización de los resultados, esto dado el pensamiento reflexivo que requiere aplicarse por parte del investigador y por parte de quien responde, también mencionado en Maggiorcelli (2023).

Esta investigación es de alcance descriptivo ya que se busca analizar y obtener información sobre el clúster hortícola en el área de exportación para proponer la estrategia de internacionalización adecuada en base a las empresas estudiadas.

La técnica de recolección de datos utilizada en esta metodología fue la entrevista estructurada y no estructurada, empleando como instrumento de medición, un guion de la entrevista, esto para comprender los fenómenos que rodean a las empresas y profundizar en las experiencias, opiniones y percepciones de quienes las dirigen; en otras palabras, la forma en que perciben la realidad, a partir de la conducta observable y el vocabulario que utilizan (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 364). En ese mismo orden de ideas, también se utilizó un programa especializado en el manejo de información cualitativa, como lo es el Atlas.ti 8, con licencia de estudiante, con el uso de este paquete informático, que es un software especializado en captura y procesamiento de información para investigación cualitativa, se obtuvieron los resultados obtenidos ya procesados.

Para conocer las estrategias en una exportación sustentable de hortalizas en el clúster hortalicero de Sinaloa, los códigos obtenidos de la transcripción de la entrevista se resumen en: Clúster Hortalicero, Comercio Internacional, Estrategias de Exportación, Empresas Hortícolas de Sinaloa, Estrategias de Internacionalización y Prácticas Sustentables.

Además, cabe destacar que los entrevistados añadieron variables en sus respuestas de las cuales destacan su interés por desarrollo económico tanto del sector como para la sociedad, y especialmente mencionan la importancia de la vinculación entre sectores productivos, públicos y privados, para el correcto logro de metas y objetivos, partiendo de esto se realizó con el mismo programa ATLAS.ti una red de conexiones de los códigos para posteriormente interpretarlos, mismo que puede visualizarse a continuación en la Figura 1.

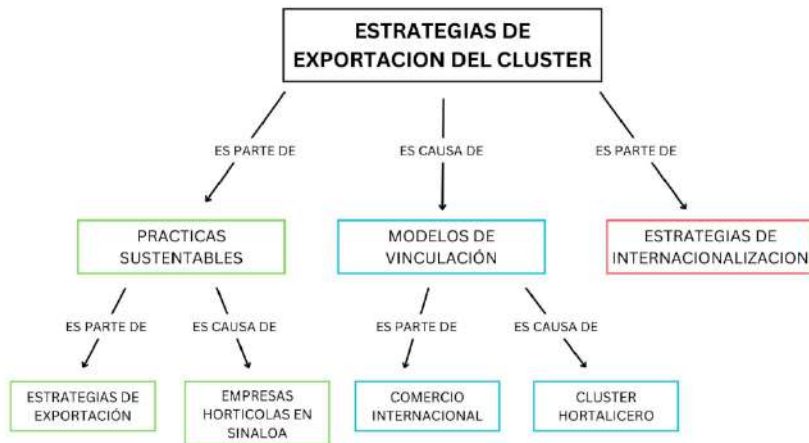


Figura 1. Redes de interacción de códigos en el clúster para estrategias de exportación sustentable.

Fuente: elaboración propia.

En el caso del método de selección de la muestra se utilizó el criterio de participantes voluntarios y el método de muestreo por conveniencia, no probabilístico, puesto que se eligieron las empresas porque se facilitó el acceso por su ubicación geográfica (Hernandez-Sampieri et al., 2014).

Las empresas que conformaron la muestra objeto de estudio fueron las siguientes:

Tabla 2. Empresas exportadoras y las hortalizas exportadas

Empresas exportadoras	Hortaliza
Agroexportadora Petatlan	Tomate
Vicame Hortícola	Tomate
Hortilour produce	Tomate
Agrícola Diana Laura	Pimiento
El Cosmito	Chile
Campo Doña Alicia	Tomatillos

Fuente: elaboración propia.

En ese sentido, se realizó una entrevista no estructurada al manager del clúster, Carlos Montoya, para conocer la situación actual de las empresas que conforman el conglomerado, con quien se obtuvo una perspectiva personal acerca de la situación que guarda el clúster.

El instrumento se estructuró en tres apartados los cuales constaban de treinta preguntas abiertas, donde se abordaron de manera sistemática los rubros para el análisis de las estrategias de internacionalización que implementan las empresas abordadas.

Adicionalmente, se llevó a cabo la revisión de datos históricos de las empresas, así como la observación in situ.

RESULTADOS

Conforme a los datos obtenidos, analizados, procesados y evaluados anteriormente, se señalan a continuación los hallazgos encontrados: al analizar las empresas, se pudo constatar que actualmente la estrategia de internacionalización implementada por las mismas es la exportación indirecta, ya que exportan a través de intermediarios llamados brokers para ingresar al mercado de Estados Unidos y no tienen ningún contacto directo con las distribuidoras existentes en dicho mercado. De los productos exportados se encontró que una de las hortalizas de mayor exportación en el estado de Sinaloa es el tomate (SIAP, 2020), seguido por otras hortalizas como el chile morrón, pepino y tomatillo, siendo este último la segunda hortaliza más cultivada por estas empresas.

Se pudo constatar que el mercado destino es el estadounidense, haciéndolo específicamente en las ciudades de Nogales Arizona y McAllen Texas, solamente la empresa Diana Laura exporta a Canadá a la ciudad de Kingsville porque tiene contacto con la distribuidora más importante de ese país llamada Mastronardi que maneja la marca Sunset® de pimiento morrón. Siendo las principales barreras las normas de calidad, los aranceles, la venta a crédito, la variación de los precios agrícolas internacionales y los riesgos de impago.

Al contar con una marca como clúster, se puede disponer de una imagen a nivel internacional lo cual los clientes identificarán como productos de la misma empresa, lo cual se traduce en un mayor posicionamiento del clúster en el mercado y se obtendrá una mayor capacidad de negociación con proveedores y clientes.

Se observó también que dentro del clúster se toman decisiones en conjunto participando, asistiendo a las juntas que realizan entre las empresas que lo integran, además se apoyan al compartir estrategias que utilizan las demás y realizar proyectos en conjunto.

Los principales motivos por los cuales deciden exportar estas hortalizas es por los precios atractivos que se ofrecen en el extranjero y porque se tiene una ventaja competitiva en la producción, tal y como lo menciona Arese (2007) quien señala que uno de los motivos de la internacionalización es expandirse a otros países los cuales ofrecen mejor precio que el mercado de origen, esta es la razón que moviliza sus acciones principalmente siendo el ánimo de lucro, el cual se encuentra fuertemente en las actividades internacionales, sobre todo al buscar la rentabilidad o el incremento de las ventas.

Otro hallazgo interesante fue que todas las empresas subcontratan transporte para exportar, pero para el caso de la asesoría en términos de exportación cuentan con el apoyo de una agencia aduanal. Por otro lado, no se cuentan con alianzas estratégicas, ni se ha trabajado en el diseño e implementación de estrategias de penetración o ampliación de mercados internacionales.

Por otro lado, derivado del análisis situacional FODA, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3. Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Son empresas constituidas como clúster • Zona agrícola más importante del país en producción y exportación de hortalizas • Capacitación de personal • Calidad en los productos • Variedad de productos • Gran cantidad de terrenos • Desarrollo de nuevos procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a mercados internacionales • Acceso a recursos fiscales para proyectos en conjunto • Infraestructura, científico tecnológica • Experimentación a menor costo • Menor riesgo en proyectos en conjunto • Vinculados con académica y centros de investigación • Vinculados con gobierno CODESIN
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de insumos y servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la cosecha por causas climáticas

-
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Dificultad para la comercialización por precios bajos• Rotación de empleados• Competencia regional• Muchos productores• Poco personal• Dificultad para la comercialización debido a la existencia de intermediarios• Dificultad para la transportación y el almacenamiento | <ul style="list-style-type: none">• Perdida de la cosecha por causas biológicas• Tiene dificultad para vender a otro país regulaciones• Productor de edad avanzada o enfermo• Inseguridad en el Estado• Crecientes estándares de calidad• Competencia en todas las etapas productivas y de comercialización |
|--|--|
-

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Con base a lo abordado en esta investigación y en virtud de los resultados arrojados por el estudio de campo y la revisión documental, podemos concluir que las empresas obtienen beneficios al ser parte del clúster, porque se apoyan al compartir estrategias que utilizan las demás y al realizar proyectos en conjunto. Tratándose específicamente del caso de estudio, existe una correspondencia cualitativa entre los códigos obtenidos y analizados, con lo cual, las estrategias de exportación sustentable del clúster hortalicero de Sinaloa se visualiza como una novedosa estrategia que se pudiera poner en práctica a niveles de comercialización internacional.

Se considera importante que cada una de las empresas integrantes del clúster hortícola revalore su papel dentro del mismo como parte activa de la organización y se visualice al conglomerado como un todo, dejando de hacer actividades aisladas e individuales al momento de internacionalizarse. En ese sentido, es importante también, hacer un esfuerzo conjunto para realizar inversiones económicas que permitan adquirir su propia flotilla de transporte, así como como la habilitación de un centro de distribución, con lo cual se traerán enormes beneficios para el clúster, se eliminarían intermediarios, se eficientiza el tiempo de entrega, lo que se traduciría en lograr costos más competitivos para el sector y un mayor flujo de exportación no sólo a los Estados Unidos sino para el resto del mundo.

LITERATURA CITADA

- Arese, H. (2007), Capítulo 6, en *Introducción al comercio exterior*, Norma, Buenos Aires, pp. 167 a 184.
- Bernard, A., Eaton, J., Jensen, B. and S. Kortum (2002). "Plants and Productivity in International Trade", *American Economic Review*, 93 (4), 1268-1290.
- Camarillo, G. C. (2011). Confiabilidad y validez en estudios cualitativos. *Revista "Educación y Ciencia"*, 1(15), 77-82. <http://educacionyciencia.org/index.php/educacionyciencia/article/view/111>
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de La Educación*, 19(33), 228-247.
- Dixon, Frank. (2003). *Total, Corporate Responsibility. Achieving Sustainability and Real Prosperity*. *Ethical Corporation Magazine*, December. No. 4. Vol. 1. England.
- Espinoza Freire, E. E. (2020). La investigación cualitativa, una herramienta ética en el ámbito pedagógico. *Revista Conrado*, 16(75), 103-110.
- Gálvez-Nogales, E. (2010). Agro-based clusters in developing countries: staying competitive in a globalized economy. *Agricultural management, marketing and finance (Occasional Papers, no. 25)*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i1560e/i1560e.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias (pp. 4-23); Recolección y análisis de los datos cualitativos (pp. 406-435). En *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill. Consultado de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Hill, C. W. (2015). *Negocios internacionales: cómo competir en el mercado global*. McGraw-Hill Interamericana.
- INEGI (2020). <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/especiales/ENAPROCE2018.pdf> consultado abril 2020.
- Kataishi, R., Romano, S., y Valle, J. (2017). El Clúster de Pesca Artesanal de Tierra Del Fuego: diagnóstico y desafíos futuros. *Ciência & Trópico*, 37(1), 257-280.

- Kataishi, R., Romano, S., y Valle, J. (2017). El Clúster de Pesca Artesanal de Tierra Del Fuego: diagnóstico y desafíos futuros. *Ciência & Trópico*, 37(1), 257-280.
- Maffioli, A., Pietrobelli, C., y Stucchi, R. (2016). The impact evaluation of cluster development programs. *Methods and Practices*. Washington, D. C.: IDB. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/english/document/The-Impact-Evaluation-of-Cluster-Development-Programs-Methods-and-Practices.pdf>
- Maggiorelli, L., Pino Uribe, J. F., & Cifuentes, C. F. (2023). Cuatro formas de percibir a China desde América Latina: análisis de clústeres de la composición de la opinión pública de la región. *Colombia Internacional*, (113), 113-144. <https://doi.org/10.7440/colombiaint113.2023.05>
- Melitz, Marc J., and Daniel Treffer. 2012. "Gains from Trade When Firms Matter." *Journal of Economic Perspectives*, 26 (2): 91-118.
- Montoya Restrepo, Alexandra; Montoya Restrepo Iván y Castellanos Oscar (2010). Situación de la Competitividad de la PYME en Colombia: Elementos Actuales y Retos. *Revista Agronomía colombiana*. Volumen 28, Número 1, Colombia. (Pp. 107-117). ¿Extraído de www.redalyc.org/articulo.oa?id=180315651012 en fecha 26/06/2017.
- Porter, M. (1998). *Clusters and the new economics of competition*, Harvard Business Review.
- Sarmiento, S. (2014). Estrategias de internacionalización y globales para países en desarrollo y emergentes. *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 12, núm. 1, p. 111-138
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> consultado en abril 2020.
- Simons, H. (2009). El estudio de caso: Teoría y práctica. https://books.google.co.cr/books/about/El_estudio_de_caso_Teor%C3%ADa_y_pr%C3%A1ctica.html?id=WZxyAgAAQBAJ&redir_esc=y
- Vargas, Sánchez Alfonso y Vaca, Acosta Rosa María (2005) Responsabilidad Social Corporativa y cooperativismo: Vínculos y potencialidades, CIRIEC España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, Número 53, España (Pp. 241-260)

ESTRATEGIAS AGROALIMENTARIAS SOSTENIBLES COMO RESPUESTA AL DETERIORO AMBIENTAL EN EL TERRITORIO DE LA FRAILESCA, CHIAPAS, MÉXICO

SUSTAINABLE AGRI-FOOD STRATEGIES AS A RESPONSE TO ENVIRONMENTAL DETERIORATION IN THE TERRITORY OF LA FRAILESCA, CHIAPAS, MEXICO

Rosey Obet **Ruiz-González**¹

Resumen

Actualmente, los ecosistemas están muy deteriorados y los alimentos para consumo humano se le aplican grandes cantidades de agroquímicos que origina problemas ambientales y de salud en la sociedad consumidora de una dieta alimentaria a base de alimentos con agroquímicos, por lo que es necesario un proceso de reflexión-acción acerca del aprovechamiento de los servicios de los agroecosistemas y construir estrategias agroalimentarias sostenibles en los sistemas de producción agrícola. Los agroecosistemas constituyen unidades de producción domesticados y de interacción de todos sus componentes para generar flujos de materia y energía. La apropiación sostenible de los agroecosistemas, genera una producción sana de los alimentos que vendrá a mejorar la salud

de las personas y protege al medio ambiente. El objetivo del estudio fue identificar y analizar las estrategias agroalimentarias sostenibles de la región Frailesca, Chiapas ante el deterioro ambiental de los ecosistemas de la biosfera. Por medio de recorridos con instrumental de sistemas de información geográfica, encuestas y entrevistas semiestructuradas, se trabajó con familias campesinas que desarrollan prácticas agroecológicas. La información obtenida fue organizada, sistematizada y analizada en Microsoft Access y el software SAS versión 27. Se identificaron y analizaron cuatro estrategias sostenibles desarrolladas por las familias campesinas, que usan diversos abonos agroecológicos para la producción en las cuatro microrregiones del municipio de Villaflores. De las estrategias mayormente practicas por las familias campesinas, se

¹ UNAM, Becario del Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades/Asesor: Dra. María Eugenia Alvarado Rodríguez. Email: mcobet.10@gmail.com. ORCID: 0000-0003-2442-1806

Recibido: 21 de febrero de 2023. Aceptado: 28 de abril de 2023.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en *Ra Ximhai* 19(3): 53-81.

doi.org/10.35197/rx.19.03.2023.03.r

encuentra el maíz intercalado con árboles frutales, los huertos familiares y los sistemas agrosilvopastoriles.

Palabras clave: agroecología, capitalismo, crisis ambiental, alimentación.

Abstract

Currently, ecosystems are very deteriorated and large amounts of agrochemicals are applied to food for human consumption, which causes environmental and health problems in the society that consumes a diet based on food with agrochemicals, so a process of reflection-action about the use of agroecosystem services and build sustainable agrifood strategies in agricultural production systems. Agroecosystems constitute domesticated production units and interaction of all its components to generate flows of matter and energy. The sustainable appropriation of agroecosystems generates a healthy production of food that will improve

people's health and protect the environment. The objective of the study was to identify and analyze sustainable agri-food strategies in the Frailesca region, Chiapas in the face of environmental deterioration of biosphere ecosystems. Through tours with instruments of geographic information systems, surveys and semi-structured interviews, we worked with peasant families that develop agroecological practices. The information obtained was organized, systematized and analyzed in Microsoft Access and the SAS version 27 software. Four sustainable strategies developed by peasant families, who use various agroecological fertilizers for production in the four micro-regions of the municipality of Villaflores, were identified and analyzed. Of the strategies mostly practiced by peasant families, there is corn interspersed with fruit trees, family gardens and agrosilvopastoral systems.

Keyword: agroecology, capitalism, environmental crisis, feeding.

INTRODUCCIÓN

Con el arribo de la Revolución Industrial y los avances científicos, el sector agrícola se ha ido enfocando hacia la economía, enmarcado en los comercios globales, relación con empresas americanas y poca importancia a la sostenibilidad (González, 2012). Esta perspectiva capitalista en el campo mexicano se le conoció como Revolución Verde, surgido entre 1940-1950, el cual promovió un paquete tecnológico consistente en mejoramiento genético de semillas (híbridos y variedades mejoradas), tecnificación agrícola, siembra de un solo cultivo, acidificación del suelo, empleo de fertilizantes e insumos sintéticos (Esteba, 1980).

Este dominio de la agricultura capitalista o moderna en todas partes del mundo, ha impactado en la agroalimentación, transformando la cosmovisión y rasgos culturales de una agricultura tradicional que cuida, valora y conserva al ambiente (Toledo y Barrera-Bassols 2008) y ha originado una fuerte crisis ecológica a escala planetaria, desencadenando desequilibrios ecológicos, problemas sociales y económicos, enfermedades agudas y crónicas, suelos infértiles, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, pérdida de flora

y fauna y se ha sumado a los efectos relacionados al cambio climático (Rosset, 2011; Sevilla, 2013; Chappell *et al.*, 2013).

Como parte de la crisis que vive la sociedad campesina, se ha vuelto dependientes de empresas transnacionales que se dedican a distribuir insumos químicos para el desarrollo de la agricultura. El elevado precio de los insumos de la agricultura capitalista, principalmente como semilla mejorada y los fertilizantes sintéticos (urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio, triple 17, etc.) que obedece a la lógica de producción capitalista y ha logrado tener altos rendimientos por unidad de tierra (Felipe, 2017) se han duplicado el costo, lo que ha llevado a las familias campesinas a solicitar créditos con particulares y pagar intereses al término de la cosecha. Es así, que la crisis socio-ambiental ha reclamado a la fragmentación de las ciencias, de las disciplinas científicas y ha evidenciado una pobreza material y espiritual e insensibilidad humana en la relación del humano con la naturaleza en los países del tercer mundo.

Esto nos ha llevado a vivir una nueva época histórica en el planeta: “la era de la supervivencia” y definirá la sobrevivencia del ser humano en la Tierra (Giraldo 2014). De continuar con esta explotación irracional de los ecosistemas difícilmente se aspiraría a una soberanía alimentaria; es decir, al derecho de la sociedad a decidir su producción y alimentación bajo sistemas de producción diversificados a partir del contexto socio cultural. Es así, que la sociedad en general manifiesta preocupación por el deterioro ambiental y ha reconocido los riesgos al consumir alimentos con residuos de pesticidas y actualmente cobra importancia la necesidad de reorientar el sector agrícola hacia una agricultura familiar con perspectiva sostenible, en donde los principios como la agrobiodiversidad, los abonos orgánicos, las semillas nativas, el manejo integrado de plagas y enfermedades, el conocimiento tradicional, entre otros, sean pilares medulares en el sistema de producción (Leff, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Altieri, 1999 y Rosset y Martínez, 2016).

El objetivo del presente estudio fue identificar y analizar las estrategias agroalimentarias sostenibles de la región Frailesca, Chiapas ante el deterioro ambiental. La hipótesis planteada es que el deterioro ambiental configura formas alternativas sostenibles de apropiación de los sistemas agroalimentarios. La pregunta central que orientó el estudio fue ¿Cuáles y cómo se caracterizan las estrategias agroalimentarias sostenibles ante el deterioro ambiental en las familias campesinas del territorio de la Frailesca, Chiapas?

Como alternativa a la agricultura industrial moderna, se encuentra la perspectiva agroecológica concebida como una nueva disciplina o un enfoque de producción agropecuario amigable con el entorno natural (Altieri 1999). En otras palabras, el enfoque agroecológico representa una opción de restauración y conservación de los ecosistemas y representa un enfoque integral basado en un dinamismo e interacción de los diversos componentes del agroecosistema

(Vandermeer y Perfecto, 2013). Para la agroecología, la unidad central de estudio y de trabajo lo constituye el agroecosistema, conformado por diversos subsistemas que interactúan entre sí para una mejor funcionalidad del mismo y más que una alternativa de producción al modelo capitalista, fortalece los conocimientos locales y tradicionales, el uso de semilla criolla, la diversidad de especies, entre otros (Fernández *et al.*, 2014). De acuerdo con Hart (1985), el agroecosistema constituye una unidad de producción integrado por diversos componentes de una comunidad biótica (cultivos, malezas, arvenses, insectos, microorganismos, entre otros), dichos componentes dentro de una perspectiva sistémica conforman los subsistemas del agroecosistema, en donde interactúan con el ambiente físico y generan flujos de materiales y energía.

Dentro del escenario agroecológico en la producción agrícola, la perspectiva de los sistemas agroalimentarios, conceptualizada como la relación directa entre el territorio y los alimentos (Torres, 2014) es útil retomarlo para esta investigación:

“...nacen con la tradición alimentaria de su territorio y adicionalmente protegen a las poblaciones campesinas locales proveedoras de alimentos, así como las tradicionales agroindustrias rurales donde se realizaba su procesamiento (queserías, trapiches paneleros, rallanderías de yuca). Estas estrategias buscan valorizar las particularidades de los alimentos, que se caracterizan por contar con un profundo arraigo territorial, pues recopilan el patrimonio cultural de los pueblos al transmitirse los saberes de su elaboración de generación”

La iniciativa de los sistemas agroalimentarios, fortalece la decisión de los pueblos rurales a elegir los tipos de alimentos a producir y consumir, que, de acuerdo a las características geográficas y culturales, las familias rurales deciden el sistema agroalimentario a desarrollar, que vendría a impulsar la soberanía alimentaria (Declaración de Nýelénil citado por Martínez-Torres y Rosset, 2014).

Por consecuencia, es necesario implementar alternativas a la agricultura capitalista para revertir la actual crisis socioambiental donde la humanidad está inmersa y en caso de no realizar acciones para restaurar los ecosistemas de la biosfera, estaría en peligro la sobrevivencia del ser humano y de la biodiversidad. Condición que nos lleva a reflexionar en una agricultura amigable con el medio ambiente, en las que se generen procesos de transformación socioambiental y se construyan redes que faciliten la sostenibilidad de dichos procesos. En este tenor, con el propósito de generar alternativas, Holt-Giménez (2008) argumenta que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y otras instancias de desarrollo, dentro de su discurso plantean el desarrollo de una Agricultura Sostenible (AS) con el fin cultivar alimentos más saludables para la humanidad.

La AS, constituye una alternativa productiva, por medio de ella se desarrollan mejores formas de apropiación de los recursos naturales en los procesos productivos que faciliten la transición hacia sistemas productivos más

sostenibles, que a su vez proporcione un medio ambiente equilibrado con la implementación de agroecosistemas diversificados (Tolentino *et al.*, 2018). Por lo que se procura disminuir la dependencia de los plaguicidas, fertilizantes sintéticos, semillas mejoradas, maquinaria agrícola, y de esta manera reducir los altos costos de producción y secuelas al medio ambiente (Rosset y Altieri, 2019). La AS, se posesiona como parte de las propuestas de agriculturas alternativas que se apoyan en enfoques ecológicos y como parte de ello, otras propuestas en este mismo tenor, se encuentra a la agricultura orgánica, la agricultura ecológica, la agricultura biológica, la agricultura biodinámica, la agricultura regenerativa, la agricultura natural y la permacultura (Tolentino *et al.*, 2018; Rosset y Altieri, 2019). Con ello, la relación hombre-naturaleza se vuelve interdependiente, los modos de vida cambian al mejorarse la relación entre ambas partes, se reconocen y valoran los recursos en el territorio y se permite la interacción entre diversos actores.

La AS desde una reconfiguración agroecológica es importante para revertir la degradación de los agroecosistemas y recuperar la fertilidad de los suelos (González, 2012; Rosset y Martínez, 2016 y Juárez, 2020). En un proceso de reconfiguración, la parte agroecológica no lo todo, sino que también hay otros aspectos a considerarse para el fortalecimiento del aprendizaje en el proceso de mejoramiento de las técnicas productivas (Juárez, 2016) y que coincide con el enfoque del análisis multidimensional planteado por (González, 2012):

...a) la dimensión territorial, hace énfasis en a la caracterización espacial de las prácticas desarrolladas en el tipo de agricultura implementada; b) la dimensión histórica, considera los antecedentes y el impacto que tienen las iniciativas organizacionales y los cambios en los patrones de cultivos que llevan a revertir los problemas de degradación ambiental, esto significa cambios en los patrones de cultivos y tiene que ver con la apertura de visiones del productor para vincular sus conocimientos ancestrales con conocimientos técnicos; c) la dimensión agroecológica implica considerar que los productores poseen conocimientos ancestrales como principios básicos de la agroecología y que a través de ella se busca su reconocimiento, valoración, conservación y multiplicación para generar sistemas productivos locales y sostenibles que garanticen su reproducción social; d) la dimensión política, convergen actores públicos y privados que establecen programas de acción para revertir la degradación ambiental o desarrollar local y regionalmente una agricultura más sostenible dentro de una gobernanza ambiental, y por último e) la dimensión ética, aboga por la toma de conciencia agroecológica y colectiva para considerar al ecosistema con un bien público y colectivo y de esta manera garantizar los medios de supervivencia para los productores y sus descendientes.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se realizó durante marzo del 2022 a febrero de 2023, en la región socioeconómica IV Frailesca del estado de Chiapas, ubicada en las coordenadas $16^{\circ} 23' 33''$ N y $-93^{\circ} 26' 92''$ W (Gobierno del Estado. Carta geográfica de Chiapas, 2013). Se utilizó una metodología de aproximación etnográfica (Bordieu et al., 1976), usando métodos e instrumentos cualitativos en la recolección, análisis e interpretación de datos (Creswell, 1994; Woolley, 2009). El estudio se basó en un muestreo estratificado. Como instrumentos de investigación se usó la encuesta y entrevistas semiestructurada. Los datos obtenidos fueron sistematizados en una base de datos en Microsoft Access y en el software Statistical Program Social Science versión 27.

La Frailesca, se localiza al sur de México en el estado de Chiapas, cuenta con una extensión territorial de aproximadamente 830,000 hectáreas, que representan el 11% a nivel estatal, Esta región, está integrada por cuatro municipios respectivamente (Figura 1); el clima predominante es cálido y en minoría el clima templado húmedo, una temperatura media anual de 39° C y una precipitación promedio de 1,025 milímetros (INEGI, 1995).

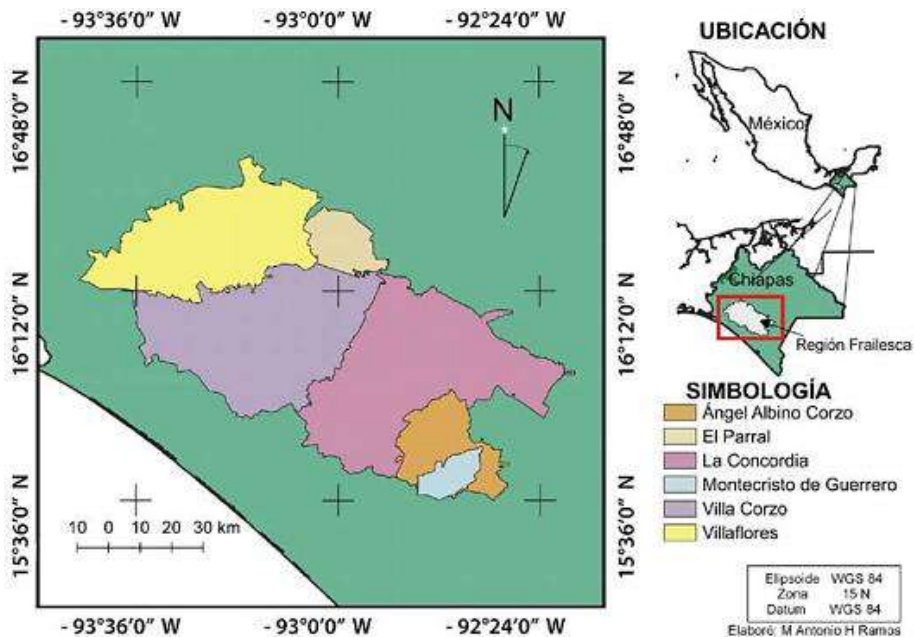


Figura 1. Localización de la región Frailesca, Chiapas.

