

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

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

AGRADECIMIENTOS

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

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

SÍNTESIS CURRICULAR

Humberto Ortega-Villaseñor

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

Álvaro Felipe Ortega González

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

Judith López Aceves

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

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

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

Indigenous justice and gender violence in the Indigenous Reserve of Cumbal, Nariño

Leidy Johana **Cevallos Burbano**¹, Angelly Sofia **Lasso
Córdoba**²

Resumen

El Resguardo Indígena de Cumbal, ubicado en el Departamento de Nariño, constituye un escenario donde convergen la justicia indígena, la cosmovisión ancestral del pueblo Pasto y las dinámicas contemporáneas de violencias basadas en género. El presente artículo tiene como objetivo analizar los mecanismos de la justicia indígena en el Resguardo de Cumbal y los desafíos que enfrenta el Estado colombiano para garantizar la protección efectiva de los derechos de las mujeres indígenas víctimas de violencias basadas en género, así como las implicaciones de esta problemática en la transmisión de los saberes ancestrales.

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, a través de un método socio jurídico y analítico-crítico. Se empleó el análisis documental de normativa nacional e internacional, jurisprudencia constitucional relevante y literatura académica especializada en pluralismo jurídico, género e interculturalidad, complementado con información obtenida a partir de trabajo

de campo realizado en el municipio de Cumbal (Nariño).

Este artículo es producto de una Investigación de Campo, realizada en el Municipio de Cumbal – Nariño, por parte de Docentes y estudiantes de la Universidad Cesmag, en el marco del Proyecto denominado: “Lineamientos Técnicos para la construcción de política pública con enfoque étnico para mujeres Indígenas”.

Los resultados evidencian que, la jurisdicción especial indígena constituye un pilar fundamental para la organización social y cultural de las mujeres indígenas, sin embargo, falta implementar un enfoque de género, que permita eliminar todas las formas de discriminación y violación de derechos humanos de las mujeres indígenas. También, se identificaron debilidades en la coordinación interjurisdiccional y en la implementación de políticas públicas con enfoque diferencial, lo cual incide negativamente en la garantía de los derechos de las mujeres indígenas y en la

¹ Universidad Cesmag

² Universidad Cesmag

Recibido: 29 de octubre de 2025

Aceptado: 30 de enero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(1): 205-220

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.09.lc

preservación de los saberes ancestrales del pueblo Pasto.

Palabras clave: justicia indígena; violencia de género; cosmovisión; saberes ancestrales; Resguardo de Cumbal.

Abstract

The Cumbal Indigenous Reserve, located in the Department of Nariño, is a setting where Indigenous justice, the ancestral worldview of the Pasto people, and contemporary dynamics of gender-based violence converge. This article aims to analyze the mechanisms of Indigenous justice in the Cumbal Reserve and the challenges the Colombian State faces in guaranteeing the effective protection of the rights of Indigenous women victims of gender-based violence, as well as the implications of this problem for the transmission of ancestral knowledge.

The research was conducted using a qualitative approach, employing a socio-legal and analytical-critical method. Documentary analysis of national and international regulations, relevant constitutional jurisprudence, and specialized academic literature on legal pluralism, gender, and interculturality was used, complemented by information

obtained from fieldwork carried out in the municipality of Cumbal (Nariño).

This article is the product of field research conducted in the municipality of Cumbal, Nariño, by professors and students from Cesmag University, within the framework of the project entitled: "Technical Guidelines for the Development of Public Policy with an Ethnic Focus for Indigenous Women."

The results demonstrate that the special indigenous jurisdiction constitutes a fundamental pillar for the social and cultural organization of indigenous women. However, a gender perspective is lacking, which would eliminate all forms of discrimination and human rights violations against indigenous women. Weaknesses were also identified in interjurisdictional coordination and in the implementation of public policies with a differential approach, which negatively impacts the guarantee of indigenous women's rights and the preservation of the ancestral knowledge of the Pasto people.

Keywords: indigenous justice; gender-based violence; worldview; ancestral knowledge; Cumbal Indigenous Reservation.