Fuente: Arias-Yero *et al.*, 2022.

En la región Frailesca, existe población rural heterogénea altamente vulnerables a los cambios sociales y ambientales, en donde se ven aún más afectadas las posibilidades de cubrir las necesidades básicas de subsistencia, entre ellas principalmente la alimentación; por lo que producir alimentos en forma sostenible se convierte en una necesidad impostergable para el autoconsumo y el trueque entre la sociedad circunvecina. Estas familias campesinas, se ubican en diferentes lugares de la región frailesca y representan experiencias de agricultura alternativa al modelo hegemónico de producción que prevalece aún en la región frailesca y otras partes del mundo, dignas de documentarlas y abordarlas desde un enfoque interdisciplinario. Específicamente, se trabajó en el municipio de Villaflores, ubicado al suroeste del estado de Chiapas, situado entre los paralelos 15° 35' y 16° 33' de latitud norte y entre los meridianos 92° 12' y 93° 45' de longitud oeste (Muñoz, 2002). Dicho municipio, territorialmente se divide en cuatro microrregiones diversas y heterogéneas en cuanto a características sociogeográficas: sierra, centro, ríos y altos (H. Ayuntamiento municipal constitucional de Villaflores, Chiapas, 2006).

Familias campesinas de estudio

Se trabajó con cinco familias campesinas en la microrregión Ríos y Centro y seis familias en la microrregión Altos y Sierra, haciendo un total de 22 familias campesinas del municipio de Villaflores de la región Frailesca (Figura 2). Se hizo un recorrido en las microrregiones del municipio y se identificaron las principales familias campesinas que están desarrollando una agricultura sostenible. De todas las familias identificadas, se hizo una priorización considerando los siguientes criterios: 1) diversificación de cultivos principalmente para autoconsumo, 2) uso de abonos orgánicos, 3) siembra de semillas criollas, 4) ideología de seguir cultivando con prácticas agroecológicas.

A cada familia, primeramente, se contactó con el padre, para explicarle el objetivo de la investigación, el consentimiento para grabar la información de campo y el recorrido al sistema agroalimentario, ya sea en el traspatio de la casa o en la parcela. Se aplicó un total de 55 entrevistas semiestructuradas secuenciadas en diversos momentos de forma que se cubriera los huecos y se profundizara en la temática de interés en las familias campesinas. Se aplicaron encuestas para obtener datos precisos y tener una caracterización de las familias campesinas. Se hizo un recorrido al agroecosistema y mediante el uso de un GPS se levantaron las coordenadas geográficas de los cuatro puntos de las esquinas y un punto en el centro del sistema agroalimentario para posteriormente trabajarlo en Google Earth. En todas las entrevistas, encuestas y recorridos se les dio a

conocer el objetivo de la investigación mediante una carta de presentación por escrito y se les solicitó consentimiento para grabar la conversación y posteriormente transcribir las entrevistas.



Figura 2. Microrregiones del municipio de Villaflores, Chiapas.

Fuente: H. Ayuntamiento municipal, 2006.

Dentro del procedimiento a seguir podemos resaltar:

- 1) revisión documental sobre trabajos realizados en la región de estudio,
- 2) recorrido en la zona de estudio con los posibles informantes para generar un ambiente de confianza y selección de informantes claves,
- 3) la obtención de datos de campo,
- 4) la observación participante y ayuda en las actividades de los informantes,
- 5) recorridos a sistemas agroalimentarios de producción y
- 6) organización y análisis de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agricultura en la Frailesca: el granero de Chiapas

En la década de los setenta, la Frailesca se le considero como el granero de Chiapas, por producir la mayor cantidad de maíz a nivel estatal (Arias-Yero *et al.*, 2022), respaldado por la política pública bajo el esquema de paquetes tecnológicos se constituyó la región privilegiada en la producción del grano básico para consumo humano. Por más de cuatro y cinco décadas, se ha venido practicando la agricultura bajo el modelo de la Revolución Verde, a base de paquetes tecnológicos consistente en maquinaria agrícola, semilla híbrida, fertilizantes sintéticos, herbicidas, insecticidas, entre otros insumos, que ha ocasionado problemas ambientales, de salud en la sociedad frailescana y pérdida del bagaje cultural en los campesinos (Toledo, 2000; Álvarez-Solís y Anzueto-Martínez 2004; Santiago-Lastra y Perales-Rivera 2007). Sin embargo, existen actores sociales que están trabajando en una agricultura alternativa, entre ellas, se encuentra a la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas (FCA, UNACH) tiene grupos de trabajo y estudiantes vinculados a familias campesinas a comunidades rurales en actividades de agricultura alternativa.

Caracterización de las familias campesinas

El predominio de la agricultura a base del modelo de Revolución Verde es imperante en el municipio de Villaflores de la región Frailesca. Son escasas las familias campesinas que practican estrategias alternativas al modelo imperante de producción capitalista a base de químicos. Las familias campesinas presentan diversas características que las hacen heterogéneas en la apropiación de los agroecosistemas, sus habilidades y capacidades en el uso de los recursos naturales (Tabla 1).

Las familias campesinas de la microrregión Ríos, presentan edad media de los padres (mama y papa) de 67.8 años de edad. El núcleo familiar lo conforman 5 personas, entre padres hijos(as), yernos(as) y nietos(as). El 20% de los integrantes familiares adultos cursó estudios hasta terminar la preparatoria y el 80% de las familias, se dedican a la actividad agrícola, como principal fuente de ingreso. De forma esporádica, trabajan en clínicas y despachos agropecuarios.

Entre tanto, las familias campesinas de la microrregión Altos, la edad media de los padres (mama y papa) es de 70 años de edad. El núcleo familiar lo conforman 4 personas, entre padres hijos(as), yernos(as) y nietos(as). El 80% de

los integrantes familiares adultos cursó estudios hasta la universidad y el 60% de las familias, se dedican a la actividad agrícola, como principal fuente de ingreso.

En cambio, las familias campesinas de la microrregión Centro, la edad media de los padres (mama y papa) es de 67 años de edad. El núcleo familiar lo conforman 4 personas, entre padres hijos(as), yernos(as) y nietos(as). El 40% de los integrantes familiares adultos cursó estudios hasta el bachillerato y el 80% de las familias, se dedican a la actividad agrícola, como principal fuente de ingreso.

Por lo que respecta a las familias campesinas de la microrregión Sierra, la edad media de los padres (mama y papa) es de 69 años de edad. El núcleo familiar lo conforman 5 personas, entre padres hijos(as), yernos(as) y nietos(as). El 20% de los integrantes familiares adultos cursó estudios hasta el bachillerato y El 80% de las familias, se dedican a la actividad agrícola, como principal fuente de ingreso.

Tabla 1. Familias campesinas y estrategias agroalimentarias

Estrategias agroalimentarias	Microrregiones del municipio de Villaflores, Chiapas			
	Ríos	Altos	Centro	Sierra
Maíz Intercalado con Árboles Frutales (MIAF)	Siembra el maíz híbrido, leguminosas y cítricos.	Siembra del maíz criollo e híbrido, majaleo, leguminosas y frutales variados.	Siembra del maíz híbrido, bioplaguicidas, leguminosas y frutales variados.	Siembra del maíz criollo e híbrido, uso bioplaguicidas, leguminosas y frutales variados.
Huertos familiares	Diversidad de especies en terrenos de vega, riego por goteo y aspersión.	Diversidad de especies en terrenos de vega, riego por goteo y aspersión.	Diversidad de especies en terrenos de vega, caldos minerales, bioplaguicidas, riego por goteo y aspersión.	Diversidad de especies en terrenos de vega, bioplaguicidas, riego por goteo y aspersión.
Sistemas agrosilvopastoriles	Ganadería estabulada de raza: suizo, holandés, cebú y borregos. Uso de pollinaza.	Ganadería estabulada de raza: suizo, holandés, cebú y borregos. Uso de pollinaza.	Ganadería estabulada de raza: suizo, holandés, cebú y borregos. Uso de pollinaza.	Ganadería al aire libre, de raza: mezcla de suizo y cebú, alimentación con pasto natural.

Apicultura	Insumos agroecológicos	Insumos agroecológicos, árboles frutales alrededor.	Insumos agroecológicos	Insumos agroecológicos, árboles frutales alrededor.

Fuente: construcción propia.

Las fuentes de ingreso de las familias rurales son variadas, al analizarlas es posible diferenciar una tipología en las familias en relación a su ocupación como fuente de ingresos: a) familias campesinas comerciantes; b) familias campesinas con oficios en ciudad y c) familias campesinas con profesionistas.

Las familias campesinas comerciantes, se caracterizan por dedicarse a la agricultura y tener algún negocio de tienda de abarrotes, papelería, entre otros en la comunidad donde habitan. El tamaño de sus parcelas es de 2-3 hectáreas en promedio y es propiedad ejidal. Emplean mano de obra agrícola familiar (padres e hijos) y contratan jornaleros para las actividades más pesadas.

Las familias campesinas con oficios en la ciudad, son aquellas que se dedican a la agricultura y en temporada se ocupan en oficios de albañilería, dependientes en tiendas, enfermero(a) en la ciudad de Villaflores, entre otros oficios. El tamaño de sus parcelas es de 3-5 hectáreas en promedio y es propiedad ejidal la mayoría de ellas. La mano de obra es familiar y también contratan jornaleros para realizar algunas actividades específicas del sistema de producción. El 80% de la cosecha se almacena para utilizar como alimento humano y forraje para animales durante todo el año.

Las familias campesinas con profesionistas, son aquellas que se dedican a la agricultura y tienen integrantes familiares con estudios universitarios y algunos casos de posgrado. Esta agrupación de campesinos de acuerdo con las características de su economía familiar y el papel que en ella tiene la agricultura, está relacionada con otros aspectos tales como el origen de los pobladores, la tenencia de la tierra y las características del sistema agroalimentario (Tabla 2).

Tabla 2. Tipología de familias campesinas y principales insumos agroecológicos usados en la agricultura

Tipos de campesinos	N	Microrregiones del municipio de Villaflores, Chiapas			
		Ríos	Altos	Centro	Sierra
Familias campesinas comerciantes	10	Lombricultura, bioplaguicidas, no quema.	Bioplaguicidas, uso del majaleo, no	No quema, semilla criolla,	Semillas criollas, abonos orgánicos

			quema, abonos orgánicos.	abonos orgánicos.	y abonos verdes.
Familias campesinas con oficios en la ciudad	8	Uso del majaleo, policultivos, no quema.	Abonos orgánicos, quema.	Semilla criolla, no quema.	Abonos orgánicos, no quema.
Familias campesinas con profesionistas	4	Policultivos, uso del majaleo, quema, lombricultura.	Uso del majaleo, quema.	Policultivos, no quema.	Semillas criollas, abonos orgánicos.

Fuente: construcción propia.

Estrategias agroalimentarias sostenibles

La agricultura capitalista ha dominado el territorio mexicano como otras partes del mundo, y buscar alternativas sostenibles de producción de alimentos al modelo hegemónico, constituye un verdadero reto para la sociedad campesina cuando es respaldada por la política gubernamental. Los alimentos constituyen un papel importante en la dieta alimentaria de los actuales tiempos que vivimos, ya que los alimentos están muy contaminados por diversidad de agroquímicos usados. Tal como se ha mencionado a lo largo de este escrito, las familias campesinas han reconfigurado nuevos procesos en sus sistemas de producción y con ello han obtenido mejoras en sus condiciones de vida que va más allá del término productivo, sino que también ha permitido relacionarse con otros actores que en conjunto han dado una nueva significación al territorio frailescano. Los alimentos que consumen las familias, provienen del huerto, de la parcela y otros son comprados en tiendas y mercados de las comunidades y del municipio (Tabla 3).

Tabla 3. Principales productos en la dieta alimentaria de las familias campesinas

Micro-rregión	Alimentos comprados	Alimentos producidos	Comunidades
Ríos	Zanahoria, papas, cebolla, azúcar, café, queso, mariscos (pescado, camarón), carne de res, carne de puerco.	Carne de gallina, repollo, lechuga, chayotes, huevo de patio, calabaza, pan, jitomate, sandía, pepino, jamaica, frijol negro y bayo.	Villahidalgo, Úrsulo Galván, Cuatémoc, Francisco Villa.

Centro	Soya, betabel, cilantro, zanahoria, papas, cebolla, azúcar, café, queso, mariscos (pescado, camarón), carne de res, carne de puerco.	Huevo de patio, te de limón, chipilín, carne de gallina, hierba santa, limón, aguacate, tamarindo, guanábana, camote, ruda, albahaca, hinojo, guineo, nance.	Dr. Domingo Chanona, Úrsulo Galván, Agrónomos mexicanos, Joaquín Miguel Gutiérrez.
Altos	Papas, betabel, soya, cilantro, zanahoria, papas, cebolla, azúcar, café, queso, mariscos (pescado, camarón), carne de res, carne de puerco.	Te de limón, chipilín, carne de gallina, huevo de patio, hierba santa, limón, aguacate, tamarindo, guanábana, camote, ruda, albahaca, hinojo, guineo, nance.	Benito Juárez, Guadalupe Victoria, Calzada Larga y Jesús María Garza.
Sierra	Betabel, soya cilantro, zanahoria, papas, cebolla, azúcar, café, queso, mariscos (pescado, camarón), carne de res, Carne de puerco.	Te de limón, chipilín, hierba santa, carne de gallina, huevo de patio, limón, aguacate, tamarindo, guanábana, camote, ruda, albahaca, hinojo, guineo, Nance.	Ricardo Flores Magón, La Independencia y Los Ángeles California.

Fuente: construcción propia.

Como se observa en el cuadro anterior, los alimentos de la dieta alimentaria de las familias campesinas, son producidos de acuerdo a las características socio-geográficas de la frailesca. Delgadillo y Sanz (2018), argumentan que los atributos de los Sistemas Agroalimentarios Locales (SIAL) están vinculados con la identidad alimentaria del territorio. Por otra parte, en un estudio realizado por Coonan et al., (2002), encontraron deficiencias de cobre, selenio, zinc, yodo y molibdeno, en la producción de leche orgánica. Los sistemas agroalimentarios de las familias campesinas pueden ser ubicados tanto en el mismo espacio de la vivienda del poblado donde viven (Figura 2) o en la parcela. Por lo regular, los sistemas agroalimentarios en los poblados humanos de comunidades rurales, se localizan en la parte trasera o al lado de la vivienda familiar.



Figura 2. Sistemas agroalimentarios en comunidades rurales (área en color negro).

Fuente: Imágenes de Google Earth, 2023.

Los sistemas agroalimentarios ubicados en las parcelas, el diseño obedece a construir una pequeña casa para guardar los instrumentos de trabajo, convivir como familia los fines de semana y en periodo vacacional, junto a la casa se siembran especies de árboles frutales de clima tropical como: mango, guanábana, papaya, chicozapote, guaya, naranja, mandarina, limón persa, limón mandarina, entre otros, en un marco de plantación de tres bolillo y lo demás del terreno se siembra maíz y frijol (Figura 3).



Figura 3. Sistema agroalimentario en parcela.

Fuente: Imágenes de Google Earth, 2023.

En la implementación de prácticas agroecológicas, las familias campesinas trabajan bajo los principios de aprender haciendo, la interacción participativa, el intercambio de experiencias y el diálogo de saberes constituyen elementos fundamentales para la adopción de nuevas tecnologías. En este sentido, la sostenibilidad del proceso de configuración de los sistemas de producción, ha estado sujeta a un plan de trabajo de investigación acción, donde destacan los intercambios de semillas, plantas y saberes para el manejo de los cultivos y la visita a otros lugares de experiencias de producción.

En el proceso de cambio en la agricultura del municipio de Villaflores de la región Frailesca, se han vinculado estudiantes de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas. Muchos de los jóvenes estudiantes, provienen de familias del campo y se han dedicado a practicar los conocimientos adquiridos en teoría en el aula de clases y han logrado cambiar las prácticas de la agricultura capitalista hacia prácticas más sostenibles.

Analizando las estrategias agroalimentarias implementadas por las familias campesinas, es posible realizar una tipología de ellas: 1) Maíz Intercalado con Árboles Frutales (MIAF), 2) huertos familiares, 3) sistemas agrosilvopastoriles y 4) apicultura.

El primer sistema es *Maíz Intercalado con Árboles Frutales (MIAF)*, consiste en diseño de un sistema agroforestal intercalando el cultivo de maíz ya sea criollo en sus diversas denominaciones o algunos casos híbridos con árboles o arbustos frutales.

...en mi parcela tengo sembrado la milpa intercalada con frijol y árboles frutales de guanábana, mango, mandarina, naranja, limón, chicozapote, papaya, guayaba, entre otras plantas frutales (Entrevista a don Julio el 18 de octubre de 2022).

...sembramos plantas comestibles, medicinales con árboles frutales de toda clase que pega aquí en la región. Es una buena práctica, ya que estamos produciendo diversidad de alimentos que nuestro cuerpo necesita y que se producen sin agroquímicos (Entrevista a doña Teresa el 9 de agosto de 2022).

...en la parcela hay de diferentes plantas, de todo un poco, hay sembrado plantas comunes como el frijol, el maíz, la calabaza, árboles frutales de aguacate, mandarina, mamey, café, higo, entre otros frutales (Entrevista a Fredy hijo de don Onésimo el 16 de agosto de 2022).

El segundo sistema son los *huertos familiares*, los cuales constituyen espacios para valorar al medio ambiente, producir alimentos a base de insumos orgánicos, y recreación con el entorno ambiental, entre otras:

...en el traspatio de mi casa produzco diversos cultivos que me sirven para la alimentación, tales como: cilantro, repollo, chipilín, jitomate rojo, lechuga, zanahoria y además tengo plantas de frutales como: guanábana, papaya, higo, café,

chicozapote, mamey, entre otras plantas (Entrevista a don Julio el 20 de octubre de 2022).

...es bueno y sano producir nuestros propios alimentos de forma sana, sin aplicarle químicos para su producción, ya que así cosechamos alimentos limpios sin químicos en su proceso de producción (Entrevista a doña María Lilia el 16 de agosto de 2022).

...en un espacio atrás de la casa sembramos hortalizas como repollo, rábano, cilantro, lechuga, zanahoria. Hemos visto que se da mejor en la temporada de seca que en el tiempo de lluvias, ya que al llover fuerte perjudica a las plantitas y la mucha humedad origina hongos (Entrevista a Yohana hija de doña Bellaney el 18 de agosto de 2022).

Como parte del huerto, también se acostumbra sembrar en algún espacio plantas medicinales usadas para controlar las enfermedades de los miembros familiares y de vecinos de la comunidad que llegan a buscar:

...tenemos plantas de ruda, albahaca, romero, hinojo, espada del rey, higuerilla, entre otras plantas. La enfermedad del Covid lo estuvimos controlando con mamey hervido (Entrevista a don Braulio el 11 de agosto de 2022).

...las plantas medicinales nunca deben faltar en el patio de la casa, ya que encontramos remedio para las enfermedades que llegan atacar al cuerpo (Entrevista a doña Carmen el 19 de agosto de 2022).

...regar las plantas es una bonita tarea que lo realizo después de realizar mis tareas de la escuela. Veo la forma que van creciendo las plantas y cuando llegan a producir frutos es muy agradable y satisfactorio ir a cortar nuestra propia alimentación en el traspatio de la casa (Entrevista a Ivonne hija de don Jorge el 19 de agosto de 2022).

La tercera estrategia, son los *sistemas agrosilvopastoriles*, en donde existe una combinación de prácticas tradicionales y modernas para la producción de cultivos herbáceos, árboles frutales y animales.

...en la parcela hay una huerta, en donde tenemos diversidad de frutales del trópico como: mango, limón, zapote, guanábana, papaya, entre otras. Para aprovechar los hojas y residuos que quedan después de la cosecha, se meten los borregos para que coman lo que quedo de la cosecha. Al defecar los borregos, están abonando a la tierra para la próxima siembra (Entrevista a don Julio el 10 de agosto de 2022).

...en el rancho, sembramos el maíz, el frijol, la calabaza y lo combinamos con árboles frutales y a la cosecha metemos los becerros para que coman todos los residuos que quedaron del maíz, frijol y calabaza. Al meter los animales y estos al excretar, están abonando a la tierra (Entrevista a Jorge hijo de don Julio el 18 de octubre de 2022).

...las hierbas que no genera beneficios para nosotros, metemos los borregos para que coman todo el zacate que hay en la parcela y de esta manera, controlamos las malezas y al mismo tiempo se abona el suelo con el excremento de los animales (Entrevista a Fabiola hija de don José Domingo el 12 de octubre de 2022).

La cuarta estrategia es la *apicultura*. Esta actividad se desarrolla a la par de la agricultura y en el mismo terreno en una esquina se ubica el sistema apiario en agroecosistemas diversificados con árboles frutales y maderables:

...la apicultura representa una alternativa de producción para producir miel para alimentar a mi familia y para vender el excedente que queda. También, en donde se encuentra el apiario, las abejas polinizan a las plantas frutales que se encuentran alrededor de las cajas donde se encuentran las abejas (Entrevista a don Imar el 21 de octubre de 2022).

...producir miel de forma orgánica es una actividad bastante interesante, ya que se aprende mucho con la interacción con las abejas y nos da miel para el autoconsumo y para que vendamos (Entrevista a Rolando hijo de don Imar el 20 de octubre de 2022).

...la mayoría de la miel que se produce en la región, es a base de químicos en el proceso del manejo. Nosotros producimos miel sin aplicarle químicos en el manejo de las plagas y enfermedades y la miel tiene un color más amarillo y la consistencia es mucho más espesa que la miel que producen los otros apicultores aplicando químicos (Entrevista a don Fredy el 09 de noviembre de 2022).

Retos para la reconfiguración agroecológica

La agricultura constituye la principal actividad para las familias campesinas de la región Frailesca, tanto para la sobrevivencia como de forraje para alimentar a la ganadería. La milpa constituye uno de los sistemas de producción más ancestrales que ha incidido en procesos de conservación de conocimientos y saberes locales y a la vez de experimentación de nuevas prácticas.

La problemática rural del territorio obedece a muchas causas desde inseguridad social, drogadicción, alcoholismo, migración, entre otros, impactando en el núcleo familiar. Por ende, la agricultura familiar es impactada, se vuelve más vulnerable y con ello los procesos de configuración agroecológica se suscitan gradualmente. La historia y el contexto en el que se desenvuelven influyen de manera contundente, es decir, las situaciones que se desarrollaron en el tiempo intervienen en las formas en que las familias se relacionan con su entorno. Uno de los retos es y ha sido cómo mejorar los sistemas de producción, que se traduzcan en mejores condiciones y calidad de vida de las familias. Una nueva forma de significación al territorio es mediante un proceso de reconfiguración agroecológica, partiendo de una propuesta que busque la sostenibilidad en los procesos de transformación, ejemplo de ello, están siendo las iniciativas de familias del municipio de Villaflores.

El proceso de reconfiguración no solamente es de tipo agroecológico, es decir, no sólo han sido con nuevas formas de producir sino de relacionarse con otros agricultores, familias o la comunidad. De manera colectiva, estos actores han gestionado nuevas técnicas de cultivo para fortalecer sus sistemas de producción. Las acciones desarrolladas desde la agricultura familiar de los campesinos han procurado la sostenibilidad de los sistemas de producción y están conscientes que han encaminado hacia un proceso de reconfiguración de los espacios productivos mediante prácticas amigables con el medio ambiente. En el proceso de transformación territorial se identifican mejoras en las condiciones de vida de las familias. Sin embargo, en la transición hacia agriculturas más sustentables se pueden identificar retos para la configuración de los sistemas de producción que legitimen el proceso de transición.

En el ámbito territorial, existen algunos factores que ha obstaculizado desarrollar estrategias agroalimentarias sostenibles. Un primer factor, ha sido el acceso al recurso agua en la temporada de seca:

...en la temporada de seca es complicado sembrar los cultivos, ya que tenemos que acarrear el agua para nuestro servicio en la casa, y si ocupamos esa agua en regar tendríamos que estar acarreando o buscando agua más seguido (Entrevista a don Jorge, el 08 de agosto de 2022).

...el acceso al agua ha sido un problema en esta zona, a pesar que hay ríos y pozos, pero bajan en la temporada de estiaje, por eso hay que aprovechar bien el agua y recoger en la temporada de lluvias para usarlo en la temporada de seca (Entrevista a Maria Victoria el 12 de agosto de 2022).

Avelar *et al.*, (2019) desarrollaron un sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico y uso agrícola, en la localidad de Los Achotes municipio de San Luis Acatlán Guerrero, utilizando los techos de las casas para captar agua de lluvia; de acuerdo a los resultados de dicho trabajo, se tuvo un coeficiente de escurrimiento de 0.8 en láminas acanaladas de las casas. Por otra parte, López-Hernández *et al.*, 2017 diseñaron tres sistemas de captación para aprovechamiento pluvial: 1) destinar el agua a consumo humano en una escuela, 2) uso potable en un hogar de cuatro integrantes y 3) para riego de un invernadero, en donde captaron 300, 146 y 1,575 m³ año⁻¹ respectivamente.

Para otros campesinos, la carencia del recurso hídrico los ha llevado a realizar esfuerzos físicos y económicos para tener agua en sus casas y parcelas:

...debido a que el agua se escasea en la temporada de seca y sobre todo en los meses con mayor sequía en el periodo febrero-mayo, estoy viendo la forma de contratar a alguien para que elabore un pozo, del cual esperemos que encontremos agua no muy profunda, ya que están cobrando alrededor de 1500-2000 pesos por cada metro de excavación (Entrevista a don Moisés el 10 de octubre de 2022).

Un segundo factor, es la asesoría especializada en formas de producción alternativas, ya que en la región son pocas instituciones públicas y privadas que trabajan con agricultura sostenible:

...son pocas las instituciones que trabajan de forma alternativa no usando químicos. La agricultura de hoy, es una agricultura de flojos, ya que cuando hay presencia de plagas y enfermedades en los cultivos vamos y compramos el líquido y eliminamos todos los bichos. Vienen unos ingenieros de la UNACH que están estudiando agronomía y hacen sus prácticas o servicios y con ellos trabajamos algunas acciones que tiene que ver con el manejo agroecológico (Entrevista a don Inocente el 11 de octubre de 2022).

Un tercer factor en el ámbito territorial, es la comercialización. No existe un mercado establecido en alguna comunidad o en la ciudad del municipio para la venta de los productos sin agroquímicos:

...los alimentos que producimos en la parcela no hay mercado para que lo vendamos a un mejor precio, por lo general es casi el mismo precio de los productos convencionales. Lo vendemos aquí en la casa, conforme lo vayan buscando, ya sea por kilogramo o de forma individual, según la gente lo busque. Por ejemplo, el cilantro lo vendemos por manojitos de 3 o 5 pesos, el repollo lo vendemos a 10 pesos cada uno, según el tamaño así lo vendemos (Entrevista a don Onésimo el 15 de agosto de 2022).

...las personas consumidoras de la región buscan alimentos más sanos, ya que ellos saben que nosotros producimos verduras sin aplicarle agroquímicos en el proceso de producción. El precio que vendemos, no es elevado, es similar al precio de los alimentos que son producidos con químicos (Entrevista a Neiser hijo de don Jorge el 16 de diciembre de 2022).

Establecer redes con productores y consumidores que producen alimentos bajo manejo agroecológico es importante. Con ello se amplía la zona del mercado para vender los alimentos a un mejor precio. Como también, se logra tener mayor acercamiento al consumidor final, quien tendrá mayor conocimiento de la forma de producir tanto en términos ecológicos como culturales:

...al comprar nuestros productos, le comentamos a los consumidores que con su compra está apoyando a la economía familiar de la región Frailesca, y que va a consumir un producto sano y nutritivo (Entrevista a don Julio el 12 de agosto de 2022).

...las verduras y frutas que producimos son de calidad, tratamos de usar lo menos que se pueda agroquímicos en la producción y de esta manera tener alimentos para el autoconsumo principalmente y vender algunos alimentos con los vecinos de la misma comunidad que nos vienen a buscar hortalizas, debido a que ya saben que nosotros producimos hortalizas sin químicos (Entrevista a don José el 17 de octubre de 2022).