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de conformación del Estado colombiano, los pueblos indígenas fueron históricamente excluidos de los espacios de participación política, jurídica y territorial, lo que derivó en una sistemática vulneración de sus derechos colectivos. Las políticas estatales implementadas desde el siglo XIX privilegiaron modelos homogéneos de nación que desconocieron la diversidad étnica y cultural existente, afectando la autonomía de los pueblos indígenas y sus sistemas normativos propios.

La Constitución Política de 1991 marcó un punto de inflexión al reconocer el carácter pluriétnico y multicultural del Estado colombiano, así como la jurisdicción especial indígena en su artículo 246. Este reconocimiento jurídico representó un avance significativo en la protección de la identidad cultural y la autonomía de los pueblos indígenas. Sin

embargo, en la práctica persisten tensiones entre el derecho propio y la justicia ordinaria, especialmente en aquellos casos donde se encuentran comprometidos derechos fundamentales, como ocurre en las situaciones de violencia de género contra mujeres indígenas.

Diversos estudios han evidenciado que la pérdida progresiva de los saberes ancestrales en comunidades indígenas se encuentra estrechamente vinculada a fenómenos como el conflicto armado, el desplazamiento forzado, la migración juvenil, los procesos de aculturación y la limitada presencia institucional del Estado. En el Resguardo Indígena de Cumbal, estas dinámicas han impactado de manera diferenciada a las mujeres indígenas, quienes cumplen un papel central en la transmisión de conocimientos tradicionales relacionados con la lengua, la medicina ancestral, los rituales y la organización comunitaria.

En este contexto, la violencia de género no solo constituye una grave vulneración de los derechos humanos de las mujeres indígenas, sino que también representa un riesgo para la pervivencia cultural del pueblo Pasto, en tanto limita la transmisión intergeneracional de los saberes ancestrales. Por ello, el presente artículo analiza los mecanismos de la justicia indígena en el Resguardo Indígena de Cumbal y los desafíos que enfrenta el Estado colombiano para garantizar la protección efectiva de los derechos de las mujeres indígenas frente a la violencia de género, considerando las implicaciones jurídicas, sociales y culturales de esta problemática.

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, orientado a la comprensión de fenómenos socio jurídicos complejos relacionados con la violencia de género en contextos indígenas, la jurisdicción especial indígena y la pervivencia de los saberes ancestrales. Este enfoque resulta pertinente en tanto permite analizar las normas jurídicas, las prácticas culturales y las dinámicas sociales desde una perspectiva interpretativa, atendiendo al contexto histórico, territorial y cultural del Resguardo Indígena de Cumbal.

El método empleado fue el sociojurídico, el cual se encuentra ampliamente reconocido en la investigación jurídica y sociolegal, en la medida en que articula el estudio del derecho positivo con su aplicación e impacto en la realidad social. A través de este método se analizó la relación entre el marco normativo estatal, la jurisdicción especial indígena y las prácticas comunitarias propias del pueblo Pasto, con el fin de identificar tensiones, vacíos de protección y desafíos en la garantía de los derechos de las mujeres indígenas víctimas de violencia de género.

Desde el punto de vista teórico, la investigación se inscribe en el pluralismo jurídico, entendido como la coexistencia de múltiples sistemas

normativos dentro de un mismo Estado, los cuales responden a contextos culturales y sociales diferenciados. Este posicionamiento reconoce la legitimidad de la justicia indígena como sistema normativo propio, al tiempo que permite analizar críticamente sus límites cuando entran en juego derechos fundamentales. De manera transversal, se incorpora el enfoque de género y la perspectiva interseccional, los cuales permiten identificar cómo las relaciones de poder basadas en el género se articulan con factores étnicos, territoriales y socioeconómicos, generando formas específicas de vulneración para las mujeres indígenas.

Las principales categorías de análisis que orientaron la investigación fueron: justicia indígena, violencia de género, derechos de las mujeres indígenas, pluralismo jurídico, cosmovisión y saberes ancestrales. Estas categorías permitieron estructurar el análisis normativo, jurisprudencial y doctrinal, así como examinar las prácticas comunitarias y la respuesta institucional del Estado frente a la violencia de género en el territorio.

Como técnicas de investigación se emplearon el análisis documental y el análisis jurisprudencial, a través del estudio de normas nacionales e internacionales, pronunciamientos relevantes de la Corte Constitucional y literatura académica especializada en género, interculturalidad y derechos de los pueblos indígenas. Para la sistematización de la información se utilizaron matrices de análisis normativo y jurisprudencial, fichas bibliográficas y esquemas de categorización temática.

Los sujetos de referencia del estudio corresponden a mujeres indígenas del Resguardo de Cumbal, autoridades tradicionales y entidades estatales con competencia en la protección de derechos, considerados desde una perspectiva analítica y contextual, sin la individualización de casos concretos, en observancia de principios éticos propios de la investigación social y jurídica.

Justicia Indígena y Violencias basadas en Género hacia las Mujeres Indígenas: Afectación de su Cosmovisión

El Resguardo Indígena de Cumbal se localiza en el extremo suroccidental del departamento de Nariño, en zona de frontera con la República del Ecuador, lo que le otorga una relevancia geográfica, cultural y estratégica particular (Ministerio del Interior, 2006; Alpala Castro, 2023). Este territorio corresponde al espacio ancestral del pueblo indígena Pasto, para quien el territorio no constituye únicamente un ámbito físico, sino un elemento esencial de su cosmovisión y organización social (Chaves Chamorro, 2019).

Desde la perspectiva indígena, los elementos naturales que conforman el territorio —montañas, páramos, lagunas y fuentes hídricas— poseen un valor espiritual y simbólico que trasciende su utilidad material. Estos elementos son concebidos como parte de un sistema vivo con el cual la comunidad establece relaciones de cuidado y reciprocidad, lo que incide directamente en sus formas de vida, su justicia propia y sus saberes ancestrales (Rappaport, 2008; ONIC, 2021).

En el resguardo habitan aproximadamente 13.800 personas indígenas, junto con población campesina y mestiza, lo que genera procesos constantes de interacción cultural (Ministerio del Interior, 2006). Si bien esta coexistencia ha permitido intercambios sociales y económicos, también ha generado tensiones derivadas de la imposición de modelos externos que no siempre son compatibles con las prácticas tradicionales del pueblo Pasto, afectando su identidad cultural y sus formas de organización comunitaria (Buenaventura Tapie & Valenzuela Paguay, 2010).

Uno de los efectos más visibles de estas dinámicas es la progresiva pérdida de saberes ancestrales, como la lengua propia, los rituales comunitarios, las prácticas agrícolas tradicionales y los conocimientos transmitidos por los mayores. Fenómenos como la migración juvenil, el conflicto armado, el desplazamiento forzado y la presión de modelos económicos extractivos han debilitado los espacios de transmisión intergeneracional de estos saberes (Defensoría del Pueblo, 2018; Puerres, 2022). Esta pérdida cultural, aunque menos visible que la violencia armada, representa un riesgo significativo para la pervivencia del pueblo Pasto (ONIC, 2021).

La organización social del Resguardo Indígena de Cumbal se estructura alrededor del cabildo indígena, institución encargada de la administración del territorio, la resolución de conflictos y la representación de la comunidad frente a actores externos (Buenaventura Tapie & Valenzuela Paguay, 2010). El cabildo está conformado por autoridades elegidas democráticamente en asamblea general y cumple funciones tanto administrativas como culturales y jurisdiccionales (Chaves Chamorro, 2019).

El artículo 246 de la Constitución Política de 1991 reconoce la facultad de las autoridades indígenas para ejercer funciones jurisdiccionales dentro de su territorio, conforme a sus usos y costumbres (República de Colombia, 1991; Corte Constitucional, Sentencia T-349 de 1996). No obstante, la progresiva pérdida de saberes ancestrales ha debilitado algunos de los fundamentos culturales que legitimaban la justicia propia, especialmente la transmisión oral realizada por los mayores (ONIC, 2021; Rappaport, 2008).