...el sabor de los alimentos naturales es diferente. Aquí en la región se produce mucho pollo de granja en las empresas: Buenaventura y Bachoco. Una gallina

criada y mantenida a base de maíz, zacate e insectos, el sabor es muy rico y nutritivo a un pollo de granja criado en pocos meses. La carne del pollo de granja es amarilla, mientras que la carne de una gallina de patio como le decimos, es blanca y maciza. Un elote criollo es sabor dulce, por lo que es muy buscado para comer elotes hervidos y hacer tamalitos de elote (Entrevista a don Julio el 21 de octubre de 2022).

El tener contacto y vender los productos cosechados con los consumidores finales de la misma u otra comunidad de la región, abre la posibilidad de ampliar el mercado de productos agroecológicos y aspirar a un mejor precio de venta por tratarse de alimentos agroecológicos.

En el ámbito histórico, aunque actualmente predomina la agricultura capitalista, las ideas y cosmovisión de una agricultura tradicional está presente en la memoria y en las prácticas de algunos campesinos. A la vez, hay que mencionar que de forma gradual cada vez más personas y familias campesinas se están sumando al proceso de transición agroecológica; en otras palabras, hay una aceptación en una producción sin tanto químico y una consciencia en el manejo de los recursos naturales y en una alimentación más sana:

...la agricultura ha cambiado mucho, me acuerdo que antes no usábamos los líquidos como hoy en día, no cuesta mucho trabajar en la agricultura. Es cierto que antes, era más trabajo y se cultivaban pocas hectáreas, pero la producción era más sana y no había tantas enfermedades como hoy en día (Entrevista a don Julio el 15 de agosto de 2022).

Por lo que respecta a la cuestión agroecológica, el proceso de transición agroecológica ha sido complicado y significa practicar una agricultura considerando prácticas de la agricultura tradicional y de la agricultura moderna, pensando en la salud y el medio ambiente en el entorno donde se desarrolla:

...la agricultura que se practica hoy en día, ya no es como la de antes, como la de nuestros abuelos y papás. Los campesinos están acostumbrados a usar los fertilizantes químicos, los líquidos, el matazacate, el insecticida, el engüerador de semillas, los híbridos, la maquinaria, etc, etc. Lo que hacemos nosotros es combinar los insumos y las prácticas de la agricultura con químico y la tradicional; es decir, sembramos el maíz con semilla criolla y en la temporada de seca aplicamos majaleo al terreno y nada más le aplicamos un poquito de fertilizante de sulfato de amonio (Entrevista a don Julio el 19 de octubre de 2022).

...en la actualidad, hay una dependencia de usar los químicos en los cultivos. Un día antes se le aplica el líquido y al otro día lo están llevando al mercado o tiendas verduleras para venderlo y todo eso está contaminado que al ser consumido por la humanidad genera muchas enfermedades como cáncer, intoxicaciones, quemaduras en la piel durante la aplicación, entre otras (Entrevista a don Braulio el 16 de agosto de 2022).

...los varoncitos al comer mucho huevo de granja que venden en las ciudades, está ocasionando una inclinación hacia características de mujer y esto está afectando

la definición del sexo en las personas y acarrea problemas familiares. Por ello, es bueno tener una granjita en la casa y producir huevo y carne de gallinas criadas con maíz y pasto (Entrevista a don Juan Maria el 19 de octubre de 2022).

Por lo general, la mayoría de los campesinos siembran semilla híbrida Pioneer blanco y amarillo. El gobierno federal a través de las presidencias municipales, apoya al campesino con una bolsa de semillas híbrida cada año que son entregadas de forma masiva en las cabeceras municipales. Sin embargo, los campesinos no se olvidan de las semillas criollas que ciclo tras ciclo seleccionan la semilla para no perderla y sembrarla en sus parcelas para el autoconsumo en tortillas, elotes y tamalitos de la región (Tabla 4).

Tabla 4. Principales semillas criollas identificadas en el municipio de Villaflores, Chiapas

Microrregión	Semilla criolla	Campesino/comunidad	Procedencia
Ríos	Criollo tano	Raquel de la comunidad de Villahidalgo	Lo trajo de otra comunidad cercana. Es una semilla que ha venido conservando sus abuelos.
Altos	Jarocho	Onésimo de Benito Juárez	
Ríos	Macho Tacsá criollo	Braulio de la comunidad de Cuauhtémoc.	Lo trajo su tío de otra comunidad de la región.
Ríos	Jarocho	Adolfo de la comunidad de Benito Juárez	Es la semilla de la familia, de su abuelo.
Ríos	Tapolopo	Inocente de la comunidad de Francisco Villa	Lo consiguió el primo en otro lugar.
Centro	Jarocho morado	Jorge centeno de la comunidad de Ursulo Galván	Vendió su compadre de la misma comunidad
	Morales	Julio de la comunidad de Calzada Larga.	Es la semilla de su abuelo.
Centro	Criollo	José Nolasco de la comunidad de Agrónomos Mexicanos.	Proviene de otra comunidad de la región
Altos	Jarocho	Antonio de la comunidad de Guadalupe Victoria.	Es la semilla de la familia

	Tacsa		
	Tuxpeño		
Altos	Napalú blanco	Alejandro de la comunidad de Guadalupe victoria.	Lo trajo su tío de otra comunidad de la región
Centro	Jarocho	Juan María de Joaquín Miguel Gutiérrez.	Lo consiguió con el tío de otra comunidad
Sierra	Morales	Freddy de la comunidad de Ricardo Flores Magón	Es la semilla de su padre y de su abuelo
Altos	Morales	Imar Alfaro de la comunidad de Jesús María Garza.	Lo trajo su tío de otra comunidad de la región

Fuente: construcción propia.

Las semillas criollas son escasas en la región. En un estudio realizado por Guevara-Hernández (2020) en seis municipios de la región Frailesca, identificaron diversos nombres de maíces agrupados en tres razas predominantes: Tuxpeño, Olotillo y Comiteco. La diversificación de cultivos es un factor importante en el ámbito agroecológico. Al diversificar existen muchos beneficios, tanto para el productor como para el suelo del agroecosistema. Los cultivos de las familias campesinas son diversificados, sembrando el patrón ancestral de maíz-frijol-calabaza:

...en media hectárea de terreno, estoy construyendo una casita y tengo sembrado maíz, frijol, calabaza con árboles frutales: papaya, guayaba, mango tomy, mandarina, naranja, higo, aguacate mantequilla, aguacate hass, limón criollo, limón mandarina, limón persa, zapote, jocote, guanábana y otros frutales que pienso sembrar. El diversificar los cultivos, me trae beneficios; el primero es que cosecho muchos alimentos y como dice el pastor: no hace rico pero se come delicioso; en segundo lugar, el tener muchos cultivos me ayuda para controlar plagas y enfermedades, ya que hay insectos benéficos que me controlan las plagas, como la tijerilla que es depredadora de insectos plaga; y en tercer lugar, los residuos de cosecha quedan en la superficie del suelo y al llover se desintegra y eso fertiliza a la tierra (Entrevista a don Julio el 20 de octubre de 2022).

...el cultivar diversidad de cultivos trae beneficios al producir varias cosechas en lugar de una sola, sirve como el caso de la calabaza que sus hojas son grandes evita la presencia de malezas en el suelo al dar sombra (Entrevista a don Wilfredo el 10 de agosto de 2022).

Como parte del conocimiento tradicional en el ámbito agroecológico, las fases lunares son importantes retomarlas para las diversas actividades agrícolas y forestales que el campesino realiza:

...las fases de la luna nos indican las actividades que vamos a realizar. Por ejemplo, para sembrar espero que llegue la luna llena para que el maíz crezca, desarrolle y no se pique el grano. De igual manera, para beneficiar un árbol para construir una casa, tiene que estar llena la luna para aprovecharlo y que la madera salga buena (Entrevista a don José el 11 de agosto de 2022).

En lo que respecta a la dimensión *política*. Las estrategias agroalimentarias sostenibles demandan un esquema de diversificación productiva bajo un enfoque agroecológico a considerarse en la política pública. Una de las primeras instancias que tiene a su cargo el bienestar de la población, son las autoridades inmediatas como el H. Ayuntamiento municipal. Sin embargo, no existe una planeación real para el desarrollo del municipio. Aunque en el proceso emprendido por las familias, ha sido significativa su intervención. Al cuestionar sobre los apoyos que reciben del gobierno local para realizar las actividades productivas, las respuestas fueron que no hay apoyo para implementar estrategias agroecológicas y coadyuvar con el desarrollo sostenible. En este sentido, es necesario el trabajo con personal del ayuntamiento para generar cambios en la gestión del territorio, de igual manera se necesita la vinculación con otros actores sociales para establecer procesos y participación incluyente en los procesos de desarrollo sostenible.

...el gabinete agropecuario del ayuntamiento trabaja en una agricultura con químicos en las comunidades del municipio. La agricultura tradicional de nuestros abuelos ya quedo a la historia y son raros encontrar campesinos que trabajen al tiempo de antes (Entrevista al Ingeniero del gabinete agropecuario del H. Ayuntamiento municipal de Villaflores el 20 de octubre de 2022).

Por medio del desarrollo de la agricultura con prácticas agroecológicas, las familias campesinas han reajustado e incorporado elementos de su bagaje cultural y con ello han desarrollado las practicas amigables con el medio ambiente, teniendo como base el conocimiento local y el intercambio de saberes. Es así, que se necesita reforzar una agricultura más sostenible con el medio ambiente, y que la agenda política, considere impulsar elementos de sostenibilidad en los sistemas de producción. De cierta manera, en la agricultura que practican las familias campesinas propician una cultura alimentaria. Sin embargo, por lo regular en cada esquina en las comunidades venden alimentos chatarras que no solo van en contra de la cultura alimentaria sino también en contra de la salud. En las comunidades rurales, a pesar que se tiene el espacio físico para desarrollar una agricultura sostenible, la comida chatarra y bebidas gaseosas están presentes para la sociedad rural:

...por lo regular existen tiendas en las comunidades en donde venden alimentos chatarras, procesados, embotellados o enlatados. Me ha tocado ver como familias

campesinas, teniendo potencial para criar sus gallinas sanas, compran pollos asados o rostizados de granja y lo comen a orillas de las carreteras o en centros turísticos. El refresco embotellado Coca Cola, lo encontramos en cualquier tiendita y se consume masivamente en las ciudades y poblaciones rurales (Entrevista al Ingeniero del Ayuntamiento de Villaflores, Chiapas).

Por último, en el ámbito ético. La presencia o no de la conciencia en los miembros de las familias campesinas para desarrollar prácticas agroecológicas, llegan a valorar el agroecosistema:

...no quemamos la caña maíz o la basurita que queda en la parcela después de la pizca. Sabemos que si no quemamos cuidamos a la madre tierra, al medio ambiente y a nosotros mismos, es por eso que hay que cuidar a la tierra, ya que de ella depende en gran parte que los cultivos crezcan y desarrollen vigorosamente (Entrevista a don Ramón el 18 de agosto de 2022).

CONCLUSIONES

Las estrategias agroalimentarias sostenibles desarrolladas por las familias campesinas del territorio de la Frailesca, constituye un reto por el predominio del modelo capitalista en los sistemas de producción. Lo anterior, vulnera a los campesinos que dependen de la agricultura y afecta la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuario. Esto ha originado, transformaciones en medios de vida de las familias que dependen de la agricultura, como son en el diseño de los agroecosistemas, en la dieta alimentaria y en los esquemas organizativos.

Se identificaron las siguientes estrategias agroalimentarias sostenibles: 1) maíz intercalado con árboles frutales; 2) huertos familiares, 3) sistemas silvopastoriles y 4) apicultura. De ellas, las que mayormente predominan son el Maíz Intercalado con Árboles Frutales (MIAF), los huertos familiares y los sistemas silvopastoriles. De dichas estrategias agroalimentarias sostenibles, existen diferencias por microrregiones en la apropiación socio-cultural, el tipo de suelo, la topografía, el manejo agroecológico, las variables climáticas, el destino final y la diversidad de especies productivas.

Lo relevante de las estrategias agroalimentarias sostenibles, radica que constituye un modo de vida interesante, abarcando tanto el uso de la mano de obra familiar como la reproducción de saberes locales. En estas estrategias, se reproducen los saberes locales en torno a una agricultura hacia un desarrollo rural sostenible.

Con el desarrollo de las estrategias agroalimentarias sostenibles, se reproducen elementos de la perspectiva agroecológica, que se fundamentan en la

sostenibilidad de los recursos naturales. Como también, la práctica de los saberes locales, entre ellos las fases lunares en los sistemas de producción agrícola del territorio frailescano.

La reconfiguración agroecológica permite valorar la cosmovisión de prácticas agroecológicas que permiten la conservación al medio ambiente que se han desarrollado en el territorio donde predomina el modelo de la revolución verde. Con la implementación de las prácticas agroecológicas, se fortalecen los saberes y conocimientos locales para el cuidado y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

Debido a la contaminación de los alimentos, la sociedad civil demuestra interés por las estrategias agroalimentarias sostenibles en la región Frailesca, y por redes de alimentos saludables pero debido al desconocimiento de los procesos de agroalimentación no lo desarrollan en sus hogares.

Las familias campesinas carecen de asesoría técnica para el manejo de los cultivos de forma agroecológica, ya que por lo general el campesinado está acostumbrado al manejo convencional a base de químicos. No obstante, es necesario construir autonomía desde una perspectiva sostenible al proceso de transición agroecológica, con la finalidad que se reproduzcan y sostengan a través del tiempo.

La agenda y acciones políticas se ha enfocado en proveer a la sociedad campesina con programas y apoyos asistencialistas para la implementación de la agricultura capitalista a base de fertilizantes sintéticos, agroquímicos, maquinaria agropecuaria, semilla híbrida de alto rendimiento, con la tirada hacia la dependencia gubernamental.

El cambio climático, el efecto de invernadero, la seguridad y soberanía alimentaria son temas emergentes en la agenda política, en la comunidad académica pública y privada y en la sociedad civil en las últimas cuatro décadas y sus formas de intervención varían de acuerdo a sus intereses. Actualmente, se suma la emergencia sanitaria del COVID-19 iniciada en el año 2019, por lo que es importante reconsiderar la agricultura familiar como estrategia de desarrollo sostenible como proveedora de alimentos para autoconsumo principalmente y posteriormente para el mercado.

AGRADECIMIENTOS

Retribuyo a las familias campesinas de la región frailesca por la amabilidad y por haber compartido su modo de vida, sus retos y oportunidades de la agricultura sostenible. De igual manera, mi más profundo agradecimiento al Centro de

Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH, UNAM) por otorgarme la beca de estancia posdoctoral, que sin lugar a dudas viene a enriquecer mis horizontes de investigación y de formación académica.

LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable*. La Habana: CLADES.
- Álvarez-Solís, J. D. & Anzueto-Martínez M. J. (2004). Actividad microbiana del suelo bajo diferentes sistemas de producción de maíz en Los Altos de Chiapas México. *Revista Agrociencia*, 38, 13-22.
- Arias-Yero, I., Guevara-Hernández, F., La O-Arias, M. A. & Cadena-Iñiguez, P. (2022). Caracterización y tipos de familias productoras de maíz local en la Frailesca, Chiapas. *Revista CienciaUAT*, 12. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i2.1525>.
- Avelar, R. J. U., Sánchez, B. J. R., Domínguez, A. A., Lobato de la Cruz, C. & Mancilla, V. O. R. (2019). Validación de un prototipo de sistema captación de agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano. *Revista Idesia*, 37(1), 27-42. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019005000302>.
- Bourdieu, Pierre (1976). "Le champ scientifique", en Actes de la Recherche en Sciences Sociales, 2-3, pp.88-104.
- Chappell, M. J., Wittman, H., Bacon, M. C., Bruce, F. G., García, B. L., García, B. R., Jaffee, D., Jefferson, L., Méndez, E., Morales, H., Soto-Pinto, L., Vandermeer, J., & Perfecto, I. (2013). Food sovereignty: an alternative paradigm for poverty reduction and biodiversity conservation in Latin America. *F1000Research*, 2. doi: 10.12688/f1000research.2-235.v1
- Coonan, C., Freestone-Smith, C., Allen, J., & Wilde, D. (2002). Determination of the major mineral and trace element balance of dairy cows in organic production systems. W: Proceeding of Organic Meat and Milk from Ruminants. *Revista Athens*, 4(6), 106. https://www.researchgate.net/publication/291781344_Determination_of_the_major_mineral_and_trace_element_balance_of_dairy_cows_in_organic_production_systems
- Creswell, J. W. (1994). *Research design: Qualitative & quantitative approaches*. Sage Publications, Inc.
- Esteba, G. (1980). *La batalla en el medio rural*. México: Siglo XXI.

- Felipe, R. L. (2017). Consideraciones teóricas de la cuestión agraria y campesina y la explotación del trabajo campesino por el capital. *Revista Luna Azul*, 46(2), 387-408. Doi: <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.20>
- Fernández, J.C., Aldama, A., & López Silva, C. (2014). Conocimiento tradicional de la biodiversidad: conservación, uso sustentable y reparto de beneficios. *Gaceta Ecológica*, (63), 7.21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906301>
- Giraldo, O. F. (2014). *Utopías en la era de la supervivencia. Una interpretación del buen vivir*. México, D.F.: Itaca, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Sociología Rural.
- Gliessman, S. (2007). *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. New York, Lewis Publishers.
- González, H. (2012). Alternativas locales a la degradación ambiental en México. In Peter L. (Ed.), *La gouvernance dess ressources naturelles stratégiques* (pp. 171-196). Brussels, Bergium: Peter Lang.
- H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Villaflores, Chiapas. 2006. *Programa municipal de prevención, combate y control de incendios forestales*. Taller de intercambio de experiencias.
- Hart, R. D. (1979). *Agroecosistemas: conceptos básicos*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Holt-Giménez, E. (2008). *Campesino a campesino: voces de Latinoamérica movimiento de campesino a campesino para la agricultura sustentable*. SIMAS.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1995). *Cuaderno estadístico municipal de Villaflores, Chiapas*.
- Juárez, H. N. (2016). Reconfiguración agroecológica en Jalisco: estrategias para reactivar la soberanía alimentaria y las economías locales. Centro Universitario del Sur. *Journal of Development*, 5(6), 6107-6121. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-121>.
- Juárez, J. A. P. (2020). *Reconfiguración agroecológica desde la agricultura familiar indígena. El caso de Aldama, Chiapas*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chiapas, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Leff, E. (2007). *Aventuras de la epistemología ambiental. De la articulación de las ciencias al diálogo de saberes*. México: Siglo XXI editores.
- López-Hernández, N. A., Palacios-Vélez, O. L., Anaya-Garduño, M., García-Carillo, M. & Chávez-Morales, J. (2017). Diseño de sistemas de captación del agua de lluvia: alternative de abastecimiento hídrico.

- Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(6), 36-48. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000601433
- Martínez-Torres, M. E., & Peter R. M. (2014). Diálogo de saberes en la vía campesina: food sovereignty and agroecology. *Revista the journal of peasant studies*, 20(4), 1-20. <https://www.ceccam.org/sites/default/files/Dialogo%20de%20saberes%20en%20la%20via%20campesina-%20soberania%20alimentaria%20y%20agroecologia.pdf>
- Rosset P. M. (2011). Food sovereignty and alternative paradigms to confront land grabbing and the food and climate crises. *Revista Development*, 54(1), 21-30. <https://link.springer.com/article/10.1057/dev.2010.102>.
- Rosset, P. & Miguel, A. A. (2019). *Agroecología: ciencia y política*. Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Rosset, P. M. & Martínez, T. M. E. (2016). Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales. *Revista de Estudios Sociales*. 25(47), 275-299. <https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/318>.
- Santiago-Lastra, J. A. & Perales-Rivera, H. R. (2007). Producción campesina con alto uno de insumos industriales: el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en los altos de Chiapas. *Revista Ra Ximhai*, 3(2), 481-507. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46130215>
- Sevilla, G. E. (2013). El despliegue de la sociología agraria hacia la agroecología. *Cuaderno interdisciplinar de desarrollo sostenible*, 10(2), 85-109. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4376658>
- Toledo V. M. & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria Editorial.
- Toledo, V. M. (2000). *Zapata ecológico: la rebelión indígena de Chiapas y el nacimiento de una nueva utopía*. México: MIMEO.
- Tolentino, M. J. M., Larroa, T. R. M., Renard, H. M. C. & Del Valle R. M. C. (2018). *Sistemas agroalimentarios localizados y prácticas agrícolas tradicionales. Hacia una propuesta de política pública para el desarrollo rural*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Torres, S. G. (2014). *Los sistemas agroalimentarios y el consumo local*. México: Asociación Mexicana de Estudios Rurales. Volumen II.
- Vandermeer J. & Perfecto I. (2013). Complex traditions: intersecting theoretical frameworks in agroecological research, *Revista Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1), 76-89.

Woolley, C.M. (2009) Meeting the Mixed Methods Challenge of Integration in a Sociological Study of Structure and Agency. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(7), 7-25.

SÍNTESIS CURRICULAR

Rosey Obet Ruiz González

Agrónomo y Maestro en Antropología Social y Agroecología Tropical por la Centro de Investigaciones en Antropología Social y la Universidad Autónoma de Chiapas y Doctor en Educación Agrícola Superior por la Universidad Autónoma Chapingo. Docente de universidades públicas agropecuarias e investigador en la línea: Educación, Sociedad y Ambiente. Postdoctorante en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, CEIICH, UNAM. Correo electrónico: mcobet.10@gmail.com.

CONTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS ACUAPÓNICOS EN LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE Y SU RELACIÓN CON EL COVID-19

CONTRIBUTION OF AQUAPONIC SYSTEMS TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND THEIR RELATIONSHIP WITH COVID-19

David **Valdez-Martínez**¹; Jorge **Soto-Alcalá**² y Pedro **Hernández-Sandoval**^{3*}

Resumen

Los métodos de producción acuapónicos son relativamente nuevos comparados con los métodos agrícolas y acuícolas tradicionales, existe gran diversidad de especies vegetales y animales que pueden ser cultivados en una enorme variedad de diseños y escalas, las cuales varía según las necesidades. Ante los grandes retos que enfrenta la población mundial, la acuaponía tiene el potencial de ser empleada para atender diversas problemáticas, desde la seguridad alimentaria, la disminución de impactos ambientales, el desarrollo económico y el bienestar social. Bajo la necesidad de atender la crisis global,

es creada la Agenda 2030, integrada por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que desde el ámbito social, económico, político y ambiental, pretende dar solución a un gran número de problemas que enfrenta la humanidad. El presente trabajo es un análisis de literatura consultada a través de distintas fuentes de datos, sobre proyectos de acuaponía que se han realizado en distintos ámbitos, cuyos objetivos y resultados están alineados de manera directa e indirecta, con algunas metas de los ODS que integran la Agenda 2030, el criterio de selección fue bajo los principios de la acuaponía, el enfoque de la sustentabilidad y tipos de documento. Se

¹ Estudiante del programa de Doctorado en Sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, Sinaloa, México. Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, Boulevard Macario Gaxiola s/n, 81217, Sinaloa, México. ORCID: 0000-0001-9471-4001, david.martinez@uadeo.mx.

² Profesor Investigador de Doctorado en Sustentabilidad, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave. Departamento Académico de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, Sinaloa, México. ORCID: 0000-0002-9965-2193, Jorge.soto@uadeo.mx

^{3*} Departamento Académico de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, Boulevard Macario Gaxiola s/n, 81217, Sinaloa, México. ORCID: 0000-0001-7005-4555, pedro.hernandez@uadeo.mx. Autor de correspondencia

Recibido: 28 de febrero de 2023. Aceptado: 31 de mayo de 2023.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 19(3): 83-103.

doi.org/10.35197/rx.19.03.2023.04.dv

identificó que los proyectos de acuaponía, tienen un impacto positivo en 11 de los 17 Objetivos de la Agenda, a través de distintas metas.

Palabras clave: desarrollo económico, medio ambiente, Agenda 2030.

Abstract

The productive methods of aquaponics are relatively new compared to traditional agricultural and aquaculture methods, there is a great diversity of plant and animal species that can be cultivated in a huge variety of designs and scales, which vary according to needs. Given the great challenges facing the world population, aquaponics technology has the potential to be used to address various issues, from food security, reduction of environmental impacts, economic development and social well-being. Under the

need to address the global crisis, the 2030 Agenda is created, made up of 17 Sustainable Development Goals (SDGs), which from the social, economic, political and environmental fields, aims to provide solutions to a large number of problems facing the humanity. The present work is an analysis of the literature consulted through different data sources, on aquaponics projects that have been carried out in different fields, whose objectives and results are aligned directly and indirectly, with some goals of the SDGs that make up the Agenda 2030, the selection criteria was based on the principles of acupony, the sustainability approach and types of documents. It was identified that aquaponics projects have a positive impact on 11 of the 17 objectives of the agenda, through different goals.

Keywords: economic development, environment, 2030 Agenda.

INTRODUCCIÓN

La acuaponía es un sistema integral de producción compuesto de técnicas que consisten en el cultivo de animales (acuicultura) y al mismo tiempo de cultivo de plantas en agua (hidroponía), es reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como un método de producción de alimentos altamente productivo (Somerville et al., 2022). Es considerada una práctica agrícola y acuícola que presenta ventajas sobre los métodos tradicionales, tal es el caso de los cultivos sin suelo, cuyos principales beneficios están en la menor presencia de patógenos por las condiciones estériles, manejo adecuado para el cumplimiento de los requerimientos de las plantas que se traduce en mayores rendimientos, eficiente uso del agua y facilidad de aplicar el sistema en entornos con poco espacio, por otro lado, en los sistemas acuícolas tradicionales, un problema actual es la generación de aguas residuales con altas cargas de materia orgánica, misma que representa un daño ambiental. Al ser la acuaponía la integración de un sistema de recirculación y producción, es reconocida como un método sostenible especialmente cuando el agua y el suelo son limitados, sin embargo, la eficiencia final dependerá de distintas variables que deben ser validadas, tales como el desarrollo tecnológico aplicado, condiciones climáticas, factores geográficos, comercialización, mercados locales y los requerimientos para el manejo de los tres grupos de organismos, peces,

plantas y bacterias que participan en el sistema (Somerville et al., 2022; Goddek et al., 2015).

La producción de alimentos alrededor del mundo se ha diversificado, el número de especies ha aumentado, así como las técnicas productivas, esto se observa en países de primer mundo y en vías de desarrollo. La actividad acuícola en sistemas tecnológicos sostenibles como la acuaponía representa una alternativa viable ante la creciente demanda de alimentos a nivel mundial derivada de un crecimiento poblacional, además estos productos son considerados como una fuente de alimento con excelente perfil nutricional, al ser rica en proteínas, ácidos grasos, vitaminas, minerales y micronutrientes esenciales (FAO, 2013).

Se estima que los productos acuícolas seguirán siendo la fuerza que impulsará el crecimiento acelerado de la producción pesquera mundial, siguiendo la tendencia desde 1980, alcanzando una producción de los 109 millones de toneladas para el 2030, equivalente a un 32% mayor, con respecto a lo registrado en el 2018 (FAO, 2020). Esto ha generado que la acuicultura se posicione como una actividad prioritaria y estratégica en la producción y suministro de alimentos junto con la producción agrícola, generando empleo y recursos, sin embargo, el reto de los sistemas de producción de alimentos tradicionales, está en los problemas asociados a la contaminación, el cambio climático y las políticas nacionales, que ponen en riesgo la seguridad alimentaria (Llanos y Santacruz de León, 2018).

Referente a lo anterior, la creciente problemática ambiental, social, económica y política a nivel mundial, ha ejercido una gran presión generalizada y fue para el año 2012 que se presentó en las Naciones Unidas, una iniciativa para crear objetivos mundiales llamados los ODS, pero fue hasta el año 2015, que se dio paso a una nueva Agenda 2030 (A2030) cuyo alcance y trascendencia es algo sin precedentes, es aceptada por todos los países miembros y es aplicable a todos, tomando en cuenta sus contextos, niveles de desarrollo y respetando políticas e intereses de cada nación, está conformada por 17 ODS de las que derivan en un total de 169 metas (ONU, 2016).

Los ODS, tienen la finalidad de encaminar el trabajo y los esfuerzos a una sola directriz, la de atender y abordar los problemas más urgentes a nivel mundial, tales como la amenaza del cambio climático, la igualdad de género, la nutrición, la salud, la pobreza, la alfabetización, disminuir las desigualdades, propiciar las economías y fomentar la paz. El objetivo es crear un planeta sostenible, seguro y próspero para la humanidad (PNUD, 2016). Sin embargo, a finales del año 2019, el mundo fue azotado por el surgimiento de una nueva enfermedad por coronavirus (COVID-19), motivo por el cual el 30 de enero del 2020, el director general de la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que el brote de COVID-19, era una emergencia de salud pública de importancia internacional,

esto principalmente por el alto grado de propagación a escala comunitaria en niveles regionales e internacionales, declarándose como una pandemia mundial.

Sin duda, los efectos de la pandemia han traído consigo una serie de consecuencias de gran magnitud que tienen impacto negativo en los ODS, tal es el caso el Objetivo 1, Fin de la pobreza, cuyas metas son establecer medidas de protección social y eliminar la pobreza extrema, pero la crisis generada por la pandemia ha traído impactos económicos que podría incrementar la pobreza en todo el mundo, reflejándose en aproximadamente 500 millones de personas, lo que puede significar un retroceso en la lucha con el cumplimiento de este Objetivo. El Objetivo 2, denominado Hambre cero, tiene como meta poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, no obstante, según datos del Programa Mundial de Alimentos de la Naciones Unidas (PMA), en 2019, 47.7 millones de personas vivían con hambre solo en América Latina y el Caribe, por lo tanto, el golpe económico provocado por la pandemia, podría duplicar esa cifra, principalmente al disminuir la producción y distribución de alimentos (FAO, 2020). Otros impactos son la crisis sanitaria mundial, provocando efectos devastadores a la salud en todos los niveles de la sociedad en el mundo, afectando el Objetivo 3, Salud y bienestar, además, la pandemia provocó el cierre temporal de muchas escuelas, lo que ha tenido como consecuencia la disminución en la calidad de la enseñanza y limitando el acceso a plataformas digitales y medios electrónicos, donde muchas comunidades tienen poco o nulo acceso a internet, este impacto negativo se ve reflejado en el ODS 4, Educación de calidad.

Al estar todos los ODS interconectados bajo los principios y enfoques de la A2030 (Futuro en Común, 2018), las consecuencias se ven en diferentes escalas y magnitudes, un ejemplo es el incremento de las tasas de desempleo, donde el ODS 8 tiene como meta promover el trabajo decente y crecimiento económico, metas que son cada vez más complicadas de cumplir por los efectos de la pandemia mundial, otro ejemplo son las metas del ODS 6, Agua limpia y saneamiento, cuyo objetivo es crucial para alcanzar la Salud y bienestar (ODS 3), sin agua de calidad para satisfacer las necesidades básicas fisiológicas del ser humano, los problemas de salud pueden acrecentarse (Lara-Figueroa y García-Salazar, 2019).

Con el objetivo de orientar esfuerzos para el cumplimiento de los ODS, mitigar el impacto de los problemas actuales y crear resiliencia, es necesario desarrollar actividades sostenibles y acciones clave para lograr transformaciones satisfactorias hacia la creación de vínculos que se traduzcan en mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición, erradicar la pobreza y mejorar el desarrollo socioeconómico. Al implementar sistemas tecnificados de manera óptima y a través de tecnologías como la acuaponía, se promueve una gran solución a las problemáticas actuales que enfrenta el mundo. El presente trabajo tiene como

objetivo identificar a través de un análisis y una revisión bibliográfica, las contribuciones que generan un impacto positivo para el cumplimiento de las metas de los ODS de los distintos sistemas de producción acuapónicos, y que a su vez, fueron desarrollados para atender problemáticas socio-ambientales.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es un trabajo documental con enfoque metodológico cualitativo de tipo descriptivo, que busca identificar las características de los diversos sistemas de producción de alimentos y describir su funcionalidad con relación a las metas de los ODS. Para la realización de este proyecto fue consultada literatura relacionada con la producción de sistemas acuapónicos y su impacto en los ámbitos económicos, sociales y ambientales. Los criterios de selección para los documentos académicos fueron los siguientes:

- Principios de la acuaponía. Se agruparon todos los documentos que integran en su contenido la utilización de las técnicas de acuaponía, cuyo principio es emplear el cultivo de plantas y animales acuáticos dentro de un mismo sistema de producción.
- Ejes de la sustentabilidad. Se consideraron los documentos que integran en su contenido, el estudio y los aspectos de la sustentabilidad (ambiente, economía y sociedad).
- Tipo de documento. Se hizo referencia al tipo de trabajo de investigación: artículo científico sobre un estudio de caso, estado del arte, tesis de grado, informes gubernamentales o de alguna organización, manuales, libros y capítulo de libros.

Adicionalmente se realizó la consulta a diversos sitios web oficiales de las ONU y la FAO, con actualizaciones constantes donde se publica la descripción de los ODS, las metas, datos de interés, panorama general con datos estadísticos, informes de otras organizaciones, datos destacables, noticias relacionadas, entre otros (NU, 2023; FOA, 2023). Esto permitió una comprensión más detallada de cada una de las metas de los ODS y posteriormente crear una reflexión sobre aquellos Objetivos, en donde los sistemas acuapónicos pueden tener una incidencia directa o indirecta. La búsqueda de documentos fue a través de las bases de datos Scielo, Scopus, Google Scholar, seleccionando como palabras claves en español; Acuaponía, ODS, Agenda 2030, sustentabilidad, sin especificar rango de año de publicación. Se realizó una consulta a más de 80 documentos que cumplieron con los criterios de selección antes mencionados, citando solo aquellos con una asociación directa a las metas de los ODS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo económico, emprendimiento e inclusión social

Con el fin de mantener la prosperidad y el bienestar social, es necesario establecer una respuesta enfocada al desarrollo económico, esto implica un análisis detallado del contexto de cada región e involucra a las políticas fiscales y la administración pública de recursos, sin embargo, las economías globales se han visto afectadas por la pandemia del COVID-19, que ha creado una recesión histórica reflejada en una crisis humanitaria, que se traduce en carencias, desempleo, desaceleración económica, aumento en los índices de pobreza extrema, rezagos en la calidad de los servicios públicos, brechas de género e incluso, aumento de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático (Podestá, 2020). Ante estos escenarios, el emprendimiento se convierte en una forma para impulsar el desarrollo económico y puede ser promotor de una transformación social, siendo de manera sustentable e incluyente. La incidencia de los ODS en términos de crecimiento económico, se pone de manifiesto principalmente a través del ODS 8, que establece promover en distintos ámbitos el crecimiento económico sostenible a través el empleo, trabajo decente y productivo, con innovación e inclusión, sin embargo, son las metas 8.3 y 8.5, las que proponen desarrollar actividades económicas formales, el emprendimiento y el crecimiento de las empresas, generando trabajo para hombres, mujeres, jóvenes y personas con discapacidad. La acuaponía tiene incidencia directa en estas metas, a través de la variedad de diseños y tamaños que pueden ser implementados, desde sistemas de pequeña escala con acuarios, hasta sistemas de recirculación (RAS) con tecnología de última generación y de grandes volúmenes, todo en función a la disponibilidad de recursos de las personas, empresas o comunidades que desarrollen el proyecto, con fines económicos y de autoempleo, además, la producción acuapónica puede variar en cuanto a los organismos y plantas cultivadas, implicando diversidad en la oferta de productos y por ende, en la adquisición de insumos como semillas, alevines, alimento, suplementos, equipos, etc., propiciando una cadena de valor diversa entre diferentes actores del sector agrícola y acuícola (Colorado y Ospina, 2019).

Por otro lado, destaca el ODS 1, que establece poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo, busca a través de 7 metas (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.a y 1.b) erradicar la pobreza extrema, crear sistemas, políticas y medidas de protección social, garantizar derechos de acceso a recursos económicos, naturales, servicios básicos, de propiedad y tecnologías, también, fomentar la resiliencia y crear marcos normativos sobre las estrategias de desarrollo encaminadas a erradicar la pobreza, todo lo anterior a favor de los más pobres y

vulnerables. En este ámbito, la acuaponía es considerada un emprendimiento social, al ser sistemas que integran aspectos socioeconómicos, generan un bien común y crean un interés general, propiciando de manera sustentable un valor social sostenible, económico y humano, características claves de los emprendimientos sociales (Guzmán y Trujillo-Dávila, 2008).

Los ODS tienen en sus metas, promover la inclusión social, lo cual se pone de manifiesto en el ODS 5, que integra a la inclusión como la búsqueda de una igualdad de género, la eliminación de la discriminación y el empoderamiento de mujeres y niñas, con derechos legítimos para obtener recursos económicos, bienes, servicios y oportunidades laborales. En este escenario, Millares et al., (2017), mencionan que en Cuba, se han desarrollado sistemas acuapónicos a escalas comunitarias, con enfoques de género y humanizando el manejo, para generar productos saludables y de consumo familiar. También es considerada una alternativa de producción viable en términos de autoconsumo, además, una vez en marcha, es fácil de operar por cualquier persona, lo que permite ser implementado en los hogares (Martínez, 2013), prueba de ello, son los diversos manuales disponibles en la web que ofrecen un guía detallada para desarrollar sistemas de producción acuapónicos, tales como el “Manual de producción del sistema acuaponía del Centro Agroempresarial y Acuícola” publicado por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (Garrido, Guevara y Martínez, 2020) o el documento técnico de la FAO, titulado “Producción de alimentos de acuaponía a pequeña escala – Cultivo integral de peces y plantas”, que se enfoca en la producción a pequeña escala (Somerville et al., 2022).

Otro caso particular es la propuesta realizada por Maldonado-Balaguera (2018), como parte de una tesis de investigación, ella propone establecer los componentes y las actividades que integran los sistemas de producción de acuaponía, para ser contemplados en los presupuestos públicos de inversión y en futuras administraciones gubernamentales, como parte de proyectos con enfoque social e incluyente que generen empoderamiento y mejora en la calidad de vida. En su estudio, identificó a través de un diagnóstico y encuestas, que la población de mujeres de la región de Yopal-Casanare, en Colombia, que han sido víctimas de un conflicto armado en el municipio (periodo 2013-2017), tienen la disponibilidad y desean ser parte activa de proyectos con estos enfoques.

Por otro lado, Goddek et al., (2015), menciona que la acuaponía tiene un gran potencial para el desarrollo económico a futuro, ya que la disponibilidad de recursos como la energía, los fertilizantes, insumos, etc., puede ser limitada y los costos del mercado tienden a aumentar, por ello, al desarrollar sistemas que implican ahorro y optimización de recursos, los beneficios al margen del proyecto acuapónico irán en aumento, es decir, entre más caro el insumo, mayor valor económico tendrá el recurso ahorrado, añadido a esto, existen políticas gubernamentales que fomentan la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente,

convirtiendo a proyectos como la acuaponía, susceptibles de recibir incentivos fiscales.

Lucha contra el hambre: alternativas

El problema del hambre en el mundo sigue siendo de los mayores retos en la Agenda 2030, el panorama global y la tendencia hacia el futuro no es positiva, según datos publicados el 2022, en un informe sobre la seguridad alimentaria y nutrición en el mundo, se tiene una estimación de 702 a 828 millones de personas en condiciones de subalimentación en el año 2021, equivalente en promedio a 103 millones más, con respecto al año 2019 y 2020, y se estima que para el 2030, el 8% de la población mundial padecerá hambre, lo que representa un retroceso en el cumplimiento del ODS 1 (FAO; FIDA; OMS; PMA; UNICEF; 2022). Por otro lado, existe el problema de la malnutrición, que se ve incrementada por la gran cantidad de alimentos considerados comida chatarra, disponibles ampliamente en el mercado y caracterizados por su bajo contenido de nutrientes y alta cantidad de azúcares, sal y grasas (Orjuela, 2017). La importancia de dietas saludables en el consumo de alimentos radica, entre muchas cosas, en la defensa contra enfermedades como la diabetes, las cardiopatías, e incluso el cáncer, así mismo, son necesarias para satisfacer las necesidades nutricionales del ser humano, que requiere proteínas de origen animal y vegetal, fibras, vitaminas y minerales. Es entonces, que se puede hablar de soberanía y seguridad alimentaria, cuando existe la disponibilidad de alimentos adecuados, acceso a los mismos y la permanencia de su consumo a lo largo del tiempo (Mariscal, Ramírez y Pérez, 2017). Una fuente importante son los productos alimenticios obtenidos del sector acuícola, que cuentan con los nutrientes esenciales necesarios para el consumo humano, esta actividad se ha extendido por el mundo y existe gran variedad de especies cultivadas, como en las formas de hacerlo, se calcula que hay cerca de 580 especies acuáticas que son utilizadas, todas susceptibles de emplearse en acuaponía, además, es una práctica llevada a cabo por personas en países de primer mundo como países en vías de desarrollo (FAO, 2013).

Ahora bien, una dieta equilibrada puede variar en función al contexto cultural, hábitos alimenticios y diversidad de los productos, sin embargo, los requerimientos y características para el consumo saludable son los mismos, tener acceso a frutas, verduras, cereales y proteínas. Ante los grandes retos que se enfrenta el mundo, el ODS que aborda esta problemática de manera directa es el número 2, cuyas metas van desde el 2.1 al 2.5 y 2.a, 2.b y 2.c, con un total de 8 metas, pero el resultado del análisis permitió identificar cuatro metas como las más importantes en términos de soberanía alimentaria, la meta 2.1, tiene como objetivo poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas a una alimentación sana, nutritiva y suficiente, durante todo un año, en particular, a las

personas en situación de pobreza y vulnerabilidad, la meta 2.2, es poner fin a todas las formas de malnutrición, la 2.3 trata de duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular de las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pescadores, entre otros, y la meta 2.4, que procura asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres. Cabe señalar, que la acuaponía contribuye al tema de la soberanía alimentaria al ser una tecnología que es transferida a minorías étnicas y poblaciones que, por carecer de algún servicio público o el acceso a los mercados, son consideradas vulnerables (Colorado y Ospina, 2019). Además, los cultivos a pequeña escala pueden ser implementados en espacios reducidos de zonas urbanas, permitiendo ser aplicado en condiciones ambientales locales, cuya producción contribuye a la seguridad alimentaria de cualquier persona de la sociedad (Sarmiento-Guevara, 2020). Dentro del potencial de la acuaponía, se tiene el aprovechamiento de especies autóctonas, que permiten incrementar la viabilidad técnica y económica de los cultivos, a través de la diversificación de productos, tal el caso de la producción de peces como el Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) que ha resultado una alternativa para la producción en acuaponía (González et al., 2021), y de gran variedad plantas, principalmente de hoja, donde se ha documentado la eficiencia de su crecimiento, siendo más de 150 especies vegetales diferentes que han demostrado buenos resultados (Emerenciano et al., 2015).

Se han realizado trabajos con el objetivo de comparar la producción acuapónica con otras tecnologías como la hidroponía, tal como lo hizo Quispe et al. (2018), quien demostró que el cultivo de lechuga acuapónica puede tener mayor rendimiento y menor concentración de nitratos en las hojas, lo que convierte a la planta en algo más saludable, además, la obtención de carne de pescado, convierte al sistema acuapónico en una tecnología más eficiente y productiva.

La acuaponía como agente para una educación de calidad

La educación y la enseñanza tienen un gran impacto al combatir la pobreza, la desigualdad, incluso es esencial para cumplir con los demás ODS, por ello la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (UNESCO), comprende la alfabetización no solo como un conjunto de competencias de lectura, escritura y cálculo, si no como algo que permita la identificación, comprensión, interpretación, creación y comunicación de una sociedad cada vez más informada, cambiante y digitalizada, contribuyendo a

empoderar a la población al permitir mejorar su desarrollo en el ámbito laboral, mejorar calidad de vida, reducir la pobreza, las desigualdades e incrementar las oportunidades de desarrollo sostenible y medios de subsistencia (UNESCO, 2022).

De tal modo, se hace indispensable incluir en los procesos de alfabetización las competencias científicas y tecnológicas que mejoren la realidad y el desempeño de la sociedad, a través de herramientas educativas con enfoque transversal y en modelos experimentales, donde se puedan interrelacionar las disciplinas de la Química, la Biología, Matemáticas, Geografía y Tecnología.

El Objetivo 4 de los ODS, es garantizar una enseñanza inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos, está desarrollado a través de 10 metas, enumeradas del 4.0 al 4.7 y del 4.a al 4.c. Dentro del análisis de la contribución de los sistemas acuapónicos a las metas del ODS 4, se pueden resaltar las siguientes: 4.4, cuyo propósito es aumentar las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales en el mayor número posible de jóvenes y adultos, y la meta 4.7, que tiene como objetivo asegurar que todos los alumnos indistintamente del nivel educativo, adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, cultura de paz, no violencia, los estilos de vida sostenible, diversidad cultural y ciudadanía mundial (ONU, 2020).

Bajo este escenario, la acuaponía es reconocida como un sistema estratégico educativo de enseñanza interdisciplinaria, que permite integrar en las estrategias pedagógicas, contenidos y técnicas novedosas de un modelo de producción sustentable real, propiciando una interacción entre los factores de aprendizaje en las dimensiones cognitivas, afectivas y psicomotoras, tal como lo señalan Martínez-Yáñez y Albertos-Alpuche (2014), quienes afirman que la acuaponía tiene ventajas al ser empleada como herramienta de aprendizaje en los niveles de educación medio superior y superior, debido a que su construcción, operación, mantenimiento y productos obtenidos, permiten desarrollar competencias tales como matemáticas, instrumentales, de comunicación, digitales, sociales e incluso el tratamiento de información. Por otro lado, Scaglione y Cerutti (2021), documentaron que el desarrollo de sistemas acuapónicos, junto con el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el ámbito universitario, genera un proceso de aprendizaje intergeneracional, donde la docencia se constituye como un trabajo interdisciplinario que produce conocimiento especializado y a su vez, motiva a los estudiantes a realizar nuevas prácticas de investigación desde diferentes áreas del conocimiento (Biotecnología, Calidad del Agua, Producción Agroalimentaria, etc.).

Por su parte, Jiménez (2016), expone los grandes alcances que tiene la acuaponía como herramienta educativa aplicada en las escuelas desde nivel primaria, secundaria, centros de estudios técnicos e institutos tecnológicos, ya

que permite un estudio transversal de diversas ciencias como la Biología, Química, Física, entre otras, de una forma vivencial y encaminado a la conservación del medio ambiente. Además, los distintos diseños que se pueden implementar para un sistema acuapónico requieren el estudio y conocimiento de procesos naturales como el ciclo del agua, del carbono, del nitrógeno, entre otros, así como el desarrollo y aprendizaje teórico de leyes como la física, las interacciones ecológicas, procesos químicos y cálculos matemáticos, permitiendo a los estudiantes poner de manera práctica el conocimiento (Colorado y Ospina, 2019).

Salud y medio ambiente

El desarrollo social y económico traen consigo el aumento en la demanda de alimentos, para atender esta necesidad, se han incrementado las actividades productivas del sector primario, tales como la agricultura y la acuicultura. Estas actividades generan un aprovechamiento desmedido de los recursos naturales y cuando son realizadas a través de métodos tradicionales, los impactos ambientales pueden ser muchos y muy variados. En el caso de la agricultura, ha sido necesario el aumento de hectáreas para cultivo, provocando impactos como la deforestación, erosión del suelo, agotamiento de acuíferos, emisión de gases efecto invernadero derivado del consumo de combustibles, pérdida de la diversidad genética y el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas (Reyes-Palomino y Ccoa, 2022), por otro lado, la acuicultura puede causar efectos negativos al ambiente como resultado de la acumulación de subproductos metabólicos de las especies cultivadas en grandes volúmenes de agua, tales como el nitrógeno total, nutrientes que posteriormente impactan a cuerpos receptores como lagunas costeras, marismas, ríos, lagos, presas, causando procesos de eutrofización, derivando en alteraciones de calidad del agua, afectando la biodiversidad (Ovando, 2013; González, Duque y Sánchez, 2022). Para disminuir los impactos ambientales sin comprometer la producción de alimentos, es necesario desarrollar nuevos enfoques que integren las tecnologías como la acuaponía, que permitan lograr productividad con un impacto ambiental mínimo (Martins et al., 2010).

Con respecto a los ODS, la salud y el cuidado del medio ambiente y su asociación con la acuaponía, se expone a través de 6 objetivos de la Agenda 2030, el primero es el ODS 3, que busca garantizar y promover los bienes y la vida sana de todas las personas, haciendo referencia a las enfermedades y muertes asociadas con la contaminación del agua, el suelo, el aire, así como el uso de productos químicos peligrosos, otro ODS es el 6, que trata sobre la gestión sostenible del agua, su disponibilidad y el saneamiento, todo a través de la reducción de la contaminación, de minimizar emisiones de químicos y materiales

peligrosos, aumentar el reciclado y tratamiento de aguas, de reducir las aguas residuales sin tratar, aumentar el uso eficiente el agua, disminuir el estrés hídrico y proteger los cuerpos de aguas naturales, tales como ríos, lagos, embalses, etc. El ODS 11, tiene como objetivo lograr que los asentamientos humanos y las ciudades sean más resilientes y sostenibles, y sus metas se dirigen a reducir el impacto ambiental asociado a los desechos y la calidad del aire.

Por otro lado, el ODS 12, busca generar modalidades de consumo y producción sostenibles a través el uso eficiente de los recursos naturales, promover el reciclado, la reutilización y los estilos de vida con armonía hacia la naturaleza, el ODS 14, tiene dentro de sus metas, prevenir y reducir la contaminación mariana en cualquiera de sus formas, y por último, el ODS 15, que menciona a la protección, el restablecimiento y la promoción del uso sostenible de los ecosistemas terrestres, que incluye detener la degradación de suelos, la pérdida de biodiversidad y la desertificación.

La acuaponía, atiende en sus diversos diseños y características, alguna de las metas de los objetivos antes mencionados y se han documentado tales aportaciones, por ejemplo, un trabajo publicado por Tomlinson (2016), discute el potencial de la acuaponía como una opción para la agricultura urbana, argumentando que la revitalización de estructuras abandonadas genera un beneficio a la salud pública, y hace hincapié que es responsabilidad de los gobiernos promover ordenanzas de zonificación y códigos de construcción, que permita incorporar a la acuaponía como agente generador de bienestar para la comunidad, en este trabajo se expone a la acuaponía como tecnología que contribuye a crear asentamientos humanos más sostenibles.

En cuanto al uso eficiente de los recursos, los sistemas acuapónicos de recirculación reducen el desperdicio de agua, al funcionar como sistemas de tratamiento a través de los biofiltros, se evitan las descargas de nutrientes que pueden resultar en daños ecológicos graves, tales como la eutrofización, que afectan ríos, lagos y aguas costeras, provocando zonas muertas incluso en los océanos (Dybas, 2005), además, para algunas regiones, disminuir la demanda de agua, implica bajar la presión de consumo sobre acuíferos, es por esto que el ahorro comparado con la agricultura convencional, puede ser mayor al 90%, y el impacto ambiental puede ser casi nulo. Cabe señalar que esto varía en función a las condiciones climáticas, el tipo de cultivo y la eficiencia del sistema, sin embargo, la acuaponía es una práctica segura y sostenible (Bernstein, 2011).

Otros beneficios sobre el medio ambiente que la acuaponía presenta, es sobre el uso del suelo, ya que este, en algunos casos, es sustituido por sustratos, y según la técnica empleada, el espacio es optimizado evitando requerir grandes extensiones, además, al desarrollarse el cultivo sobre agua o sustratos inundados, se evitan problemas como la salinización y el anegamiento de tierras de cultivo, también se reduce el uso de fertilizantes y plaguicidas, lo que implica beneficios

a la salud por obtener una producción orgánica y saludable (Colorado y Ospina, 2019).

Algunos trabajos han demostrado que, en función al espacio, la producción acuapónica puede ser siete veces mayor comparado con la agricultura tradicional evitando de manera indirecta la deforestación. Los sistemas acuapónicos, en sus condiciones óptimas de funcionamiento, evitan impactos que se generan por las actividades acuícolas y agrícolas convencionales, además, pueden ser un elemento decorativo y de gran atractivo visual (Martínez, 2013).

En la Tabla 1 se muestra el listado de los ODS (11 en total) mencionados en el presente documento y algunas características de los proyectos de acuaponia que tienen incidencia.

Tabla 1. Identificación de los impactos positivos de la acuaponia, en los ODS

ODS	Características de la acuaponia
ODS 1: Fin de la pobreza	<ul style="list-style-type: none">• Puede ser creado como un emprendimiento social: genera un bien común, propiciando de manera sustentable un valor social sostenible, económico y humano.• Es considerada una alternativa de producción viable en términos de autoconsumo.
ODS 2: Hambre cero	<ul style="list-style-type: none">• Contribuye al tema de la soberanía alimentaria al ser una tecnología que es transferida a minorías étnicas y poblaciones vulnerables.• Los cultivos a pequeña escala pueden ser implementados en espacios reducidos de zonas urbanas.• Permite el aprovechamiento de especies autóctonas.• Existe gran variedad plantas vegetales que pueden ser cultivables en acuaponia.• La obtención de carne de pescado convierte al sistema acuapónico en una tecnología más eficiente y productiva.
ODS 3: Salud y bienestar	<ul style="list-style-type: none">• Se puede producir alimentos orgánicos (sin el uso de fertilizantes y plaguicidas).• Obtención de productos más saludables (concentración de nitratos en las hojas).
ODS 4: Educación de calidad	

- Es reconocida como un sistema estratégico educativo de enseñanza interdisciplinaria, permite integrar en las estrategias pedagógicas, contenidos y técnicas novedosas de un modelo de producción sustentable real propiciando una interacción entre los factores de aprendizaje en las dimensiones cognitivas, afectivas y psicomotoras.
- Tiene ventajas como herramienta de aprendizaje que permite desarrollar competencias de matemáticas, instrumentales, de comunicación, digitales, sociales y de tratamiento de información.
- Se pueden complementar con tecnologías de la información y comunicación (TIC) y generar un proceso de aprendizaje intergeneracional.
- Como herramienta educativa aplicada, permite un estudio transversal de diversas ciencias como la Biología, Química, Física, entre otras, de una forma vivencial y encaminado a la conservación del medio ambiente.
- Su implementación requiere el estudio y conocimiento de procesos naturales como el ciclo del agua, del carbono, del nitrógeno, el desarrollo y aprendizaje teórico de leyes como la física, las interacciones ecológicas, procesos químicos y cálculos matemáticos.
- Permite poner en práctica el conocimiento especializado y realizar nuevas prácticas de investigación desde diferentes áreas del conocimiento (Biotecnología, Calidad del Agua, Producción Agroalimentaria, etc.).

ODS 5: Igualdad de género

- Puede ser desarrollado a escalas comunitarias, con enfoques de género y humanizando el manejo, para generar productos saludables y de consumo familiar.
- En función al diseño, puede ser fácil de operar por cualquier persona, lo que permite ser implementado en los hogares.
- Los componentes y actividades que integran su construcción, operación y mantenimiento, pueden contemplarse en presupuestos de inversión públicos, con fines de inclusión social.
- Existen manuales disponibles en la web de forma gratuita, que facilitan el aprendizaje, construcción, operación y mantenimiento de sistemas acuapónicos.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento

- Los sistemas acuapónicos de recirculación (RAS), reducen el desperdicio de agua.
- La implementación de sistemas de tratamiento (biofiltros) reduce la contaminación del agua.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

- Se pueden implementar con fines económicos y de autoempleo a través de la variedad de diseños y tamaños, desde sistemas de pequeña escala con
-

acuarios, hasta la implementación de tecnología de última generación a gran escala.

- La producción puede variar en cuanto a los organismos y plantas cultivadas, lo que implica diversidad en la oferta de productos.
- La implementación de sistemas acuapónicos requiere la adquisición de insumos como semillas, alevines, alimento, suplementos, equipos, etc., propiciando una cadena de valor y de suministro diversa.
- Tiene un gran potencial para el desarrollo económico a futuro, debido al ahorro de recursos, los beneficios al margen del proyecto pueden ir en aumento.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

- Es una opción de agricultura urbana y puede integrarse a ordenanzas de zonificación y códigos de construcción, contribuyendo a crear asentamientos humanos más sostenibles.
- A través de sus diversos diseños y características, puede ser un elemento decorativo y de gran atractivo visual.

ODS 12: Producción y consumo responsables

- La disminución en la demanda de recursos como el agua, implica baja presión de consumo, con ahorro del 90% comparado con sistemas productivos convencionales.
- En términos de espacio, la producción de vegetales acuapónicos puede ser siete veces mayor, comparada con técnicas de cultivo agrícolas tradicionales.
- El requerimiento de insumos como fertilizantes y plaguicidas, puede ser nulo.

ODS 14: Vida Submarina

- Se pueden evitar las descargas de agua residuales, que pueden resultar en daños ecológicos graves, tales como la eutrofización, que afectan aguas costeras, provocando zonas muertas incluso en los océanos.
- Los sistemas controlados, disminuyen la posibilidad de introducir plagas y enfermedades a ecosistemas marinos.

ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

- El uso de suelo con fines agrícolas puede ser menor, comparado con la agricultura tradicional, evitando de manera indirecta la deforestación.
 - El desarrollo de cultivos sobre agua o sustratos inundados (fracción hidropónica, dentro de la acuaponía), pueden evitar problemas como la salinización y el anegamiento de tierras de cultivo.
 - La disminución en el uso de espacios, recursos hídricos y generación de residuos, evita la contaminación y permite la conservación de ecosistemas terrestres.
-

- La producción acuapónica disminuyen la posibilidad de introducir especies exóticas invasoras que afectan la biodiversidad.
-

Fuente: Elaboración propia, a través de investigación documental citada en el presente documento.