La economía del Resguardo Indígena de Cumbal se basa principalmente en la agricultura de subsistencia y la ganadería a pequeña escala. Los principales cultivos incluyen papa, maíz, haba, cebada y trigo, destinados en su mayoría al consumo familiar, con un limitado excedente para el intercambio comercial (Buenaventura Tapie & Valenzuela Paguay, 2010).

Las dificultades estructurales, como la falta de infraestructura vial, el acceso limitado a crédito y tecnologías apropiadas, han incrementado la dependencia de productos externos y debilitado los sistemas productivos tradicionales (Alpala Castro, 2023). Esta situación ha contribuido a la pérdida de prácticas agrícolas ancestrales, las cuales constituían no solo una forma de subsistencia, sino un sistema de conocimientos profundamente vinculado a la espiritualidad y la relación con la naturaleza (Walsh, 2009; Rappaport, 2008).

Las mujeres cumplen un rol clave en la conservación de semillas nativas y en la práctica de la medicina tradicional. Sin embargo, la violencia de género limita su participación económica y pone en riesgo la continuidad de estos saberes (Defensoría del Pueblo, 2021; ONU Mujeres, 2019).

El Resguardo Indígena de Cumbal enfrenta problemáticas estructurales que afectan su desarrollo social y cultural. Entre las más relevantes se encuentran el conflicto armado y el desplazamiento forzado, que han generado graves violaciones de derechos humanos y rupturas en la transmisión cultural (Corte Constitucional, 2004; Defensoría del Pueblo, 2018).

Asimismo, la pérdida progresiva de identidad cultural, el uso inadecuado del suelo y la escasa cobertura de servicios básicos han profundizado la vulnerabilidad de la comunidad. Estas condiciones inciden directamente en la migración de la población y en la debilitación de los saberes ancestrales, afectando de manera particular a las mujeres indígenas (ONIC, 2021; Walsh, 2009).

La justicia indígena del pueblo Pasto, en el Resguardo Indígena de Cumbal, se encuentra estrechamente ligada a su cosmovisión ancestral, en la cual la vida comunitaria, la naturaleza y la espiritualidad conforman una unidad indivisible. Desde esta perspectiva, la justicia no se concibe únicamente como un mecanismo de sanción, sino como una herramienta orientada a restablecer la armonía social y espiritual alterada por una conducta considerada inapropiada (Chaves Chamorro, 2019; ONIC, 2021).

Históricamente, los saberes relacionados con la justicia indígena fueron transmitidos de manera oral por los mayores, quienes enseñaban que toda falta cometida no solo afecta a la persona directamente involucrada, sino a la comunidad y al territorio en su conjunto. Esta concepción se fundamenta en la idea de que el desequilibrio social genera, a su vez, un desequilibrio espiritual y ambiental, razón por la cual las decisiones comunitarias buscan recomponer ese orden quebrantado (Rappaport, 2008; Walsh, 2009).

No obstante, la influencia progresiva de la justicia ordinaria y de modelos jurídicos occidentales ha generado transformaciones significativas en la justicia indígena. Estas influencias han introducido lógicas punitivas que, en algunos casos, entran en tensión con los principios ancestrales del pueblo Pasto y debilitan los mecanismos tradicionales de resolución de conflictos (Sánchez Botero, 2010; Martínez, 2017).

El artículo 246 de la Constitución Política de 1991 reconoce la jurisdicción especial indígena y la facultad de las autoridades tradicionales para administrar justicia conforme a sus usos y costumbres (República de Colombia, 1991). Este reconocimiento expresa el pluralismo jurídico del Estado colombiano; sin embargo, en la práctica persisten tensiones, especialmente en situaciones que involucran derechos fundamentales, como los casos de violencia de género, donde los mecanismos tradicionales no siempre garantizan una protección adecuada a las mujeres indígenas (Defensoría del Pueblo, 2021; ONU Mujeres, 2019).