CONCLUSIONES

La población mundial fue azotada por una pandemia que dejó daños sin precedentes, causó afectaciones a la economía y el desarrollo social, sin mencionar los efectos sanitarios, puso de manifiesto la vulnerabilidad socioeconómica global. Además, el mundo atraviesa un cambio climático, que incluye serios impactos ambientales negativos, acrecentando los efectos de la pandemia en todos los ámbitos. La necesidad de atender estas problemáticas y disminuir los efectos de estas crisis, requieren aún más el cumplimiento de la A2030 y los 17 ODS, el reto ahora, es desarrollar las formas para contribuir a la observancia de sus metas, una estrategia es el desarrollo de tecnologías sostenibles como la acuaponía, que, por sus características, puede ser empleada en muchos ámbitos de la vida humana, impactando de manera positiva en los ODS. También tienen el potencial de ser integrados en planes y programas regionales de acción a corto, mediano y largo plazo, dirigido a territorios indígenas, especialmente a la Región Yoreme, que tiene confluencia con el sur de Sonora, suroeste de Chihuahua y el norte de Sinaloa, y son un sector de la población significativamente vulnerable, considerando las continuas sequías que se han presentado en esta región, donde, además, no se tienen antecedentes del uso de esta tecnología acuapónica.

Aún existe un vacío de conocimiento sobre la diversidad de sistemas acuapónicos que se pueden desarrollar, ya que su diseño, componentes y objetivos, varía en función a los factores que influyen en su eficiencia, aun así, la competitividad como medio de producción de alimentos, herramienta de enseñanza y desarrollador económico, está comprobado.

AGRADECIMIENTOS

David Valdez Martínez es becario de Doctorado de CONACyT. Pedro Hernández-Sandoval desea agradecer a la Universidad Autónoma de Occidente por uso de instalaciones y facilidades.

LITERATURA CITADA

- Bernstein, S. (2011). *Aquaponic Gardening: A Step-by-Step Guide to Raising Vegetables and Fish Together*. Gabriola Island, BC, Canada: New Society Publishers.
- Colorado, G. M. A. y Ospina, O. M. (2019). *La acuaponía como herramienta de formación en tiempos de paz*. Mosquera, Colombia: SENA, Centro de Biotecnología Agropecuaria.
- Dybas, C. L. (2005). Dead zones spreading in world oceans. *BioScience*, 55(7), 552-557. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0552:DZSIWO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0552:DZSIWO]2.0.CO;2)
- Emerenciano, M. G., Mello, G. L., Pinho, S. M., Molinari, D., y Blum, M. N. (2015). *Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura*. *Panorama da Aquicultura*, 25(147), 24-35.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. 2022. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022*. (Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles.). Roma. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0639es>
- Futuro en Común. (2018). *Una Agenda 2030 transformadora para las personas y el planeta. Propuestas para la acción política*. (Informe desde la sociedad civil). Recuperado de: <https://futuroencomun.net/informe-de-la-agenda-2030-una-mirada-desde-la-sociedad-civil/>
- Garrido W. E. R., Guevara R. C. P. y Martínez, L. M. (2020). *Manual de producción del sistema acuapónico del Centro Agroempresarial y Acuícola*. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. ISBN: 978-958-15-0712-2.
- Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K. V., Jijakli, H., y Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of sustainable and commercial aquaponics. *Sustainability*, 7(4), 4199-4224. DOI: <https://doi.org/10.3390/su7044199>
- González, A. O., González, L., Comolli, J. A., Santinón, J. J., Agüero, C., y Roux, J. (2021). *Parámetros Productivos de dos Especies de Peces Autóctonos (Piaractus mesopotamicus y Prochilodus lineatus) en un Sistema Acuapónico con Lechuga (Lactuca sativa sp)*. *Agrotecnia*, (31), 43-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/agr.0315815>
- González, L. A. E., Duque, N. G., y Sánchez, D. I. Á. (2022). *Cambios ambientales en agua y sedimentos por acuicultura en jaulas flotantes en el Lago Guamuez, Nariño, Colombia*. *Acta Agronómica*, 71(1). <https://doi.org/10.15446/acag.v71n1.98924>

- Guzmán V. A. y Trujillo-Dávila, M. A. (2008). Emprendimiento social-revisión de literatura. *Estudios gerenciales*, 24(109), 105-123.
- Jiménez, A. (2016). Acuaponía: Herramienta educativa para el aprendizaje transversal de las ciencias. *Ciencia y desarrollo*, 16(2), 83-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v16i2.1113>
- Lara-Figueroa, H. N. y García-Salazar, E. M. (2019). Prevalencia de enfermedades asociadas al uso de agua contaminada en el Valle del Mezquital. *Entreciencias*. 7(21): 91-106. DOI: <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21>
- Llanos Hernández, L., & Santacruz de León, E. E. (2018). La soberanía alimentaria y el riesgo ambiental en la construcción social del territorio rural en San Juan Ixtenco, Tlaxcala. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, (72), 67-100. DOI: 10.5154/r.textual.2017.72.006
- Maldonado-Balaguera, N. Y. (2018). Proyecto de seguridad alimentaria soportado en la producción agropecuaria sostenible (caso: mujeres víctimas del conflicto armado en el municipio de Yopal-Casanare, período 2013-2017) (Tesis maestría). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Yopal, Casanare.
- Martínez-Yáñez, R., y Albertos-Alpuche, P.J. (2014). La acuaponía como herramienta didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología. En memorias del IV Congreso Internacional de Educación Superior. Universidad de Chiapas, CECAR, SEP, AUDI, etc. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Noviembre 19-21, 212-222. DOI: 10.13140/2.1.2680.9129
- Martínez, Y. R. (2013). La Acuaponía como alternativa de producción agropecuaria sostenible ¿Una posibilidad para tener en casa? *REDICINAYSA®*, 2(5), 16.
- Mariscal M. A., Ramírez M. C. A., y Pérez S. A. (2017). Soberanía y Seguridad Alimentaria: propuestas políticas al problema alimentario. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, (69), 9-26.
- Martins, C. I. M., Eding, E. H., Verdegem, M. C., Heinsbroek, L. T., Schneider, O., Blancheton, J. P., y Verreth, J. A. J. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural engineering*, 43(3), 83-93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.09.002>
- Millares, N., Pérez, L., Ceballos, B. J., Flores, E. R., y Isla, M. (2017). Un método alternativo para incrementar la productividad en el cultivo acuícola-agrícola en proyectos comunitarios con enfoque de género: la acuaponía. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. vol. 34, No. 2.

- Naciones Unidas (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Ovando, S. M. (2013) La acuicultura y sus efectos en el medio ambiente. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 61-80. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a04
- Organización de las Naciones Unidas (2016). Objetivos de Desarrollo del Milenio. <https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-de-desarrollo-del-milenio/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura. (2022, 24 de junio). Que debes saber sobre la alfabetización. <https://www.unesco.org/es/literacy/need-know>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). Papel de la FAO en la acuicultura: Desarrollo de la acuicultura. Recuperado de <https://www.fao.org/fishery/en/aquaculture>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). La FAO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.fao.org/home/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- Orjuela, R. (2017). ¿Qué es la comida chatarra? *Asociación colombiana de educación al consumidor*, 4(1), 4-5.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2016, 10 de septiembre). Objetivos de Desarrollo Sostenible: Antecedentes. <https://www.undp.org/content/undp/es/home.html>
- Podestá, A. (2020). Gasto público para impulsar el desarrollo económico e inclusivo y lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago, España.
- Quispe, E. W. A., Tapia, M. L., Pezoa, A. B., Laguna, O. T., Gonzales, J. W., y Contreras, V. H. E. (2018). Evaluación de la concentración de nitratos, calidad microbiológica y funcional en lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en los sistemas acuapónico e hidropónico. In *Anales científicos*. 79 (1). DOI: <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1145>
- Reyes-Palomino, S. E., y Cano-Ccoa, 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>.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. y Lovatelli, A. (2022). Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala – Cultivo integral de peces y plantas. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. No. 589. FAO, Roma. DOI: <https://doi.org/10.4060/i4021es>
- Sarmiento-Guevara, G. A. (2020). Acuaponia Implementación de un modelo acuapónico para el control y monitoreo mediante herramientas TIC´S e IOT en un cultivo modular en Villavicencio. Documentos de Trabajo ECBTI, 1(2).
- Scaglione, M. C., y Cerutti, R. D. (2021). E-Extensión universitaria, una herramienta para difundir el modelo acuapónico para contribuir a la innovación en la producción de alimentos orgánicos, con baja huella de carbono y agua. Universidad en Diálogo: Revista de Extensión, 11(2), 11-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/udre.11-2.1>
- Tomlinson, L. (2015). Aquaponia cubierta en edificios abandonados: una posible solución a los desiertos de alimentos. Sustainable Development Law & Policy, 16, 23.

SÍNTESIS CURRICULAR

David Valdez Martínez

Egresado de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, con el Título de Ingeniero Ambiental y Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente por el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional. Profesor adscrito al Departamento de Ingeniería y Tecnología, en el programa educativo de Ingeniería Ambiental. Actualmente estudiante del programa de Doctorado en Sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, programa dentro del PNPC del Conacyt. Correo: david.martinez@uadeo.mx.

Jorge Soto Alcalá

Profesor de Tiempo Completo adscrito al Departamento Académico de Ciencias Naturales y Exactas y al Programa Educativo de Biología de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, es Biólogo por la Universidad de Occidente, cuenta con Maestría en recursos Naturales y Medio

Ambiente en el área de Biotecnología agrícola por el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN) y doctorado por la Universidad Autónoma de Sinaloa y CIIDIR IPN dentro del programa de posgrado en recursos acuáticos (CONACYT) en el área de biotecnología acuícola (2015-2019). Es miembro honorífico del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT), es Candidato al Sistema Nacional de Investigadores (SNI-C), perfil deseable PRODEP. Jorge.soto@uadeo.mx.

Pedro Hernández Sandoval

Profesor de Tiempo Completo adscrito al Departamento Académico de Ciencias Naturales y Exactas y al Programa Educativo de Biología de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, es Biólogo acuático por el Instituto Tecnológico de Los Mochis, con Maestría en recursos Naturales y Medio Ambiente en el área de Acuicultura por el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN) y Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias en el área de Pesquerías otorgado por la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit. Es miembro del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT), del Sistema Nacional de Investigadores (S.N.I. 1), perfil deseable PRODEP, y miembro del Cuerpo Académico Ciencia Ambiental y Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales. pedro.hernandez@uadeo.mx.

HABILIDAD Y SALUD EN ESPACIOS INTERIORES DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, MEDIANTE LA PERCEPCIÓN DE SUS HABITANTES

HABILITY AND HEALTH IN INTERIOR SPACES OF DWELLINGS OF SOCIAL INTEREST, THROUGH THE PERCEPTION OF ITS INHABITANTS

Paula María **Guevara-Fierro**¹; María del Carmen **Martínez-Valenzuela**² y Gonzalo **Bojórquez-Morales**³

Resumen

Las características y cualidades de espacios interiores de viviendas sus sensaciones físicas y ambientales, contribuyen a definir su percepción sobre el lugar que se habita y establecer lineamientos de habitabilidad y diseño apegados a los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) 2030, relacionados con el humano en todas sus actividades para su bienestar y salud establecido en el objetivo 3 y de acuerdo al objetivo 11, es necesario tener una vivienda digna para habitar. El propósito de la investigación fue analizar los factores de percepción térmica y ambiental para la habitabilidad en espacios interiores de viviendas de interés social y posibles daños a la salud humana, en tiempo post COVID-19, en zona urbana. Las variables fueron: temperatura, humedad, viento, iluminación, ruidos y dióxido de carbono (CO₂), las cuales se consideraron para el estudio de

preferencias, desarrollado en Los Mochis, Sinaloa. Los sujetos de estudio fueron los residentes de los conjuntos habitacionales Infonavit Macapule y Palos Verdes, donde se realizó la encuesta enfocada en los siguientes apartados; datos del habitante, consideraciones de la vivienda y salud, condiciones; térmicas, luz, sonido y olores dentro de la vivienda, con respuestas de escala de Rensis Likert, para estimar las variables mediante un análisis estadístico descriptivo con asociación de frecuencias y diferencias en su comportamiento. Los resultados mostraron diferencias significativas en el nivel de percepción, experiencia y adaptación ambiental, lo cual permitió identificar que la percepción se encontró fuera de los rangos de confort y con mayor propagación en afectación a la salud.

¹ ORCID: 0009-0004-3213-9880

² ORCID: 0000-0003-1784-9986

³ ORCID: 0000-0001-9303-9278

Palabras clave: habitabilidad, vivienda, salud.

Abstract

The characteristics and qualities of the interior spaces of houses, their physical and environmental sensations, contribute to define their perception of the place they inhabit and establish habitability and design guidelines attached to the sustainable development objectives (SDG) 2030, related to all human activities for their well-being and health established in objective 3 and according to objective 11, it is necessary to have decent housing to inhabit. The purpose of the research was to analyze the factors of thermal and environmental perception for habitability in interior spaces of social interest housing and possible damage to human health, in post-COVID-19 time, in urban areas. The variables were: temperature, humidity, wind, lighting,

noise, and carbon dioxide (CO₂), which were considered for the study of preferences, developed in Los Mochis, Sinaloa. The study subjects were the residents of the Infonavit Macapule and Palos Verdes housing complexes, where the survey focused on the following sections was carried out; inhabitant data, housing and health considerations, conditions; thermal, light, sound and odors inside the home, with Rensis Likert scale responses, to estimate the variables through a descriptive statistical analysis with association of frequencies and differences in their behavior. The results showed significant differences in the level of perception, experience and environmental adaptation, which allowed us to identify that the perception was found outside the comfort ranges and with a greater spread in terms of health effects.

Keywords: habitability, housing, health.

INTRODUCCIÓN

Se comprende la habitabilidad como la relación entre el humano y su entorno, es la capacidad de generar un espacio, protegido y confortable que origine calidad de vida (Casals, Arcas y Cuchí, 2013). El estudio con enfoque en percepción ambiental y salud para el usuario de espacios interiores en viviendas de interés social, sirve como referencia para establecer la relación entre el habitante y las condiciones de preferencia habitables, puede implicar impactos económicos y sociales para sus habitantes (Bojórquez, 2010).

En una vivienda son diversos factores los que intervienen referidos a bienestar y ambiente confortable, implica tener en cuenta factores térmicos, así como la percepción de ruido, luz y acústica, que producen diversos efectos y consecuencias sobre los habitantes (Abdul, 2019; Cruz, 2018; Jiménez, De Hoyos, Romero, Alvarez y Ocaña, 2015).

Una mala condición de habitabilidad expone a los habitantes a una serie de riesgos para la salud (OMS, 2018). Cuando una vivienda presenta carencias en los factores de habitabilidad por condiciones ambientales y climáticos, repercute en el estrés térmico, así como en el bienestar (Miguel-Velazco, López y Miguel-Cruz, 2022). La función que tiene el hogar para la familia es de vital importancia,

en la satisfacción humana y vinculación con bienestar (López de Asiain, Valladares y Chavez 2015).

En el año 2020, los hogares se convirtieron en un espacio de confinamiento por pandemia COVID-19 (Ochoa y De la Torre 2021). Por lo cual se generó mayor prevención en morbilidad de virus, por los acontecimientos antes mencionados, además informes de ONU Hábitat (2020) determinan que 2.200 millones de personas habitan viviendas sin saneamiento, lo anterior incrementa la dispersión de microorganismos que se encuentran y transmiten dentro de los espacios (Millán, Herrera, López-Rubio y Torres, 2021; UN HABITAT 2020).

Las estrategias de adecuación ambiental y climática en edificaciones, para la toma de decisiones en construcción y diseño de espacios, debe implementar el comportamiento de los habitantes referido a la sensación de aspectos ambientales y de salud (Organization 2018; Rincón, Bojórquez, Calderón y Fuentes, 2017). Lo anterior da pauta para inferir en el grado de percepción del habitante, sobre las condiciones en que habitan sus viviendas y posibles mejoras (Santillán 2017). El enfoque en adecuación de espacios interiores en viviendas por medio de variables ambientales, enfatizan la necesidad de calidad de vida del habitante en las edificaciones (Organista,2019).

El Programa de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (ONU Hábitat) señala que la habitabilidad de espacios se relaciona con características y cualidades de un entorno social y ambiental, que contribuyen a mejorar la calidad de vida para todos, al proporcionar vivienda asequible y segura para un ambiente tranquilo y confortable (ONU-Habitat, 2021). En México el 38.4% habita en vivienda no adecuada, además se enfrentan retos y acciones para colocar la vivienda en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2030), para situar a sus habitantes en primer plano y reducir su vulnerabilidad física por condiciones de hacinamiento y climáticos (ONU-Habitat, 2019).

El estudio realizado sobre espacios domésticos de interés social, planteó explorar la habitabilidad para conjuntos habitacionales y generó información para viviendas de interés social donde se relaciona la subsistencia e identidad en espacios del interior, se demostró que existe un nivel de influencia positiva que propicia un ámbito espacial con niveles de bienestar para el requerimiento humano (Organista, 2019).

Un sistema de indicadores en vivienda de interés social y su contexto realizado en México, ver Tabla 1, estableció la pauta para analizar la problemática y mejorar la calidad de vida en viviendas, se mostró una falta de rehabilitación del parque habitacional y se recomienda que se cumpla con el objetivo de un entorno adecuado con vivienda digna, para los mexicanos y se considere el análisis de habitabilidad dentro de los planes de vivienda (Peña, García y Bojórquez, 2017).

Tabla 1. Determinación de valores para el índice de habitabilidad en vivienda social

Dimensiones	Indicador	Proporción/ indicador	Peso/Dimensión
Cohesión social	Empleo, educación	Dato 15%	30%
Cohesión social	Confianza, seguridad, permanencia	Percepción 15%	
Urbana	Área verde por habitante, movilidad	Dato 10%	20%
Urbana	Satisfacción de área verde, servicios generales	Percepción 10%	
Vivienda	Propia, hacinamiento	Dato 30%	50%
Vivienda	Temperatura, ambiente lumínico, acústico y calidad de aire interior		
Vivienda	Satisfacción uso de vivienda, ambiente térmico, lumínico, acústico y olfativo	Percepción 20%	

Fuente: Peña, García y Bojórquez, (2017).

Los estudios anteriores contribuyen a presentar soluciones de bienestar permite identificar posibles afectaciones, al considerar la adaptación del habitante, sin embargo, existe un vacío para enfocar los factores de habitabilidad y vivienda adecuada para la salud, que consideren la percepción dentro de espacios viviendas en tiempo de post COVID-19 y morbilidad bajo condiciones ambientales. (Miguel-Velasco, López y Miguel-Cruz 2022).

A partir del crecimiento poblacional aumentaron los requerimientos de desarrollo urbano, lo cual incrementó la vivienda, se enfatizó durante la década de los 70, en la cual surge el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para Trabajadores (Infonavit) promulgándose la Ley del Infonavit, en 1972, para dar cumplimiento al derecho a la vivienda de los trabajadores y generar una mejor solución habitacional, periodo en el que se ejecutaron conjuntos habitacionales de interés social (INFONAVIT, 2022).

Por lo tanto, la investigación consideró viviendas construidas en el periodo antes mencionado, se tomó en cuenta condiciones similares en dimensión espacial y ubicación, situadas en el parque habitacional Infonavit Macapule y Palos Verdes de la zona urbana de Los Mochis, Sinaloa. El objetivo de este trabajo es presentar un análisis descriptivo de factores de percepción térmica y ambiental para la habitabilidad de espacios interiores en viviendas de interés

social y posibles daños a la salud humana, en tiempo post COVID-19, para clima cálido seco. De tal manera que contribuya en el objetivo 11, de los Objetivo de Desarrollo Sustentable 2030 (ODS 2030), en cumplimiento de una vivienda adecuada para todos, con el propósito de reducir el número de personas afectadas y disminuir riesgos ambientales derivados del cambio climático, haciendo énfasis salud humana y adaptación para “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (Joost y Smith 2015).

Factores de habitabilidad para la vivienda

Los factores ambientales relacionados en aspectos climáticos, generan al habitante diversos tipos de estrés climático en el entorno residencial, son parte de los requerimientos de habitabilidad, su enfoque se relaciona al confort higrotérmico de la actividad humana, definido como la situación donde las personas manifiestan satisfacción con el ambiente que los rodea (Espinosa y Cortés, 2015).

Para la convivencia humana y sus entornos a nivel vivienda, la implementación de calidad espacial, significa tener buenas condiciones de vida y un alto grado de bienestar (Palomba, 2002).

La crisis ambiental actual que enfrenta la humanidad es debido a transformaciones de los sistemas de producción. Por tal motivo Casals (2013), define que la habitabilidad es básica para la edificación, debido a que se enfoca en satisfacer las necesidades del usuario en sus espacios de forma social y ambiental y establece cuatro factores a considerar, ver Tabla 2 (Casals, Arcas y Cuchí, 2013).

De acuerdo con Barrera (2023), menciona que la habitabilidad ambiental comprende la condición satisfactoria del ambiente térmico, acústico, lumínico, olfativo, físico espacial, psicológico y social (Barrera, 2023). Estas condiciones están determinadas por las características físicas de la vivienda, la percepción que tienen las personas para analizar sus espacios, como medios para la satisfacción de necesidades humanas (Organista, 2019).

Todo espacio contiene actividades, modos de vida y la forma de cómo son percibidos en sus niveles de comodidad, iluminación, ventilación necesaria, para darle a los habitantes un hogar seguro y cómodo, esta situación a menudo equiparada con el término de bienestar (Casals, Arcas y Cuchí 2013; Organista, 2019).

Tabla 2. Enfoque de diversos factores que incluyen la habitabilidad según; Casals, Arcas y Cuchí

Habitabilidad	Características
a) Expresada sobre condiciones materiales	La habitabilidad se expresa directamente desde la definición de requerimientos sobre parámetros constructivos, sobre espacios, equipamientos, instalaciones y suministros, sin una ordenación explícita de las necesidades básicas a cubrir en sus espacios interiores.
b) Identificada con un ilimitado abanico de modelos de vivienda	Se encuentra identificada con un ilimitado modelo de vivienda destinados no solo a albergar a un perfil restringido de habitantes, sino a responder a un tipo de convivencia, implica el aspecto cultural y social.
c) Determinada como parte de la salud espacial	Se expresa como marco de aplicación de sus implicaciones a la salud, sin tener en cuenta que las distintas funciones que están determinadas a factores ambientales

Fuente: Casals, Arcas y Cuchí (2013).

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El valorar la capacidad de percepción en respuesta de sujetos en condiciones similares de: dimensión espacial, estrato económico, nivel social, que habitan viviendas de interés social, se estableció en base a los lineamientos de datos en diseño de la encuesta basada en escala linkert, tipo de receptor, aplicación de cédula, reacciones observadas y nivel de análisis descriptivo, los requisitos coinciden con el enfoque de adaptación, se determinó el diseño de la investigación basada en correlaciones, por consiguiente, se dispuso el estudio de tipo “no experimental”. Respecto al periodo de estudio fue de tipo transversal, debido a que el análisis se realizó en un solo tiempo y el fenómeno analizado fue la percepción del habitante de factores ambientales para la habitabilidad y morbilidad en post COVID-19 en viviendas de clima cálido seco.

Caso específico

La investigación de habitabilidad en viviendas tiene características en la que se requiere recolección de datos y se realiza en el tiempo donde ocurre el fenómeno (Arias Gonzales 2020).

En cuanto al lugar del trabajo se realizó al noroeste de la ciudad de Los Mochis Sinaloa, la cual se encuentra en Latitud $25^{\circ}33'50''$ N y longitud $108^{\circ}46'00''$ O, con una altura de 10 msm., se tienen registro de temperaturas máxima anual de 48°C y mínima anual de 18°C , ver Figura 1 (CONAGUA 2022; IMPLAN 2015).

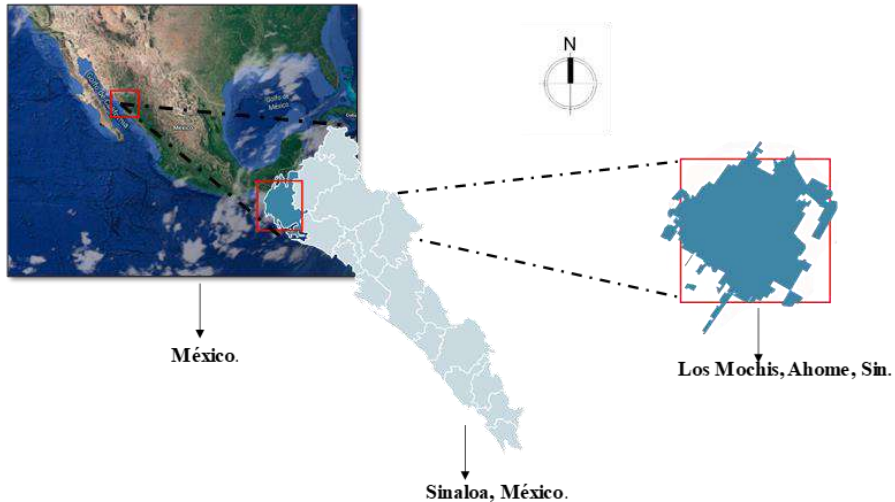


Figura 1. Localización del estudio.

Fuente: Google maps (2023).

Variables ambientales

Rincón (2017), menciona que las necesidades ambientales son cambiantes para el habitante y son determinadas por condiciones en las que se encuentre. (Rincón, Bojórquez, Calderón y Fuentes, 2017). Lo anterior fue tomado en cuenta para la recolección de datos en el presente estudio, y se establecieron elementos que intervinieron como factores ambientales de habitabilidad para su percepción (Urías, 2019).

Para las variables ambientales se revisaron trabajos de investigación con el enfoque de habitabilidad y adaptación, como Abdul (2019) y Arjona (2017) analizaron espacios interiores con variables ambientales de iluminación, sonido y calidad del aire. (Abdul, 2019; Arjona Villicaña et al. 2017). En otros estudios Fabbri y Tronchin (2015) reportaron calidad de aire (CO_2), para espacios interiores y sus efectos en relación con temperatura humedad y viento (Fabbri y Tronchin 2015). García Gómez y colaboradores (2011), enfocan su estudio en percepción del ambiente con dos tipos de viviendas donde sus residentes

manifiestan las sensaciones percibidas. Además, se consideraron la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE 55), que determina condiciones de ambiente térmico para ocupación humana y Organización Internacional de Normalización, (ISO 7730) establece la condición de sensación térmica mental en la que se expresa la satisfacción del ambiente térmico (ASHRAE, 2019; ISO 7730, 2006).

El enfoque de adaptación considera en su análisis factores ambientales que influyen en el habitante y su percepción de espacios interiores de viviendas (Jirón et al. 2004; Rincón-Martínez et al. 2017).

Las variables ambientales que intervienen en el estudio son: temperatura, humedad, viento, sonidos, iluminación y calidad del aire por dióxido de carbono (CO₂). A continuación, se desglosan:

- a) Habitabilidad térmica con referencia a condiciones de adaptación del organismo a ambientes térmicos estresantes (frío y calor) se presentan diferentes respuestas de termorregulación como escalofríos y sudoración lo cual representa el fenómeno de aclimatación.(García-Gómez et al. 2011).
- b) Habitabilidad lumínica referido a condiciones de presencia de iluminación, en la percepción ambiental de tipo natural o artificial, por medio de condiciones de recepción del espectro de luz en espacios interiores de la vivienda con implementación de sistema de servicio (Barraza, Íñiguez-Ayón, Íñiguez-Sepúlveda y Bojórquez, 2022; Rodríguez Viqueira et al. 2001).
- c) Habitabilidad acústica relacionado a condiciones de sonido, incluye la percepción del individuo aceptable o molesta dentro del espacio habitacional. (Barraza et al. 2022)
- d) Calidad del aire por distribución de dióxido de carbono (CO₂) en el interior de las viviendas (ISO 16000-26, 2019)

Instrumento de recolección de datos y diseño de cédula de información

La cédula de información que se aplicó a los habitantes de la zona de estudio, tuvo propósito de obtener percepción de factores de habitabilidad, se determinó para cada dimensión: variables, indicadores y reactivos para los componentes con los siguientes apartados: información de los usuarios, datos de la vivienda, aspectos psicosociales, habitabilidad espacial, térmica, acústica, lumínica, olfativa y dióxido de carbono (CO₂).

Se realizó para el habitante, la evaluación de condiciones ambientales y en el cuestionario basado en Organización Internacional de Normalización (ISO 10551) basado en la ergonomía del entorno físico (ISO 10551, 2019). Las cédulas se estructuraron y adecuaron con base a requerimientos de la investigación (García-Gomez et al., 2013). Se crearon preguntas cerradas debido a que es importante facilitar las respuestas de los ítems, la realización de las preguntas y sus respuestas están basadas en escala de Rensis Likert, como dimensión psicométrica que se utilizó para que el encuestado indique su acuerdo o desacuerdo, sobre una afirmación, ítem o reactivo, realizado a través de una escala orden (Matas, 2018).

La estructura de la investigación se divide en cuatro apartados en relación con la habitabilidad y se detalla a continuación en la cédula aplicada al habitante de la vivienda;

- a) Identifica los datos de control
- b) Se designa para datos del entrevistado
- c) Determina datos de la vivienda
- d) Establece condiciones de habitabilidad del habitante de la vivienda.

Los índices de univocidad se obtienen por medio de aplicación de expresión algebraica con base en las especificaciones de escala que se muestra en la Tabla 3, se validó la cédula por un grupo de nueve especialistas y se generó la ponderación ver Tabla 4, prueba utilizada en estudios de (Farran, Vaquero y Balsells, 2011; Organista, 2019).

Tabla 3. Criterios para el valor de la prueba de univocidad

Significado	Valor asignado
El enunciado es entendido o interpretado inequívocamente de una sola y única manera	4
El enunciado es entendido mayoritariamente de una sola manera, pero para algunas personas podría tener otro significado	3
El enunciado es susceptible de ser entendido en sentidos diversos	2
El enunciado definitivamente se presta a no ser entendido	1

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, con la aplicación de la ecuación se obtiene el índice de univocidad asignando el valor máximo de 1 y el valor mínimo de 0 para cada ítem del cuestionario, con el propósito de conservar o eliminar enunciados sometidos a la prueba de validación (Farran et al. 2011).

Tabla 4. Criterios de validación de índice de univocidad

Criterio Univocidad	No. Reactivos	Acción tomada
Iu >0.80 [mantener forma original]	23	Se mantuvieron
0.60 <= Iu <=0.80 [modificar redacción]	11	Requieren modificar su redacción
Iu <=0.59 [eliminar reactivo]	1	Se eliminaron

Fuente: Elaboración propia basada en Farran, (2011).

En la determinación de la muestra se utilizó un muestreo probabilístico (Sampieri 2018). Para ello primero se seleccionó la población representativa en el parque habitacional de interés social, perteneciente a Infonavit Macapule y Palos verdes de Los Mochis, Sinaloa, con un grupo de 822 viviendas. El tamaño de la muestra se determinó a partir de la siguiente ecuación (Domínguez D. y Domínguez J. 2015):

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

n=tamaño de Muestra

N=Tamaño del universo (822)

Z= nivel de confianza (95%, 1.96)

e= margen de error (.05)

p= probabilidad a favor (50%)

q= probabilidad en contra (50%)

El resultado al sustituir los valores de la ecuación fue un total de 262 encuestas a realizar. La encuesta para el habitante se adaptó a sistema digital en la

plataforma de Google Forms, debido al periodo de condiciones por pandemia COVID-19 como requisito mantener sana distancia, que protegiera la salud de los habitantes y el encuestador, debido a que había límites para el acceso a viviendas, por lo cual fue enviado mediante un link a la red social WhatsApp, por su fácil accesibilidad para los encuestados, la figura 2 muestra imagen del formato y área de aplicación de las encuestas.

Para establecer la asociación de las variables se utilizó correlación de Spearman, así como de circunstancias asociadas mediante estadística descriptiva en Tablas cruzadas para la distribución X^2 (Chi Cuadrada), por medio de variables y enfoque de percepción del habitante.

Los sujetos de estudio fueron hombres y mujeres entre 12 y 65 años, el proceso de envío fue de tipo determinístico; para habitantes de los conjuntos de viviendas de interés social, así como estar dentro del rango de edad y contar con número de celular, se completó la aplicación de encuestas del cálculo del tamaño de la muestra obtenido.

El 49% de la muestra se encontró en un rango entre 26 y 49 años. El 71% de los encuestados correspondió al sexo femenino debido a que la mayoría de los hombres se encontraron en actividades fuera del hogar.

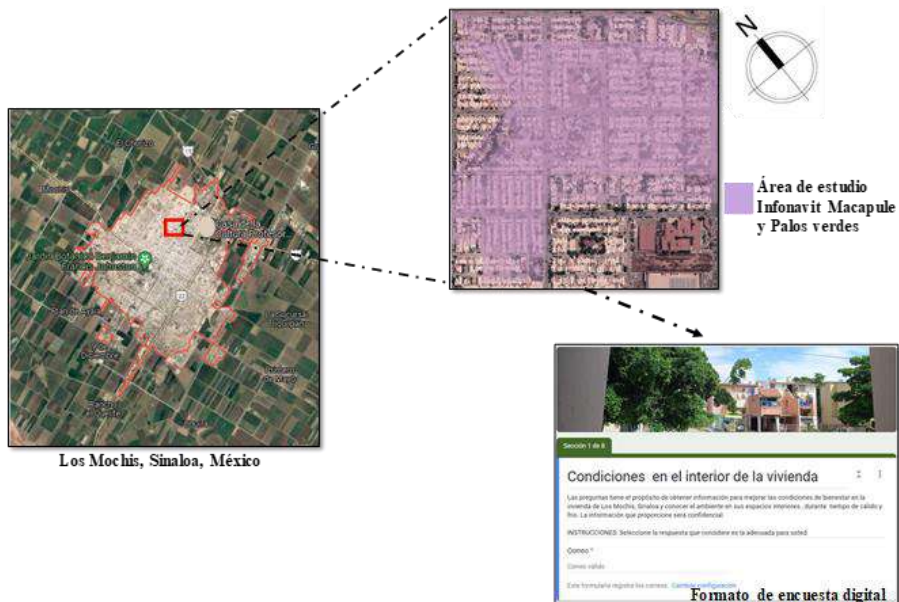


Figura 2. Localización del área donde se aplicaron las encuestas.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de condiciones de habitabilidad fue basada en la percepción y valoración de los habitantes (Organista, 2019). Se consideraron diversos atributos de comportamiento de las variables con el propósito de analizar las preferencias dentro de los espacios habitacionales, así como su relación con la habitabilidad y salud:

- a) percepción de temperatura en periodo cálido y frío;
- b) percepción de sonido e iluminación; y
- c) relación de espacios y salud.

Percepción ambiental para la habitabilidad

La percepción ambiental del habitante y sensaciones del espacio interior en viviendas es determinada mediante cuestionamientos de los efectos y escala de juicio, con un resultado del α de Cronbach 0.8, ver Tabla 5 (ISO 10551 2019; Matas 2018).

Tabla 5. Representación de preguntas y escala de respuestas

No.	Pregunta establecida	Respuesta en escala Likert	
1	¿Cuál es la sensación de temperatura del interior de la vivienda en periodo cálido?	Calor frío ligeramente caluroso ligeramente frío	mucho frío mucho calor ni calor ni frío
2	¿Cuál es la sensación de temperatura del interior de la vivienda en periodo frío?	Calor frío ligeramente frío ligeramente caluroso	mucho frío mucho calor ni calor ni frío
3	¿Cómo se percibe la iluminación en los espacios del interior de la vivienda durante el día?	Buena Excelente regular	Mala pésima

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para habitabilidad térmica fueron las siguientes. A la pregunta ¿Cuál es la sensación de temperatura del interior de la vivienda en periodo cálido con relación a humedad? (Figura 3). Para el interior de la vivienda su percepción de temperatura en periodo cálido (PTC) con relación a humedad (H), se compararon frecuencias observadas y obtenidas, donde $p < 0.05$ significancia = 0.002, y se aceptó que existe asociación entre las variables, lo cual indicó que la temperatura en periodo cálido tuvo un efecto significativo sobre la humedad que percibió el habitante. La respuesta de mayor porcentaje de sensación térmica “ni calor ni frío” representó el 37.5% por lo cual no percibieron diferencia. Los datos de la sensación de humedad fue “media” con el 30.2%, mientras que el 1.9% corresponde para la relación de “calor” y sensación de humedad, se obtuvieron valores que determinan la percepción de condiciones en desagrado por sensación de temperatura en escala por la Organización Internacional de Normalización (ISO 10551) Ergonomía del Entorno Físico (ISO 10551 2019). Lo anterior establece que el mayor nivel de percepción en las viviendas manifiesta que los habitantes están expuestos a una variedad de entornos físicos ambientales que pueden generar inconvenientes en espacios interiores. Por lo anterior las incomodidades se pueden observar en la ganancia de calor excesiva en los espacios tiende a un sobrecalentamiento del cuerpo, percibiendo más calor como señal de irregularidad por lo tanto si se manifiestan temperaturas elevadas genera afectación a la salud mediante implicaciones de tipo cardiacos o cerebrales (Guzmán, 2014).

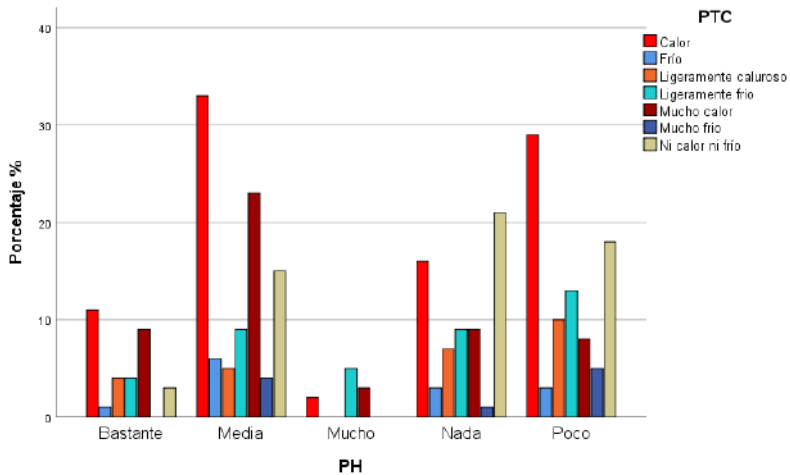


Figura 3. Relación de percepción de temperatura (PTC) y humedad (PH) en periodo cálido.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la pregunta de ¿Cuál es la sensación de temperatura del interior de la vivienda en periodo frío con relación a humedad? La percepción térmica referente a periodo de frío (PTF) y humedad (PH) con un valor de $p < 0.05 = 0.000$ de significancia, existe asociación entre las variables, con efecto significativa. El 36.2% corresponde a la respuesta de la relación de sensación de “frío” y humedad “media” lo cual represento valores de mayor percepción de frío, en los espacios interiores de las viviendas. El 2.5% respuestas de “ni calor ni frío” se consideró que no existe afectación, por lo tanto, el mayor nivel de percepción en las viviendas manifestó que existe incomodidad en sus residentes (Figura 4). Si las temperaturas se manifiestan bajas repercute en la sensación térmica del habitante, originando daños a la salud, por lo tanto, tener cuidado en la regulación de la temperatura del cuerpo respecto a su entorno es una función importante para mantener el bienestar residente (Guzmán 2014).

Aun cuando la percepción de sensación de temperatura en diversos periodos frío y cálido ante su relación con la sensación de humedad, su asociación fue buena de 0.475 (PTC) y 0.524 (PTI) lo cual indica que es poco probable que la relación haya sucedido por casualidad, por lo cual la relación de percepción influye significativamente en el comportamiento de los habitantes.

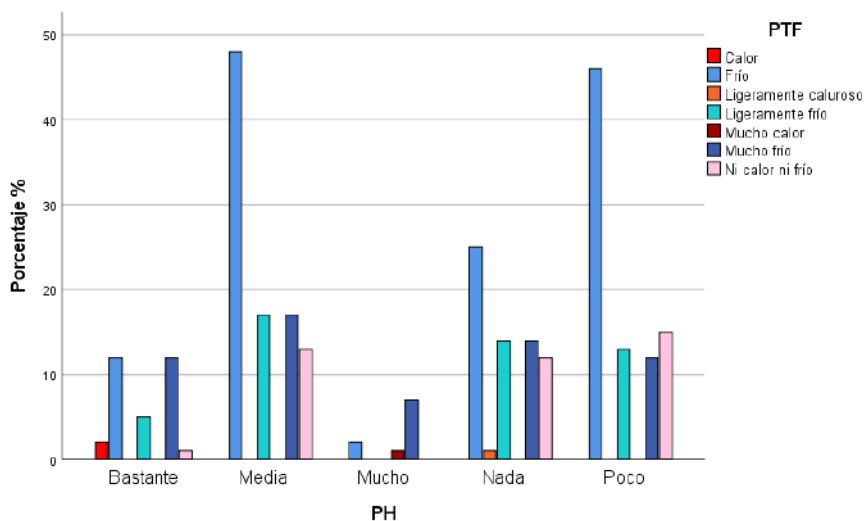


Figura 4. Relación de percepción de temperatura (PTF) y humedad (PH) en periodo frío.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al factor ambientales de habitabilidad iluminación (IL) se hizo una pregunta a los encuestados ¿Cómo se percibe la iluminación en los espacios del interior de la vivienda durante el día? (ver figura 5) en este sentido las respuestas de percepción del habitante muestran que el 42.9% considera “buena” su iluminación dentro espacios de la vivienda, mientras que solo 4.15% la consideran, “pésima” por lo tanto, las personas perciben un espacio con valoraciones positivas de confort al interior de las edificaciones durante el día, con escala de ISO 150551, (2019).



Figura 5. Percepción de iluminación.

Fuente: Elaboración propia.

La habitabilidad acústica analizada a partir de la percepción, la pregunta realizada fue acerca de las condiciones de espacios interiores ¿Cómo perciben las condiciones de ruidos en sus viviendas los habitantes? (ver Figura 6). En este aspecto las respuestas inclinadas a la percepción de sonidos el 47.06% lo considera “regular”, en términos de “bueno”, fueron 42.91%, entretanto el 6.23% “muy inaceptable”, lo que indica que siendo menor el porcentaje de insatisfacción, existe la posibilidad de afectación de condiciones psicológicas y de salud de tal manera que las personas están expuestas a su entorno construido, lo confirman el efecto de sensación obtenida y la adaptación a s espacio.

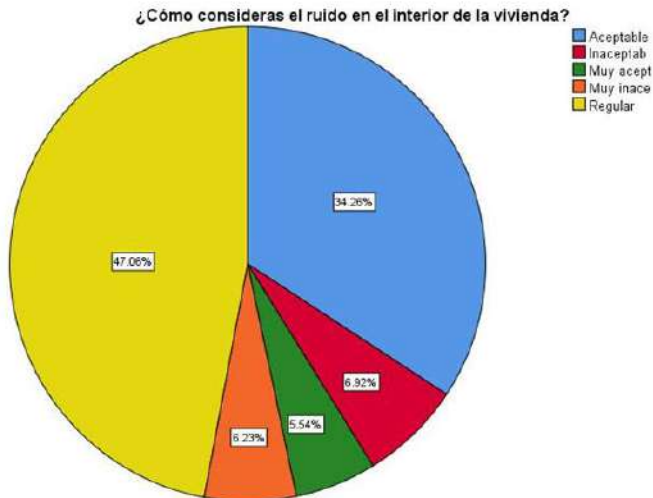


Figura 6. Percepción de sonidos.

Fuente: Elaboración propia.

Para la pregunta ¿Qué espacio se usó más frecuentemente para la etapa de contingencia de COVID-19? ver figura 7. Se consideraron la cantidad de espacios que tiene una vivienda y el espacio que más se usó durante tiempo de pandemia por COVID 19, con el propósito de relacionar la morbilidad dentro de los espacios de la vivienda, se observó cuáles fueron los espacios que se usaron durante el confinamiento, el resultado fue sala-comedor con el 48.10% destinada como área de mayor uso para el esparcimiento, el 29.41% estuvo destinado a la recamara considerado como medio de aislamiento y los de menor uso fueron el patio y porche en porcentajes similares de 4.50%, El uso de los espacios permite observar la percepción del habitante sobre la posibilidad de aislarse y evitar propagación de enfermedades. Además, la implicación que provocó la pandemia por COVID-19, a los habitantes consideran que sus espacios son inadecuados para el aislamiento de la propagación del virus.

¿Qué espacio se usó más frecuentemente para la etapa de contingencia de COVID-19?

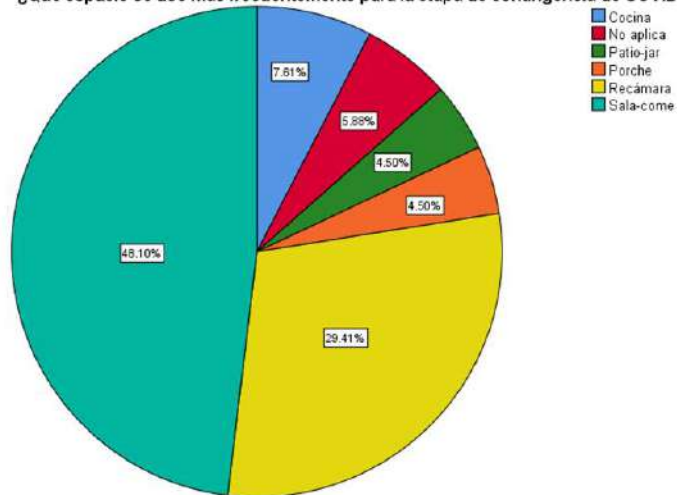


Figura 7. Uso de espacios interiores en vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

El estudio de relación de datos para el tipo de espacios (ESP) y frecuencia en que las ventanas están abiertas (FV) indica que $p < 0.05$ existe asociación, por lo tanto, hay significancia en la relación observando que para el espacio de sala comedor el 43.20% las ventanas se abren regularmente, mientras que el 9.1% casi nunca abren las ventanas en el espacio que corresponde a la cocina. Lo cual determina que la abertura de ventanas ayuda la eliminación de contaminantes de virus al interior de las viviendas y reducir el dióxido de carbono (CO_2), como prevención de afectación a la salud, para permanecer libre de gérmenes en espacios de recamaras, cocina, sala, comedor y baños, dentro de un rango que es considerado adecuado entre 400 ppm a 600 ppm (partículas por millón), parámetros establecidos (ISO 16000-26 2019) .

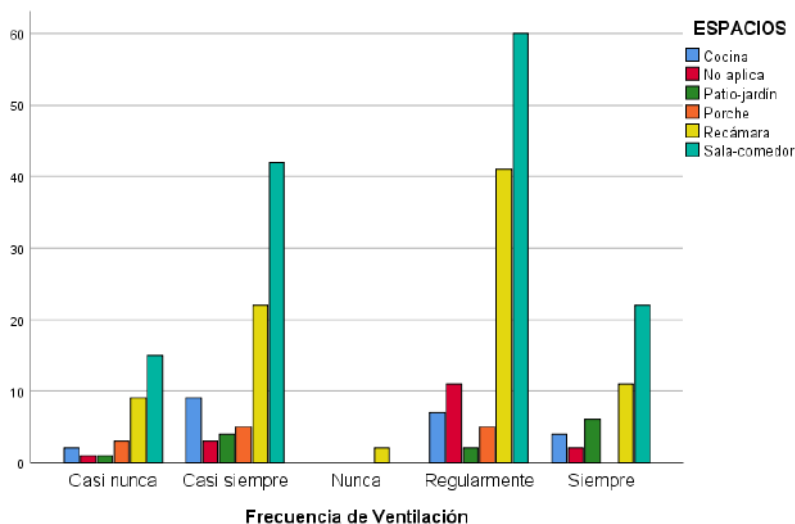


Figura 8. Tipo de espacios y la frecuencia en que las ventanas están abierta.

CONCLUSIONES

El desarrollo de construcción de viviendas de interés social se ha enfocado en aumentar su producción y ha provocado la falta de implementación de factores de habitabilidad ambiental, para el bienestar y salud de sus residentes. Un factor a considerar para aumentar los parámetros de habitabilidad es la percepción, la cual permite establecer consideraciones por el residente de las edificaciones.

El comportamiento de sensación ambiental presenta situaciones diferentes al realizar comparaciones de aspectos climáticos: temperatura, humedad y viento, también de factores ambientales: iluminación, sonidos y dióxido de carbono. Lo anterior indica que, a pesar de existir diversas circunstancias apreciación por los habitantes, es factible generar parámetros de estabilidad que permita crear políticas y requerimientos en la mejora e implementación de factores de habitabilidad, para dar respuesta a una vivienda digna y saludable.

Con los resultados obtenidos en la investigación, se observó que las sensaciones, a pesar de que fueron distintas entre los habitantes, muestran una aceptación y tolerancia, debido a la experiencia de adaptación al espacio en el que han vivido. Sin embargo, se debe implementar en las viviendas elementos que permitan mejoría térmica, acústica, de iluminación y reducción de CO₂, para

el confort y calidad ambiental. Con lo anterior se alcanza el objetivo de estudio sobre la vivienda que está directamente relacionada a la percepción térmica y ambiental para la habitabilidad de los residentes y el rubro de salud en sus espacios interiores.

Las sensaciones térmicas están relacionadas con el periodo climático y su interacción dentro de los espacios. Así también los factores de iluminación, ruido y CO₂, determinan su relación con el habitante permitiéndole establecer bienestar o desagrado dependiendo el rango de percepción en el que se encuentre. Finalmente, la percepción y salud humana representan factores para considerarse en políticas urbanas y diseño ambiental, que permitan mejorar la calidad de vida en casa habitación para zonas urbanas, lo cual ya se establece en las metas del objetivo 11, para cumplimiento de los ODS 2030.

LITERATURA CITADA

- Abdul Mujeebu, Muhammad. 2019. "Introductory Chapter: Indoor Environmental Quality." in *Indoor Environmental Quality*. IntechOpen.
- Arias Gonzales, José Luis. 2020. "Proyecto de Tesis: Guía Para La Elaboración."
- Arjona Villicaña, Bricia del Pilar, Patricia Ávila García, Roberto Braga, Jorge Fernando Cervantes Borja, María Cristina Cravino, Natalia Feld, Carlos Fidel, Carmen García Gómez y Lya Donají Jiménez Ortega, and Daniel Kozak. 2017. *Producción de Vivienda y Desarrollo Urbano Sustentable*. Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini.
- ASHRAE. 2019. *ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta.
- Barraza Bracamontes, Carolina, Yazmin Paola Íñiguez Ayón, César Domingo Íñiguez Sepúlveda y Gonzalo Bojórquez-Morales. 2022. "Habitabilidad de La Vivienda Social. Caso: Fraccionamiento Urbi Villa Del Cedro, Culiacán, Sinaloa." *Revista de Ciencias Tecnológicas* 5(4):387–406.
- Barrera, Hiram Eduardo Urias. 2023. "Bases Teóricas y Conceptuales Para Un Acercamiento a La Redefinición de La Habitabilidad." *Vivienda y Comunidades Sustentables* (13):89–111.
- Bojórquez, G. 2010. "Confort Térmico En Exteriores: Actividades En Espacios Recreativos En Clima Cálido Seco Extremo." *G. Bojórquez. Colima*.
- Casals Tres, Marina, Joaquim Arcas Abella y Albert Cuchí Burgos. 2013. "Aproximación a Una Habitabilidad Articulada Desde La Sostenibilidad: Raíces Teóricas y Caminos Por Andar." *Revista INVI* 28(77):193–226.

- CONAGUA. 2022. “Servicio Metereológico Nacional.” *Gobierno Nacional*. Retrieved March 23, 2021 (<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>).
- Cruz Cervantes, Rosalia Ivonne. 2018. “Modelo Bioético Para El Análisis de La Habitabilidad En La Vivienda.”
- Domínguez D. J. y Domínguez J. 2015. *Estadística Para Administración y Economía*. Primera ed. México, D.F.: Alfaomega.
- Espinosa Cancino, Constanza Francisca y Alejandra Cortés Fuentes. 2015. “Confort Hígro-Térmico En Vivienda Social y La Percepción Del Habitante.” *Revista Invi* 30(85):227–42.
- Fabbri, Kristian, and Lamberto Tronchin. 2015. “Indoor Environmental Quality in Low Energy Buildings.” *Energy Procedia* 78:2778–83.
- Farran, Francesc Xavier Carrera, Eduard Vaquero Tió y M^aAngels Balsells Bailón. 2011. “Instrumento de Evaluación de Competencias Digitales Para Adolescentes En Riesgo Social.” *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa* (35):a154–a154.
- García Gomez Carmen, Bojórquez Morales Gonzalo, Peña Barrera Leticia, Romero Moreno Ramona A., Medina García Emma, Ordoñez Hernández Guillermo, Pérez Sánchez María y Sandoval Rivas Lidis. 2013. “Introducción; Índice de Habitabilidad y Cohesión Social.”
- García Gomez, Carmen, Gonzalo Bojórquez Morales y Pavel Ruiz Torres. 2011. “Sensación Térmica Percibida En Vivienda Económica y Auto-Producida, En Periodo Cálido, Para Clima Cálido Húmedo.” *Ambiente Construido* 11:99–111.
- Guzmán, José Rafael Jiménez. 2014. “El Frío y La Ausencia de Calor.” *Ciencia y Sociedad* 39(1):101–20.
- IMPLAN. 2015. “Programa Municipal de Desarrollo Urbano Ahome.” *IMPLAN*. Retrieved March 23, 2020 (<https://www.implanahome.gob.mx/DocumentoTecnico.html>).
- INFONAVIT. 2022. “El Instituto Infonavit Acerca de Nosotros.” *INFONAVIT*. Retrieved March 23, 2022 (<https://portalmx.infonavit.org.mx/wps/portal/infonavit.web/el-instituto/el-infonavit/acerca-de-nosotros>).
- ISO 10551. 2019. *International Organization for Standardization. Ergonomics of the Physical Environment — Subjective Judgement Scales for Assessing Physical Environments*. Ginebra.
- ISO 16000-26. 2019. *International Organization for Standardization. Indoor Air-*

Sampling Strategy for Carbon Dioxide (CO₂).

- ISO 7730. 2006. *Ergonomics of the Thermal Environment - Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria.* Brussels.
- Jiménez Jiménez, José de Jesús, Jesús Enrique de Hoyos Martínez, Liliana Romero Guzman, Alberto Alvarez Vallejo y Juan Arturo Ocaña Pone. 2015. “El Diseño Para La Calidad de Vida En El Espacio Habitable.”
- Jirón, P., A. Toro, S. Coquimbo, L. Goldsack y L. Martínez. 2004. “Guía de Diseño Para Un Hábitat Residencial Sustentable.” *Ediciones Andros, Chile.*
- Joost-Gaugier, Christiane L., and R. R. R. Smith. 2015. “Roman Portrait Statuary from Aphrodisias.” *The Sixteenth Century Journal* 39(3):941. doi: 10.2307/20479128.
- López de Asiain Alberich, María, Reyna Valladares Anguiano y Martha Chavez. 2015. “Habitabilidad y Calidad de Vida Como Indicadores de La Función Adaptativa Del Habitar En El Entorno Urbano.”
- Matas, Antonio. 2018. “Diseño Del Formato de Escalas Tipo Likert: Un Estado de La Cuestión.” *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 20(1):38–47.
- Miguel Velasco, Andrés Enrique, Ruffo Cain López Hernández y Andrés Miguel Cruz. 2022. “Vivienda Saludable y Estado de Salud En Las Ciudades. El Caso de Oaxaca, México.” *Región Y Sociedad* 34:e1514. doi: 10.22198/rys2022/34/1514.
- Millán Jiménez, Antonio, Rafael Herrera Limones, Álvaro López Escamilla, Emma López Rubio y Miguel Torres García. 2021. “Confinement, Comfort and Health: Analysis of the Real Influence of Lockdown on University Students during the COVID-19 Pandemic.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(11). doi: 10.3390/ijerph18115572.
- Ochoa, Rigoberto García y José Manuel Ochoa De la Torre. 2021. “Servicios de Energía y Habitabilidad En Los Hogares de Sonora, México, Ante El Covid-19.” *Vivienda y Comunidades Sustentables* (10):31–54.
- ONU-HABITAT. 2019. “ONU-Habitat - La Vivienda En El Centro de Los ODS En México.” *ONU_Hábitat México*. Retrieved March 23, 2023 (<https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-vivienda-en-el-centro-de-los-ods-en-mexico>).
- ONU HABITAT. 2021. “La Nueva Agenda Urbana En Español.” *ONU HABITAT*. Retrieved (<https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva->

agenda-urbana-en-espanol).