El interés comunitario prevalece sobre el interés individual. Las decisiones adoptadas por las autoridades indígenas buscan el bienestar colectivo y la cohesión social, incluso cuando ello implica sacrificar beneficios particulares (Sánchez Botero, 2010). Las faltas generan impactos espirituales que deben ser corregidos mediante rituales, palabras orientadoras y actos simbólicos. No obstante, este principio se encuentra en riesgo debido a la pérdida de interés de las generaciones más jóvenes en las prácticas espirituales tradicionales (ONIC, 2021).

Los mecanismos de la justicia indígena en Cumbal constituyen prácticas vivas heredadas de generaciones anteriores, las cuales cumplen una función no solo jurídica, sino también pedagógica y cultural (Walsh, 2009; Chaves Chamorro, 2019). La asamblea comunitaria; es la máxima instancia de decisión. En este espacio se discuten los conflictos, se comparten relatos y se transmiten enseñanzas que fortalecen la memoria colectiva (Rappaport, 2008).

Las sanciones restaurativas suelen materializarse en mingas de trabajo comunitario. Estas sanciones buscan reparar el daño causado y restablecer

la confianza colectiva, más que imponer un castigo individual (Sánchez Botero, 2010).

El reconocimiento constitucional de la jurisdicción especial indígena ha permitido avances importantes en materia de autonomía jurídica; no obstante, la relación con la justicia ordinaria continúa marcada por tensiones estructurales (Arbeláez de Tobón, 2004; República de Colombia, 1991).

Mientras el pluralismo jurídico reconoce la validez de los sistemas normativos indígenas, el Estado insiste en garantizar el respeto de los derechos fundamentales, incluso cuando ciertas prácticas tradicionales parecen entrar en conflicto con estos derechos (Sánchez Botero, 2010; Martínez, 2017). Esta situación ha generado procesos de subordinación y reinterpretación de la justicia indígena desde parámetros externos, lo que contribuye a la pérdida de saberes ancestrales (ONIC, 2021).

La Corte Constitucional ha intentado equilibrar estas tensiones a través de sentencias para establecer criterios de coordinación entre ambas jurisdicciones (Corte Constitucional de Colombia). Sin embargo, en muchos casos estas decisiones son percibidas por las comunidades como una forma de control externo que debilita la legitimidad del derecho propio y su base cultural (Chaves Chamorro, 2019).

La violencia de género en el Resguardo Indígena de Cumbal constituye una problemática estructural que afecta de manera directa la vida, la dignidad y la integridad de las mujeres indígenas, así como la transmisión de los saberes ancestrales que ellas preservan. Estas violencias se manifiestan en formas físicas, psicológicas, económicas y simbólicas, y se encuentran estrechamente vinculadas a dinámicas históricas de discriminación, pobreza y exclusión territorial (Defensoría del Pueblo, 2018; ONIC, 2020; Espinosa, 2020).

La afectación de las mujeres indígenas trasciende el ámbito individual, pues su rol como portadoras de la lengua, la medicina tradicional, los rituales y los conocimientos culinarios convierte la violencia en un factor de riesgo para la continuidad cultural del pueblo Pasto. Cuando una mujer es silenciada o marginada por la violencia, se interrumpe también la transmisión intergeneracional de estos saberes (Puerres, 2022).

La Ley 1257 de 2008, define la violencia contra la mujer como cualquier acción u omisión que cause daño o sufrimiento por razones de género (Congreso de la República de Colombia, 2008). En el contexto del resguardo, esta violencia se ve reforzada por la discriminación estructural,

los efectos persistentes del conflicto armado y la débil presencia estatal, lo que ubica a las mujeres indígenas en una situación de doble y, en algunos casos, triple vulnerabilidad: por su condición de mujeres, por su pertenencia étnica y por habitar un territorio históricamente marginado (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2017; ONU Mujeres, 2019).