- Organista Camacho, Mariel. 2019. “Habitabilidad de Los Conjuntos Habitacionales de Interés Social y Su Relación Con La Ciudad.” *REPOSITORIO NACIONAL CONACYT*.
- Organization, World Health. 2018. “Directrices de La OMS Sobre Vivienda y Salud: Resumen de Orientación.” *Organización Mundial de La Salud: Geneva, Switzerland*.
- Palomba, R. 2002. “Calidad de Vida: Conceptos y Medidas. Institute of Population Research and Social Policies.”
- Peña Barrera, Leticia, Carmen García Gómez y Gonzalo Bojórquez Mopales. 2017. “Capítulo 8 El Índice de Habitabilidad y Cohesión Social (IHaCoS) Un Instrumento Para La Medición Del Hábitat En México Chapter 8 The Habitability and Social Cohesion Index (IHaCoS) an Instrument for the Measuring Habitat in Mexico.” *Handbook T-VI* 98.
- Rincón-Martínez, Julio César, Gonzalo Bojórquez-Morales, Claudia Marcela Calderón-AguilerI y Víctor Armando Fuentes-Freixanet. 2017. “1.1 Sensación Térmica En Espacios Interiores: Un Estudio Realizado En La Transición Térmica Del Periodo Cálido Al Periodo Frío En Ensenada, Baja California.” *Secretario General* 9.
- Rodríguez Viqueira, Manuel, Aníbal Figueroa Castrejón, Víctor Fuentes Freixanet, Gloria Castorena Espinosa, Verónica Huerta Velázquez, José Roberto García Chávez, Fausto Rodríguez Manzo y Luis Fernando Guerrero Baca. 2001. “Introducción a La Arquitectura Bioclimática.” *LIMUSA, México*.
- Sampieri, Roberto Hernández. 2018. *Metodología de La Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. McGraw Hill México.
- Santillán, Ricardo López. 2017. “Ziccardi, Alicia (2015), Cómo Viven Los Mexicanos. Análisis Regional de Las Condiciones de Habitabilidad de La Vivienda, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 228 p.(Los Mexicanos Vistos Por Sí Mismos. Lo.” *Estudios Demográficos y Urbanos* 32(1):199–202.
- UN HABITAT. 2020. “COVID-19 Urban Thinkers Campus Report of the First COVID-19 Urban Thinkers.” *WORLD URBAN CAMPAIGN* 38. Retrieved March 23, 2023 (<https://www.worldurbancampaign.org/urban-thinkers-campus>).
- Urías Barrera, Hiram Eduardo. 2019. “Confort Térmico En Espacios Públicos Exteriores Para Actividades Deportivas Intensas: El Clima Cálido Seco Extremoso.”

SÍNTESIS CURRICULAR

Paula María Guevara Fierro

Maestra en Arquitectura opción diseño por la universidad Autónoma de Tampico, Docente de la Universidad Autónoma de Occidente adscrita al departamento de Ingeniería y Tecnología, estudiante de doctorado en Sustentabilidad en Universidad Autónoma de Occidente en la unidad regional de Guasave, Sinaloa.

María del Carmen Martínez Valenzuela

Dra. en Ciencias por UNAM en el campo de la Genotoxicología, miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 2. Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Occidente

Gonzalo Bojórquez Morales

Doctor en arquitectura por la Universidad de Colima, miembro del Cuerpo Académico de Diseño Ambiental, miembro del Sistema Nacional de Investigadores, profesor-Investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California.

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE INDICADORES PARA
EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL EN SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA ZONA DEL VALLE DEL MUNICIPIO
DE SINALOA**

**IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF INDICATORS TO
ASSESS ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL
PRODUCTION SYSTEMS IN THE VALLEY AREA OF THE MUNICIPALITY
OF SINALOA**

Dulcelina **Cota-Montes**¹; Fernando **Valenzuela-Losoya**² y Paúl
Adaíd **García-López**³

Resumen

La agricultura, ha adoptado prácticas para afrontar los desafíos de suministro y los impactos del crecimiento de la producción agrícola, de los que se genera la degradación de recursos naturales, las repercusiones a través del cambio climático y las pérdidas del conocimiento de las prácticas de conservación para la producción, por lo que ha sido fundamental promover una agricultura sostenible tal como lo marca la agenda 2030 en sus Objetivos de Desarrollo Sostenible para asegurar una resiliente producción alimenticia basada en las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad. El objetivo del estudio fue

identificar y caracterizar los indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental en parte del valle de la zona agrícola del municipio de Sinaloa. Se trabajaron los indicadores que incluyen el control de plagas, enfermedades y malezas, diversidad agrícola y biodiversidad, manejo de agua y calidad y salud del suelo, los subindicadores fueron estandarizados según su importancia respecto a la sustentabilidad. Los agroecosistemas tradicionales del municipio de Sinaloa presentan un aprovechamiento en las prácticas agrícolas según los valores del indicador de sustentabilidad ambiental, en la zona se han implementado prácticas agrícolas sostenibles y rentables, tales como: control de malezas

¹ ORCID: 0000-0001-9199-9056

² ORCID: 0009-0003-5717-1695

³ ORCID: 0000-0002-7382-9472

manual y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, establecimientos diversificados, con asociaciones de cultivos y con vegetación natural, fuentes propias de semillas y conservación de suelos. La aplicación de estos indicadores facilita el monitoreo de las prácticas agrícolas de conservación que se realizan en el área de estudio en la dimensión ambiental lo que permitirá contribuir al manejo y producción sustentable de los sistemas agrícolas. Los indicadores caracterizados en este estudio servirán de base para conocer la sustentabilidad a largo plazo e identificar las áreas de oportunidad, su fortaleza y debilidades y podrán contribuir a la mejora de los aspectos económicos y sociales de un sistema de producción.

Palabras clave: sustentabilidad, ambiente, indicadores.

Abstract

Agriculture has adopted practices to face the challenges of supply and the impacts of the growth of agricultural production, which generates the degradation of natural resources, the repercussions through climate change and the loss of knowledge of conservation practices. for production, so it has been essential to promote sustainable agriculture as set out in the 2030 agenda in its Sustainable Development Goals to ensure resilient food production based on the environmental, social and economic dimensions of sustainability. The objective of the study was to identify and characterize the

indicators to evaluate environmental sustainability in part of the valley of the agricultural zone of the municipality of Sinaloa. The indicators that include the control of pests, diseases and weeds, agricultural diversity and biodiversity, water management and quality and health of the soil were worked on, the sub-indicators were standardized according to their importance with respect to sustainability. The traditional agroecosystems of the municipality of Sinaloa present a use in agricultural practices according to the values of the environmental sustainability indicator, sustainable and profitable agricultural practices have been implemented in the area, such as: manual weed control and organic or organic manufacturing fertilizers industrial, diversified establishments, with crop associations and natural vegetation, own sources of seeds and soil conservation. The application of these indicators facilitates the monitoring of agricultural conservation practices that are carried out in the study area in the environmental dimension, which will allow contributing to the management and sustainable production of agricultural systems. The indicators characterized in this study will serve as a basis for knowing long-term sustainability and identifying areas of opportunity, their strengths and weaknesses, and may contribute to improving the economic and social aspects of a production system.

Keywords: sustainability, environment, indicators.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los agroecosistemas han sufrido vertiginosas alteraciones y transformaciones causadas por las acciones del hombre en su afán de cubrir las necesidades propias de su desarrollo, lo que ha generado cambios económicos, sociales y ambientales afectando a los diferentes actores de las comunidades, localidades, municipios, estados y regiones en donde se practique la agricultura como actividad económica, como provisorora y consumidora de servicios

ambientales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2011). Los agotamientos que sufren los agroecosistemas se han generado en la búsqueda de un mayor rendimiento de la tierra, a través, de la aplicación de la tecnología, uso intensivo de labranza, malas prácticas de fertilización y el uso indiscriminado de agroquímicos y modificación genética de cultivos (Ceccon, 2009; Fonseca, 2021; Carreño & Baquero, 2018). Estas modificaciones están iniciando a perturbar a la sociedad actual e iniciando impactos económicos, sociales y medioambientales irreversibles (Bermejo, 2014; Brundtland & Mansour, 2010) afectando a los procesos de producción y resguardo de la biodiversidad que suceden en los agroecosistemas, por lo que ha surgido la necesidad de crear un modelo de sustentabilidad, de tal manera que se caractericen, identifiquen, analicen y evalúen los factores económicos, sociales y ambientales. En la actualidad el concepto de sustentabilidad hace referencia a las relaciones y el equilibrio entre los ámbitos sociales, económicos y medioambientales para lograr el desarrollo y productividad de estos (Ávila 2018). La agricultura moderna se está enfrentado a un gran desafío para encontrar el equilibrio entre el manejo y conservación del medio ambiente en su afán por satisfacer la demanda de los productos agrícolas aplicando estrategias para generar un rápido desarrollo económico y financiero lo que esta provocado el agotamiento y degradación del medio ambiente, de recursos naturales y de ecosistemas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2015) lo que rápidamente ha provocado un desequilibrio económico, pobreza, y pérdida de estabilidad social (Arnés, 2011); para afrontar estos desafíos la agricultura tiene que pasar una transición a una agricultura sustentable con el propósito de salvaguardar la inclusión social, el crecimiento económico y la protección al medio ambiente siendo la Agenda 2030 un paso fundamental para lograr una agricultura productiva y sostenible (Gobierno de D.M, 2018; ONU México. (s.f.b)). Para lograrlo las sociedades involucradas se han comprometido en trabajar en la superación de estos desafíos a los que se enfrenta la población como resultado de su desarrollo, y afrontar las acciones del consumo y producción sustentables, la protección de los ecosistemas terrestres y la gestión eficiente del agua, así como la pobreza y el hambre (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, (ODEPA, 2016)) mediante objetivos en los que se permita el desarrollo de la sociedad, el cuidado y conservación de la tierra, por medio de prácticas que integren la alimentación y la agricultura (FAO, 2018). A esto, diversos países desarrollados han implementado y puesto en marcha modelos de producción y de desarrollo económico basados en la protección del medio ambiente, dichos modelos han tratado de replicarse en países en desarrollo como México, sin embargo, al ser un país con otras características y necesidades, tales modelos no han solucionado los problemas de producción y consumo, y han afectado sus recursos naturales, el desarrollo económico y social que ha trascendido desde lo local a global (Brundtland citado en WCED, 1987; Márquez, 2022; Silva &

Ramírez, 2016). Esto sugiere un cambio de pensamiento que lleve a crear nuevas estructuras, toma de decisiones y una nueva visión filosófica hacia una agricultura capaz de satisfacer las necesidades crecientes y cambiantes de la sociedad y al mismo tiempo el de conservar y restaurar, los recursos naturales y los agroecosistemas deteriorados. Estos propósitos pueden lograrse iniciando una aproximación al desarrollo sustentable en el sector agrícola, basados en técnicas que no afecten irremediabilmente a los recursos naturales y ecosistemas, a lo que es necesario integrar los aspectos sociales, económicos y ambientales (Silva & Ramírez, 2016) para que estos contribuyan a conocer el avance y retroceso del desarrollo de las actividades productivas agrícolas y su relación con los recursos naturales, permitiendo la participación de investigadores, con el conocimiento de los productores agrícolas para identificar las bases y herramientas que permitan lograr una agricultura sostenible que facilite su mantenimiento y su recuperación (Rosset, 2001), apoyados en análisis, enfoques metodológicos de investigación y conceptos; basados en estas premisas, algunos autores como Holt (2008) menciona que la agricultura es sustentable cuando las estrategias de comercialización de un país permitan la seguridad alimentaria; para Zamilpa (2016) los productos sustentables presentan un valor agregado que los convencionales (como se citó en Valarezo et al. 2020); para Sarandón & Flores (2014, citado en Fonseca, 2021), para lograr ser sustentable se debe cumplir con una agricultura que conserve los recursos naturales sin dejar a un lado la productividad y el crecimiento económico, social y cultural de una región, a esto, es necesario trabajar en la construcción y desarrollo de indicadores que permitan conocer, evaluar y comparar la realidad pasada, presente y futura de los sistemas de producción agrícola (Matera, Astier & López, 1999; Matora & López, 2000).

Con el objetivo de aportar en la evaluación del desarrollo sustentable en la región agrícola de Sinaloa, siendo este estado un referente importante en las actividades primarias (Asociación de Agricultores del Río Culiacán (AARC), 2018), el centro-norte del estado de Sinaloa es la región que concentra la mayor superficie de siembra. Los municipios de Culiacán, Ahome, Guasave y Sinaloa son los que más aportan tierras de cultivo, debido a sus condiciones de suelo y agua, además de la infraestructura hidroagrícola y a pesar de que son municipios de gran importancia para la producción e importación de sus productos agrícolas (Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa (CODESIN), 2018), el campo sinaloense, hoy en día, presentan bajos valores en sus indicadores de producción, como, el bajo crecimiento de la productividad, de la competitividad y la rentabilidad, acompañados de un escaso o nulo desarrollo sustentable aun cuando la conservación de los recursos naturales es prioridad para algunos de estos, esta solo se enfoca en atender la problemática ambiental del crecimiento poblacional, y, no de la conservación de los recursos naturales (H. Ayuntamiento del municipio de Sinaloa, 2021). A esto, el municipio de Sinaloa, en sus objetivos

de gobierno, hace referencia a que es necesario renovar las practicas productivas agrícolas y pecuarias mediante estrategias basadas en la innovación y el desarrollo sustentable, a través, de estrategias y acciones que coadyuben en la generación y construcción de represas que den solución al desabasto de agua, mejoramiento de la red hidráulica y sistemas de riego y el apoyo en programas al campo para la comercialización de sus productos, impulsar programas de asesoría técnica por parte de universidades e instituciones para los productores agrícolas . El municipio de Sinaloa es importante en la producción agrícola, e importante por su aportación económica y también por su impacto ambiental, a lo que es necesario que se tomen las medidas adecuadas para que exista sustentabilidad en los agroecosistemas, para dar un uso racional, oportuno y sostenible de los recursos naturales, y socioeconómicos del municipio, a lo que es necesario, conocer y analizar sus limitaciones y potencialidades, para dar una evaluación de la sustentabilidad, mediante el uso de indicadores, y finalmente aportar en datos que contribuyan en la formulación de un modelo de sistema agrícola sustentable, con el soporte de una base de datos estructurada y actualizada, que permita consultar y visualizar diferentes escenarios y contribuya a la toma de decisiones de los productores en el rediseño de su modelo de producción para el campo, que permitan impulsar nuevas estrategias que renueven el campo y el sector agrícola del municipio y del estado con base en el desarrollo sustentable (Gobierno del Estado de Sinaloa, 2017). El objetivo de este trabajo fue identificar y caracterizar de indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental en sistemas de producción agrícola en la zona del valle del municipio de Sinaloa en las localidades de Cubiri de la máquina, Casas nuevas y Cubiri de la capilla.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El municipio de Sinaloa se encuentra ubicado en las coordenadas 107°33'18" y 108°41'20" de Longitud Oeste, entre los paralelos 25°36'25" y 26°28'44" de Latitud Norte y cubre un área de 6,186 km², que representa el 10.6% del total del estado y el 0.31% del país (INEGI, 2013) colinda al Norte con el estado de Chihuahua y los municipios de El Fuerte y Choix; al Este limita con el estado de Chihuahua y el municipio de Badiraguato; al Sur con los municipios de Guasave, Salvador Alvarado y Mocorito y al Oeste con los municipios de El Fuerte y Guasave (INEGI, 2022); se localiza, en la Región Hidrológica Administrativa III Pacifico Norte, que alberga la Región Hidrológica 10 Sinaloa y Región Hidrológica 11 Presido-San Pedro (CONAGUA, 2012).

Los climas predominantes en la región son templados subhúmedo y cálido subhúmedo. La temperatura media anual en la región oscila entre los 10 y los

26°C. En la porción norte de la región se presentan temperaturas cálidas y secas, en las partes serranas pueden presentarse temperaturas bajo cero en ciertas épocas del año (INEGI, 2013). Los principales suelos que cubren a el municipio de Sinaloa son el Leptosol (33.37%), Regosol (27.95%), Vertisol (14.83%), Phaeozem (13.39%), el resto está cubierto por Luvisol, Cambisol, Fluvisol, Durisol, Umbrisol y Kastañozem (INEGI, 2010). El uso de suelo y vegetación es predominantemente selva baja caducifolia, agricultura de temporal anual y agricultura de riego anual (INEGI, 2022a).

Las actividades de mayor importancia para la región del municipio de Sinaloa es la actividad agrícola, con una superficie de riego de 72,000 hectáreas, en las que se siembran maíz, frijol, sorgo, hortalizas y garbanzo cada año; por su parte la agricultura de temporal se basa en los cultivos de ajonjolí, cacahuete, sorgo, garbanzo y cártamo, cuya superficie sembrada han disminuido en los últimos años (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (SIAP, 2018).

La identificación y caracterización de los indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas se ubicó en la región del valle del municipio de Sinaloa en donde se compararon los indicadores de sustentabilidad ambiental en los sistemas de agricultura tradicional con la convencional se realizó en tres las localidades pertenecientes a la región del municipio de Sinaloa ubicadas en el valle del margen izquierdo del río Sinaloa Cubiri de la máquina, Casas nuevas, y Cubiri de la capilla.

El objetivo principal de esta investigación es la identificación y caracterización de indicadores que puedan evaluar de la sustentabilidad ambiental de un sistema agrícola tradicional o convencional. Para la identificación y caracterización de indicadores se utilizó como base una metodología propuesta por Sarandón (2002) y para identificar si los indicadores se adaptan a los sistemas agrícolas tradicional y convencional se utilizó la metodología de estudio de caso múltiple. A partir del concepto de sustentabilidad se establecieron escenarios basados en referencias bibliográficas para identificar las variables medibles a través de indicadores para la dimensión de sustentabilidad ambiental y que estos fueran representativos, comparables entre los dos tipos de producción agrícola, que fueran fáciles de obtener y de interpretar por los productores y campesinos.

Los indicadores seleccionados se aplicaron a casos concretos de productores (Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A., & Arnés, E., 2014) que realizan agricultura tradicional y convencional en tres las localidades pertenecientes a la región del municipio de Sinaloa ubicadas en el valle del margen izquierdo del río Sinaloa (Cubiri de la máquina, Casas nuevas, y Cubiri de la capilla), estas localidades se encuentran en espacios cercanos y de forma intercalada se pueden encontrar los tipos de sistemas de producción tradicional y convencional (Sánchez et al. 2014) considerados sistemas importantes entre los

pequeños productores de los ejidos y localidades del municipio de Sinaloa; se encuestaron y entrevistaron dos productores de cada localidad que tuvieran entre 1 y 100 ha y que fueran productores que realizan agricultura tradicional o convencional, se tomaron en consideración criterios que su principal fuente de ingreso es la actividad agrícola, que dependan de la producción para vivir, que tenga un ingreso de la comercialización de los productos, que cuenten con la participación de la familia y que dispongan de la información necesaria para el estudio y se encuentren en la región agrícola. La investigación utilizada es exploratoria, inductiva mediante la técnica de investigación de encuesta con preguntas cerradas y abiertas, y se aplicaron técnicas de observación directa, no estructurada en campo, para visualizar en forma organizada el escenario de estudio. También se aplicaron entrevistas, no estructuradas, para lo que se contó con los agricultores líderes de la zona, los cuales acompañaron en los recorridos donde se aplicaron las encuestas. Las entrevistas abarcaron los aspectos ligados a las prácticas ambientales de los sistemas para identificar los indicadores. Seguido del trabajo de campo con la aplicación de las encuestas y observaciones en cada predio, se procedió a evaluar el proceso. Las visitas de campo se realizaron en base a la ubicación del sistema agrícola que accedieron a participar, una vez realizado el trabajo de campo, con la aplicación de las encuestas, entrevistas y observación directa se procedió a realizar a la tabulación de la información en el software de procesamiento de datos Excel. La evaluación de la sustentabilidad en cada uno de los sistemas se realizó en las siguientes partes:

1. *Selección de atributos de sustentabilidad:* En este paso se identificaron los siete atributos de sustentabilidad: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión según Astier et al., (2008) y Maserá et al. (1999).
2. *Selección y construcción de indicadores:* La selección y construcción de los indicadores se realizó en base al marco conceptual y metodología de Sarandón (2002) y Sarandón & Flores (2009), siguiendo los criterios de Smyth & Dumansky (1995) y Astier et al. (2008). Como resultado de las entrevistas con los productores, se generó una lista de posibles indicadores a evaluar, seleccionando los estratégicos en base en una aplicación sencilla, fácil de medir, dispuestos a los cambios y de corto alcance (Torquebiau, 1989; Bakkes et al., 1994; Dumanski, 1994 y Herzog, 2011).
3. *Descripción, estandarización y ponderación de los subindicadores:* La ponderación de los indicadores se realizó en base a los atributos, el fácil alcance y medición de la información considerando las áreas de medio ambiente. Siguiendo la metodología de Sarandón et al. (2006), que permite realizar la comparación y análisis de la sustentabilidad y sus dimensiones a través de la estandarización de los datos mediante una escala de 0 a 4 para cada indicador, el valor de 4 representa el mayor

valor de sustentabilidad y 0 el valor menor. Se siguió la metodología de Valdivia et al. (2020), y Sarandón & Flores (2014) después de estandarizados los indicadores se ponderan multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de importancia relativa de cada variable con respecto a la sustentabilidad.

En base a las referencias, a la metodología y la técnica de investigación para la construcción de indicadores adecuados para los objetivos planteados en este trabajo se obtuvo una serie de indicadores que se estandarizaron y ponderaron en base la dimensión de la sustentabilidad ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensión Ambiental: Se evaluó a través de 4 indicadores

A. *Control de plagas, enfermedades y malezas:* Para construir este indicador se tuvieron en cuenta 5 subindicadores:

A1-Tipo de control de plaga y enfermedades. (4) natural, (3) biológico, (2) químico, (1) más de uno, (0) ninguno.

A2-Presencia de plagas. (4) ausencia de plaga, (3) muy poca presencia de plaga, (2) poca presencia de plaga, (1) fuerte presencia de plaga y (0) extrema presencia de plaga.

A3-Enfermedades. (4) ausencia de enfermedades, (3) muy poca presencia de plaga, (2) poca presencia de plaga, (1) fuerte presencia de plaga, (0) extrema presencia de plaga.

A4-Origen de los fertilizantes, métodos de control de malezas. (4) control de malezas manual y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industria, (3) control de malezas mecánico y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, (2) control de malezas manual y fertilizantes químicos o control de malezas químico y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, (1) control de malezas químico o mecánico y fertilizantes químicos, (0) sin control de maleza.

A5-Criterios para aplicar productos químicos. (4) solo cuando es necesario, (3) monitoreo, (2) dependiendo del clima y estación, (1) por cultura, (0) recomendación.

B. *Diversidad agrícola y biodiversidad:* Se tuvieron en cuenta 7 subindicadores:

B1-Presencia de malezas o arvenses. (4) ausencia de plaga, (3) muy poca presencia de plaga, (2) poca presencia de plaga, (1) fuerte presencia de plaga, (0) extrema presencia de plaga.

B2-Diversificación de cultivos. (4) diversificado, con agrupación de cultivos y con vegetación natural, (3) alta diversificación de cultivos, con asociación media entre ellos, (2) diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos, (1) poca variación de cultivos no presenta asociaciones, (0) monocultivo.

B3-Diversidad genética de especies cultivadas. (4) alta variedad, (3) más de 3 variedades, (2) baja de 2 a 3 variedades, (1) poca 1 variedad, (0) sin variedad.

B4-Manejo de los cultivos. (4) prácticas culturales, (3) agroecológico, (2) orgánico, (1) fitosanitario, (0) químico

B5-Fuente de semilla. (4) produce su propia semilla, (3) de trueque, (2) de agricultores vecinos, (1) regalada, (0) certificada.

B6-Presencia de flora. (4) muy diversa, (3) diversa, (2) semi diversa, (1) poco diversa, (0) no diversa.

B7-Presencia de fauna. (4) muy diversa, (3) diversa, (2) semi diversa, (1) poco diversa, (0) no diversa.

C. Manejo de agua:

C1-Disponibilidad de agua para riego. (4) 5 o más fuentes de agua, (3) 3-5 fuentes de agua, (2) 2-3 fuentes de agua, (1) 1 fuentes de agua, (0) 0 fuentes de agua

D. Calidad y salud del suelo:

D1-Conservación del suelo. (4) convencional, (3) mínimo con un sistema, (2) mínimo con 2 sistemas, (1) mínimo con 3 sistemas, (0) no laboreo.

D2-Erosión. (4) ausencia de erosión, (3) erosión leve, (2) erosión moderada, (1) erosión fuerte, (0) erosión extrema.

D3-Cobertura del suelo. (4) 100% de cobertura, (3) 75 a 100 % de cobertura, (2) 50 a 75 % de cobertura, (1) 25 a 50 % de cobertura, (0) < 25 % de cobertura.

El valor del indicador ambiental se define por valor máximo de 4 y para considerarse sustentable el indicador debe ser mayor a 2. La ponderación fue realizada por consenso, por medio del criterio de conocimiento y experiencia de expertos en el tema, según lo propuesto por Gayoso e Iroumé (1991) y teniendo en cuenta la opinión de los propios agricultores y aprobación entre los integrantes del grupo de trabajo de la presente investigación, de acuerdo con lo sugerido por

Lefroy, Bechstedt & Rais (2000) se hicieron modificaciones al peso de los indicadores a la metodología planteada por Sarandón et al. (2004).

Su cálculo fue realizado mediante la fórmula:

$$= \frac{\left[\frac{(2A1 + A2 + A3 + 2A4 + A5)}{7} \right] + 2 \left[\frac{(B1 + 2B2 + 2B3 + 2B4 + B5 + B6 + B7)}{10} \right] + 2C1 + 2 \left[\frac{(2D1 + 2D2 + D3)}{5} \right]}{7}$$

Los agroecosistemas tradicionales del municipio de Sinaloa presentan un mejor aprovechamiento en las prácticas agrícolas según los valores del indicador de sustentabilidad ambiental, en la zona se han implementado prácticas agrícolas sostenibles y rentables, tales como: control de malezas manual y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, establecimientos diversificados, con asociaciones de cultivos y con vegetación natural, fuentes propias de semillas y conservación de suelos. En conjunto estas prácticas agrícolas ayudan a contribuir a la conservación de los recursos suelo, agua, flora y fauna, lo cual se traduce en una mejor calidad de vida de las familias productoras y de la población de la zona, así como las sociedades que hacen uso de los servicios ecosistémicos y de los recursos en sus diferentes contextos (Figuras 1, 4 y 5). Los sistemas con prácticas agrícolas convencionales (Figuras 2, 3 y 6) presentan un umbral de sustentabilidad ambiental de 2.0 que es un valor que no significativo a la sustentabilidad (Figura 7); presentan características de monocultivo, poca o nula variabilidad genética así como un manejo químico de los cultivos en su mayoría, la práctica de conservación de suelos es mínima, el control de malezas generalmente es de tipo manual con aplicación de fertilizantes químicos o control de malezas químico y utilizan semillas certificada y no implementan un sistema sustentable de actividades de plantación de arbórea para favorecer la flora y fauna endémica de la zona.

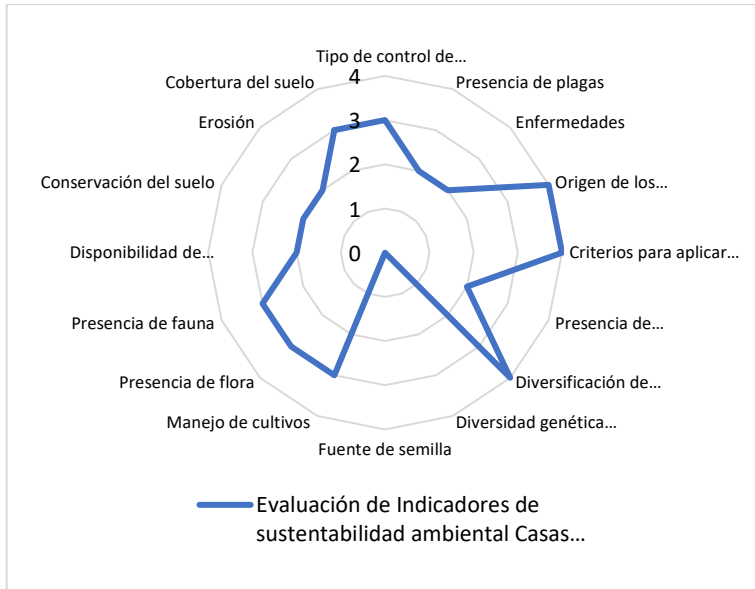


Figura 1. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema tradicional de Casas nuevas.

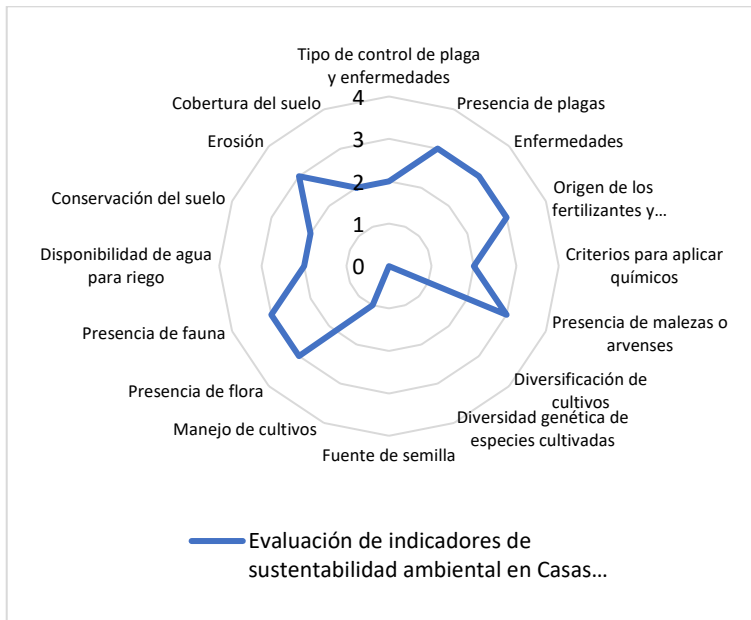


Figura 2. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema convencional de Casas nuevas.

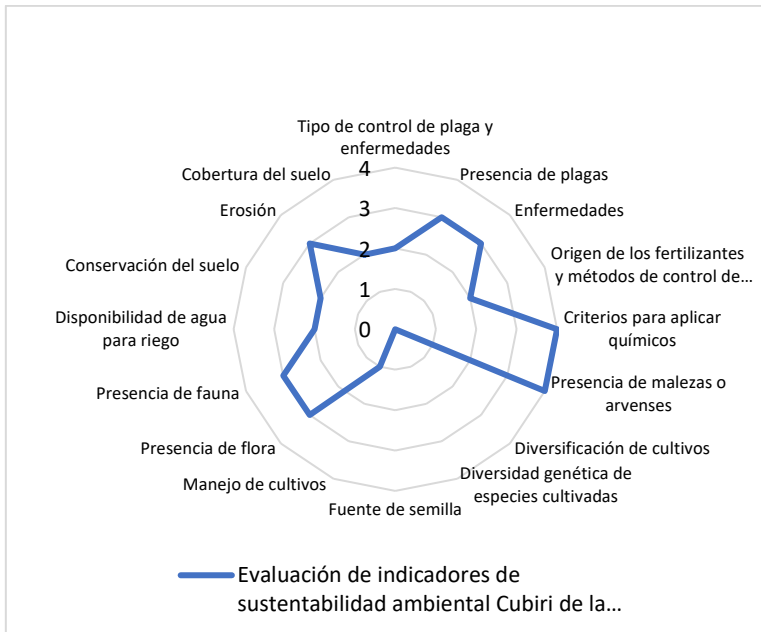


Figura 3. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema convencional de Cubiri de la maquina.

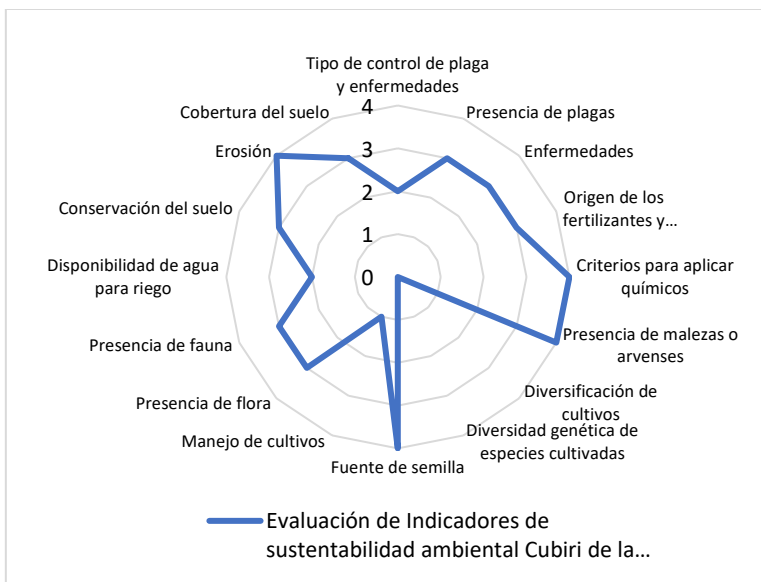


Figura 4. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema tradicional de Cubiri de la maquina.

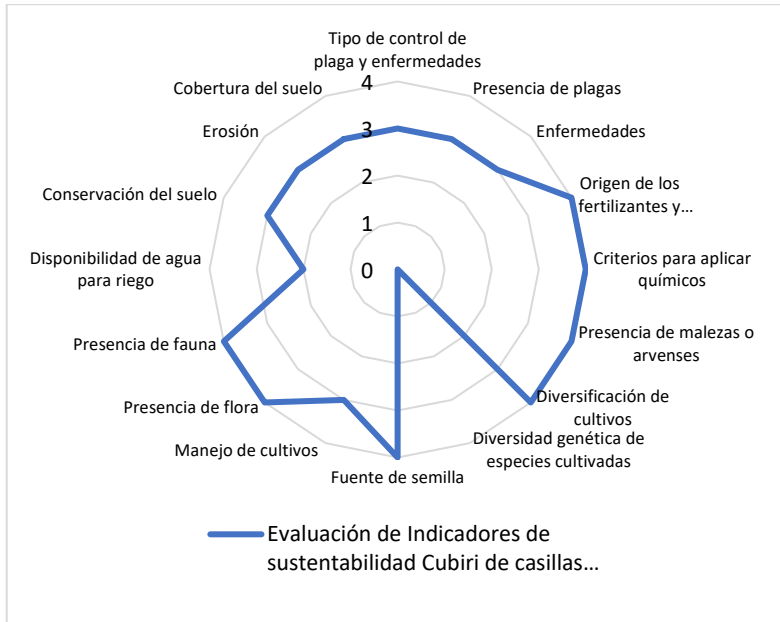


Figura 5. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema tradicional de Cubiri de casillas.

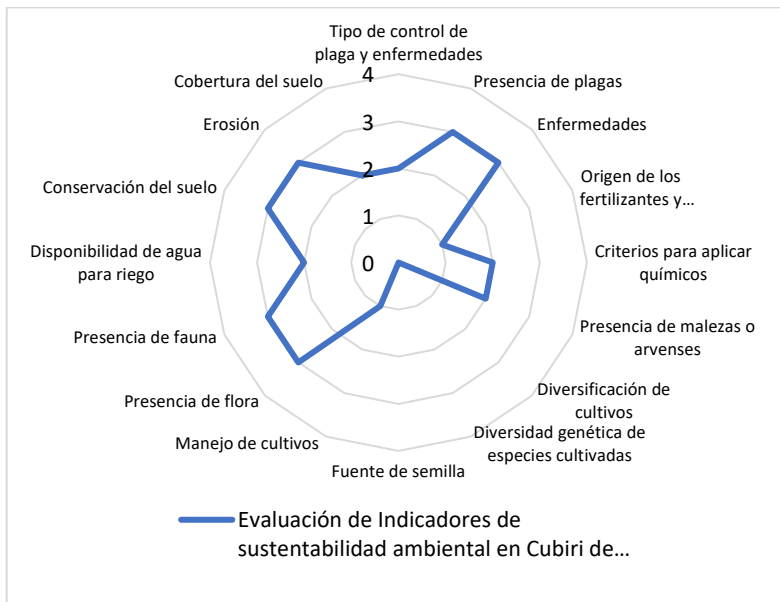


Figura 6. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema convencional de Cubiri de casillas.

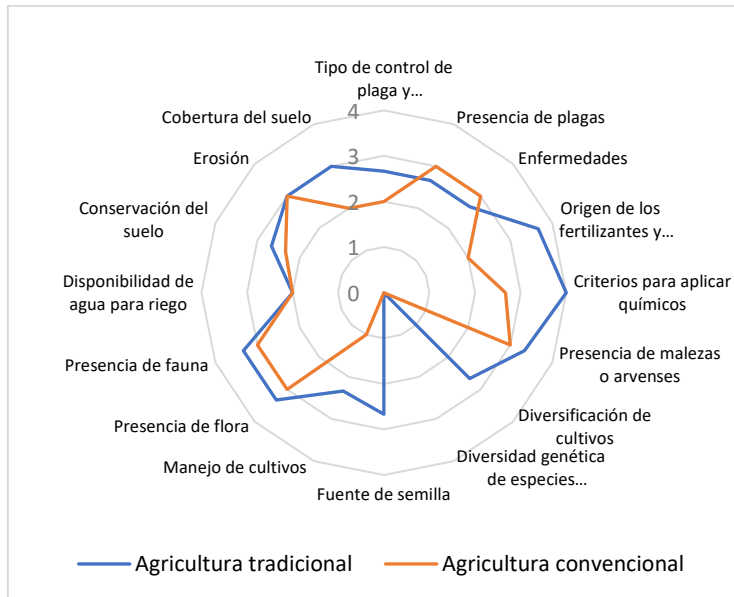


Figura 7. Indicador de sustentabilidad ambiental.

Sarandón (2002) describe a la sustentabilidad como un concepto que atiende diversos contextos compuestos e interrelacionados. La aplicación y análisis de indicadores, está siendo usado como un instrumento que ayuda a transformar el concepto en valores cuantificables y comparables, en la actualidad la sustentabilidad no puede evaluarse mediante indicadores globales instituidos, distintos investigadores han trabajado en estructurar dichos indicadores (Gómez et al. 1996, Bockstaller et al. 1997, Lefroy et al. 2000, Tellarini & Caporali 2000, Van der Werf & Petit, 2002, Pacini et al. 2003, Flores & Sarandón et al. 2004), los que han mostrado que para estructurar dichos indicadores se deben de tomar en consideración las características de los agroecosistemas y el paraque se realiza la evaluación.

En el estado de Sinaloa los trabajos relacionados con la evaluación de indicadores de sustentabilidad en sistemas agrícolas son mínimos. Por lo cual, se tomó como referencia trabajos nacionales de Tabasco, Chiapas e internacionales de Cuba, Argentina, Perú, Venezuela, Peru y Costa Rica (Abraham et al. 2014; Barrientos, 2006; Márquez et al. 2016; Piastrellini et al. 2021; Barrientos & Céspedes, 2007; Valdivia et al. 2020) estas publicaciones utilizan metodologías similares a la utilizada en esta investigación.

En este trabajo basado en Sarandón (2002) replicada por Culquimboz (2018) se identificaron y caracterizaron indicadores ambientales que permitieron

comparar dos tipos de agroecosistemas uno tradicional y otro convencional para evaluar su sustentabilidad, teniendo como resultado que la producción agrícola de forma tradicional aporta más a la sustentabilidad ambiental, uno de estos aportes se puede atribuir según lo que señalan Altieri (1995) y Toledo (1993) que para agricultores de bajos recursos el tener poca biodiversidad permite tener un control efectivo de plagas sin hacer uso de insumos químicos externos (Swift et al. 2004).

Un sistema de producción diversificado les asegura a los productores tradicionales satisfacer algunas de sus necesidades alimentarias para él y su familia; sin embargo, esta diversificación no alcanza a satisfacer la comercializar sus productos, y estos no generan un ingreso económico para satisfacer el resto de sus necesidades, tal como los señalan los mismos productores. Para los productores convencionales el elevado uso de insumos afecta la fauna y flora generando en este punto un valor bajo de sustentabilidad.

La caracterización de los indicadores permitió evaluar entre los dos tipos de agroecosistemas: el análisis del diagrama ameba permitió mostrar las diferencias significativas en los aspectos de control de plagas, enfermedades y malezas, criterios para aplicación de químicos, presencia de malezas o arvenses, diversificación de cultivos y en fuentes de obtención de semilla, en este aspecto la sustentabilidad ambiental para el agroecosistema tradicional presento valores superiores de sustentabilidad en relación al agroecosistema convencional.

Este trabajo es un avance parcial de una investigación que pretende analizar y valorar las dimensiones económicas, sociales y ambientales de la región del municipio de Sinaloa que tiene como objetivo, aseverar cual agroecosistemas convenientemente económico y sustentable, como en el trabajo de Priego et al. (2009) utilizaron la metodología para evaluar la sustentabilidad en dos sistemas de producción en Comalcalco, Tabasco. Se estudió un sistema tradicional y uno orgánico. Ambos sistemas de producción realizan actividades que se encaminan a la sustentabilidad, sin embargo, el conocimiento tradicional el sistema de producción orgánico ha permitido que este sistema resulte ser más sustentables comparado con el convencional. Sin embargo, aun cuando uno de estos sistemas muestra ser más sustentable que el otro se debe destacar que la producción de ambos sistemas se encuentra en un futuro incierto, esto debido, a que se les han retirado los subsidios, han aumentado las necesidades de la población, existe un sobreprecio de los insumos para el campo, entre otros conflictos de tipo social que enfrentan las familias de cada región que están influyendo para la sustentabilidad de las unidades de producción. De lo anterior resulta que ambos sistemas podrían aumentar el valor de sustentabilidad incorporando prácticas como el control integrado de plagas y enfermedades, el incremento de la diversidad de plantas, el manejo y la conservación del suelo, e implementen

estrategias que incluyan asesorías y capacitación por profesionales e implementar acciones de comercialización y mercado.

Sarandón (2006), realizó una evaluación de la sustentabilidad en sistemas agrícolas de fincas mediante la utilización de indicadores en Argentina; donde no todas las fincas cumplieron los requisitos para ser consideradas sustentables. Se analizaron cinco fincas, de producción para autoconsumo de las que se generaron, indicadores de sustentabilidad económica, ecológica y sociocultural los que se estandarizaron y se ponderaron según su importancia, en lo referente a los resultados de sustentabilidad ecológica estos reflejaron estar condicionados por de los que se obtuvieron resultados de sustentabilidad ecológicos estuvo condicionado por objetivos y atributos económicos y socioculturales como de la producción para autoconsumo que resultó con un mínimo manejo de insumos externos debido al conocimiento cultural de los productores. Este trabajo deduce que el uso de indicadores es adecuado para identificar fortalezas y debilidades que ayuden a proponer soluciones y que a través de estos análisis metodológicos se den soluciones a los diferentes objetivos mediante los indicadores aplicados para cada caso y el peso otorgado por los diferentes actores y sus decisiones.

Arias y Camargo (2007), encontraron que el análisis de sustentabilidad permite generar y establecer indicadores eficientes adecuados para caracterizar la sustentabilidad de diferentes sistemas y, realizar análisis para identificar el sistema de producción más sustentable y generar recomendaciones en conjunto con los productores involucrados, quienes con los que adquieren y deciden sobre los procesos, estrategias y manejo de los sistemas de producción y son los que identifican las necesidades, fortalezas y debilidades de su sistema.

En el estudio de Silva & Ramírez (2017), la investigación tuvo como objetivo generar indicadores de sostenibilidad para tres agroecosistemas en el municipio de San José de Las Lajas (Cuba). Los agroecosistemas se seleccionaron tomando en cuenta su biodiversidad, uso de la agroecología, que fueran de fácil acceso y disposición por aparte de los agricultores. Este estudio demostró que el conocimiento de los agricultores de las fincas seleccionadas es un instrumento favorable en el manejo de los sistemas de producción.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran la importancia de identificar y caracterizar los componentes de los diferentes factores y como se relacionan en un agroecosistema para que estos contribuyan en el abordaje de la sustentabilidad (Mendoza & Prabhu 2000, Evia & Sarandón 2002) y que se debe de tomar en cuenta como se deben de identificar para ser aplicables y replicables y ponderarlos de acuerdo a los criterios de evaluación y objetivo de estudio (Roming et al. 1996 y Lefroy et al. 2000) lo que los hace adaptables para evaluar hacia a donde un sistema es sustentable y conocer sus diferencias y similitudes

que contribuyan en identificar los puntos vulnerables, las fortalezas y debilidades que sumen para lograr una agricultura sustentable.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación fortalecen la importancia de desarrollar indicadores, que permitan estudiar las diferentes variables de la sustentabilidad ambiental, y que se deben considerar prácticas de manejo específicas de los sistemas agrícolas y que involucren indicadores de fácil conocimiento y acceso para los productores que les permitan reforzar y coadyuvar en el desarrollo y crecimiento productivo y social sin dañar al medio ambiente y por ende al bienestar de la sociedad.

Los indicadores estudiados permiten conocer e identificar la situación de los productores y los sistemas productivos en el ámbito ambiental.

Los indicadores desarrollados son fáciles de obtener y se pueden evaluar en el tiempo si así se requiere.

Este estudio permite caracterizar los indicadores de la sustentabilidad ambiental de la actividad agrícola en un análisis individual para un productor determinado dependiendo de su tipo o tamaño de producción.

El conjunto de indicadores estudiados en los sistemas agrícolas de la zona del valle de Sinaloa municipio permite conocer la contribución a la sustentabilidad ambiental.

La aplicación de estos indicadores facilita el monitoreo de las prácticas agrícolas de conservación que se realizan en el área de estudio en la dimensión ambiental lo que permitirá contribuir al manejo y producción sustentable de los sistemas a agrícolas.

En general los agroecosistemas estudiados independientemente de su tipo o tamaño no alcanzan el valor máximo de sustentabilidad por lo que es necesario que los productores inviertan en adquirir conocimientos de prácticas de conservación y agroecología.

Diversos autores que han evaluado la sustentabilidad en los diferentes sistemas agrícolas sugieren la construcción de un índice de sustentabilidad integral que abarquen las dimensiones económica, social y ambiental lo cual se desarrollará en otra parte de la investigación bajo el mismo sistema de estudio.

Los indicadores caracterizados en este estudio servirán de base para conocer la sustentabilidad a largo plazo e identificar las áreas de oportunidad, sus

fortalezas y debilidades y podrán contribuir a la mejora de los aspectos económicos y sociales de un sistema de producción.

La aplicación de estos indicadores servirá para que los productores se autoevalúen o para contribuir en la construcción de las diferentes políticas y para promover una agricultura sustentable.

Los instrumentos de evaluación desarrollados en esta investigación se pueden utilizar para comparar distintas formas de producción en distintos sistemas y unidades.

Esta evaluación puede contribuir en conocer la realidad de los sistemas agrícolas en el área de estudio, lo que hará posible el rediseño de estrategias para mejorar el cuidado del medio ambiente, la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad y garantizar el uso racional de los recursos tal y como lo abarca el indicador de la Meta 2.4.1 del Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la que se señala como puntos estratégicos el asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción y aplicar prácticas agrícolas resilientes y que coadyuven en el incremento de la productividad y la producción, y que favorezcan la sustentabilidad de los ecosistemas, así como el de fortalecer la capacidad de adaptación a los diferentes fenómenos meteorológicos y otros desastres naturales, a lo que este trabajo podrá establecer una metodología que permitiera medir estos progresos para lograr una agricultura sustentable desde un aspecto social y económico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo al Programa Institucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado (PIFIP) de la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO) por el apoyo que permite dar el seguimiento de esta investigación.

LITERATURA CITADA

Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A., & Arnés, E. (2014). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 46(1), 0-0. Recuperado de:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652014000100012

- Altieri, M.A. (1996). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*, Second Edition (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429495465>
- Arias-Giraldo, M., & Camargo, C. (2007). Análisis de Sostenibilidad en unidades productivas ganaderas del municipio de Circasia (Quindío–Colombia), Cuenca del Río La Vieja. *Livestock Research for Rural Development*, 19(10). Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd19/10/aria19149.htm>
- Arnés Prieto, E. (2011). Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua). TFM. https://oa.upm.es/9036/1/TFM._Esperanza_Arn%C3%A9s.pdf
- Asociación de Agricultores del Río Culiacán (AARC). (2018). Importancia de la Agricultura Sinaloense. Recuperado 15 de junio de 2020, de <https://www.aarc.com.mx/importancia-de-la-agricultura-sinaloense/>
- Astier, M., Masera, O. R., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional (No. Sirsi) i9788461256419). Valencia: SEAE. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/319325816_Evaluacion_de_sustentabilidad_Un_enfoque_dinamico_y_multidimensional
- Ávila, P. Z. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, (28), 409-423. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39656104017>
- Bakkes, J.A., van den Born, G.J., Helder, J.C., Swart, R.J., Hope, C.W., Parker, and J. D. E. (1994). *An overview of environmental indicators: State of Art and Perspective*. Nairobi: PNUMA/RIVM.
- Barrientos, F. R. (2006). El diseño de indicadores e índices para evaluar el aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad ambiental. Análisis de caso en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 6(7). Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/6664>
- Barrientos, F. R., & Céspedes, R. J. (2007). La aplicación de indicadores en la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades para evaluar la sostenibilidad de las fincas agropecuarias en la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 20(4), 4. Recuperado de: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/447

- Bermejo, G. S. R. (2014). Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis, Universidad del País Vasco. Agencia Vasca de Cooperación para el Desarrollo. Editorial Hegoa, ISBN: 978-84-89916-92-0, Recuperado de: https://publicaciones.hegoa.ehu.eus/uploads/pdfs/253/Sostenibilidad_DL.pdf?1488539808
- Bockstaller C, Girardin P, van der Werf HMG. (1997). Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy* 7: 261-270. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030197000415>
- Brundtland, G. H., & Mansour, K. (2010). World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. *Our common future*, 2010.
- Carreño, N. E. F. & Baquero, Z. Y. V. (2018). Propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad en agroecosistemas agrícola ganaderos en la región del Sumapaz. *Pensamiento Udecino*, 2(1).
- Ceccon, E. (2009). La revolución verde: tragedia en dos actos. *Ciencias*, 91(091). Recuperado a partir de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/gui/cns/article/view/12160>
- CODESIN (Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa). (2019). Sinaloa en números. Agricultura en Sinaloa. Recuperado de: <https://estadisticas.sinaloa.gob.mx/Codesin/Agricultura%202018.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2012). Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa III Pacífico Norte (12.ªed.) [Libro electrónico]. Coordinación General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/3-ssgp-17-12pn.pdf>
- Commission on Environment and Development (WCED). (1987): *Our Common Future* (Brundtland Report), United Nations.
- Culquimboz Gómez, A. M. (2018). Evaluación de los indicadores de sustentabilidad de las fincas ganaderas en el Distrito de Molinopampa, Provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas, 2017.
- Dumanski, J. (1994). Sustainable land management for the 21st century. International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century. University of Lethbridge, Canadá: Agricultural Institute of Canada.

- Evia G, Sarandón SJ. (2002). Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la Laguna Merín, Uruguay. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*, (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 22: 431-448.
- FAO. (2018). Transforming Food and Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers. Technical Reference Document. Rome. 132 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Flores CC, Sarandón SJ. (2004). Limitations of the economic neoclassical analysis to evaluate the sustainability of agricultural systems. An example comparing organic and conventional horticultural systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 24 (2): 77-91. https://www.researchgate.net/publication/254371275_Limitations_of_Neoclassical_Economics_for_Evaluating_Sustainability_of_Agricultural_Systems_Comparing_Organic_and_Conventional_Systems
- Fonseca Carreño, N. E. (2021). Metodología para medir la sustentabilidad en agroecosistemas familiares campesinos. Recuperado de: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/3524>
- Gayoso, J., & Iroumé, A. (1991). Metodología para estimar la fragilidad de terrenos forestales. *Medio Ambiente (Valdivia)*, 11(2), 13-24.
- Gobierno del Estado de Sinaloa. (2017). Plan Estatal de desarrollo 21017- 2021. Recuperado de: <https://sinaloa.gob.mx/uploads/2017/06/plan-estatal-de-desarrollo-sinaloa-2017-2021.pdf>
- Gobierno, D. M. (2018). Informe Nacional Voluntario para el Foro Político de Alto Nivel sobre Desarrollo Sostenible. Recuperado de: http://www.agenda2030.mx/docs/doctos/InfNalVol_FPAN_DS_2018_es.pdf
- Gómez AA, Swete Kelly DE, Syers JK, Coughlan KJ. (1996). Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. Methods for assessing soil quality, SSSA Special Publication 49: 401-410. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Recuperado de: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.2136/sssaspecpub49>
- Gutiérrez Cedillo, J. G. (2006). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Espacio y desarrollo*. 18: 33-43. Recuperado de: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/11362/11874>
- H. Ayuntamiento. (2021-2024). Plan Municipal de Desarrollo, municipio de Sinaloa. Recuperado de: <http://www.municipiodesinaloa.gob.mx/>

- Herzog, Lucio. (2011). Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el estado de espíritu santo Brasil. Universidad de Córdoba instituto de sociología y estudios campesinos departamento de ciencias sociales y humanidades. Tesis doctoral, España. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=70060>
- Holt, E. (2008). “From Food Rebellions to Food Sovereignty: Urgent Call to fix a Broken Food System”. *Food First Backgrounder* 14(1): 1-6.
- INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2010. Sinaloa. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825293147>
- INEGI. (2013). Mapa Digital de México. Temperatura media anual. Recuperado de <https://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjI2LjA5MzE3LGxvbjotMTExLjM1NDk4LHo6MixsOnRjMTExc2VydmljaW9zfGM0MTc=>.
- INEGI. (2022). Espacio y datos de México. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=250170691>.
- INEGI. (2022a). Temas. Uso de suelo y vegetación. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>
- Lefroy, R., Bechstedt, H., & Rais, M. (2000). Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 81(2), 137-146. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00187-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00187-0)
- Márquez Romero, Fanny, Julca Otiniano, Alberto, Canto Saenz, Manuel, Soplín Villacorta, Hugo, Vargas Winstanley, Silvana, & Huerta Fernández, Pablo. (2016). Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en la convención (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 15(2), 125-132. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
- Márquez Zambrano, I. D. (2022). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas campesinos en el municipio de San Jerónimo Tecuanipan, Puebla. Recuperado de: <https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/5219>
- Masera, O., & López, S. (2000). Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. México: Mundi-Prensa. Recuperado de <https://searchworks.stanford.edu/view/5355412>

- Masera, O., Astier, M., & López, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. México: Mundiprensa. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/31712300_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_el_marco_de_evaluacion_MESMIS_O_Masera_Cerutti_M_Astier_S_Lopez-Ridaura
- Mendoza G, Prabhu R. (2000). Multiple criteria decision-making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management* 131: 107-126. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112799002042>
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (2016). Protocolo de agricultura sustentable. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/3-ProtocoloAgricultura-Sustentable.pdf>
- ONU México. (s.f.b). Objetivos de Desarrollo Sostenible. ONU México. Recuperado de: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-deldesarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas Para la alimentación y la Agricultura. (2015). Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenible. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3940s.pdf>
- Pacini C, Wossink A, Giesen G, Vazzana C, Huirne R. (2003). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95: 273-288. Recuperado de: <https://r.jordan.im/download/organic/pacini2003.pdf>
- Piastrellini, R., Velez, S., & Gatica, N. (2021). Indicadores de sustentabilidad ambiental para sistemas agrícolas de Mendoza, Argentina. Recuperado de: <http://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/3145>
- PNUD. (2011). Colombia rural. Razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011. Bogotá: INDH PNUD, Recuperado de: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/co/undp-co-ic_indh2011-parte1-2011.pdf
- Priego, C. G. A.; Galmiche, T. A.; Castelán, E. M.; Ruiz, R. O. y Ortiz, C. A. I. (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 25(1):39-57. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100003&lng=es&tlng=es.

- Rees WE, Wakernagel M. (1999). Monetary analysis: turning a blind eye on sustainability. *Ecological Economics* 29: 47-52. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800998000792>
- Roming, D. E., M. J. Garlynd & R. F. Harris. (1996). Farmer-based assessment of soil quality: a soil health scorecard. Pp. 39–60. In: J. W. Doran and A. J. Jones (Eds.). *Methods for assessing soil quality*. SSSA Special Publication No. 49. SSSA, Madison. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub49.c3>
- Rosset, P. (2001). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico. Recuperado de <https://doctoradoagroecoudea.files.wordpress.com/2013/03/sustinsumos.pdf>
- Sánchez Morales, Primo; Ocampo Fletes, Ignacio; Parra Inzunza, Filemón; Sánchez Escudero, Julio; María Ramírez, Andrés y Argumedo Macías, Adrián. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología* 9 (1 y 2): 111-122. Recuperado de: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300691>
- Sarandón S.J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 20: 393-414. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X
- Sarandón S.J. & Flores C.C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28. Recuperado de: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. SI: Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Recuperado de: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>
- Sarandón SJ, Marasas ME, Dipietro F, Belaus A, Muíño W, Oscars E. (2003). Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. Resúmenes (CD Rom), I Congresso Brasileiro de Agroecología, IV