Las denuncias de violencia no siempre reciben una atención adecuada ni culturalmente pertinente. En muchos casos, los procesos carecen de acompañamiento en lengua propia y se enfrentan a prácticas patriarcales que minimizan los hechos, lo que desincentiva la denuncia y favorece el silencio como mecanismo de autoprotección frente al rechazo comunitario (Defensoría del Pueblo, 2021; Puerres, 2022). La violencia de género en el Resguardo de Cumbal responde a la interacción de múltiples factores que se refuerzan entre sí y que deben analizarse de manera integral.

Si bien el pueblo Pasto se caracteriza por valores de solidaridad y vida comunitaria, persisten patrones patriarcales heredados del periodo colonial y reforzados por influencias externas. Estos patrones reproducen relaciones de subordinación de las mujeres y limitan su participación en espacios de decisión comunitaria (Espinosa, 2020; ONIC, 2021).

La dependencia económica de muchas mujeres respecto de sus parejas incrementa su vulnerabilidad frente a la violencia, ya que el temor a perder el sustento dificulta la denuncia y la ruptura de relaciones violentas (ONU Mujeres, 2019).

La limitada cobertura de servicios de salud y educación con enfoque intercultural contribuye a la reproducción de la violencia. La ausencia de educación en lengua materna y la exclusión de la medicina tradicional generan un entorno de desprotección que afecta de manera particular a las mujeres (Chaves Chamorro, 2019; Defensoría del Pueblo, 2021).

La escasa presencia institucional del Estado, la falta de articulación entre la justicia indígena y la ordinaria, y la baja participación política de las mujeres indígenas han favorecido la persistencia de la violencia de género en el territorio (Puerres, 2022; Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2017).

La presencia de actores armados en el territorio ha generado desplazamientos forzados, amenazas y violencia sexual contra las mujeres indígenas, profundizando su situación de vulnerabilidad y afectando la cohesión comunitaria (Congreso de la República de Colombia, 2011; Corte Constitucional de Colombia, 2008).

El ordenamiento jurídico colombiano cuenta con un marco normativo amplio para la protección de los derechos de las mujeres; sin embargo, su aplicación en territorios indígenas como Cumbal presenta vacíos significativos (Defensoría del Pueblo, 2020).

La Constitución Política de 1991 consagra la igualdad entre hombres y mujeres y otorga jerarquía constitucional a los tratados internacionales de derechos humanos en sus artículos 13, 42, 43 y 93 (República de Colombia, 1991). No obstante, estas garantías formales no siempre se traducen en una protección efectiva para las mujeres indígenas, quienes continúan enfrentando múltiples formas de discriminación (ONU Mujeres, 2019).

La Ley 1257 de 2008, establece medidas de prevención, atención y sanción de la violencia contra la mujer, pero su implementación en contextos indígenas ha sido limitada debido a la ausencia de enfoques interculturales y a la falta de difusión en lenguas originarias (Congreso de la República de Colombia, 2008).

De manera similar, la Ley 1719 de 2014, orientada a garantizar el acceso a la justicia de las víctimas de violencia sexual en el marco del conflicto armado, ha tenido una aplicación parcial en el resguardo, pese a la persistencia de hechos asociados a este fenómeno (Congreso de la República de Colombia, 2014; Corte Constitucional de Colombia, 2004).

En el ámbito internacional, instrumentos como la Convención para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW) y la Convención de Belém do Pará obligan al Estado colombiano a prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra la mujer. Sin embargo, el cumplimiento de estas obligaciones sigue siendo desigual en territorios indígenas apartados (Organización de las Naciones Unidas, 1979; Organización de Estados Americanos, 1994).

La protección efectiva de los derechos de las mujeres indígenas en Cumbal implica superar desafíos que van más allá del fortalecimiento institucional tradicional y requieren un enfoque intercultural y de género (Defensoría del Pueblo, 2018; ONIC, 2021). La ausencia de protocolos claros entre la justicia indígena y la justicia ordinaria genera vacíos de protección y escenarios de impunidad, especialmente en casos de violencia de género (Corte Constitucional de Colombia, 1996; Arbeláez de Tobón, 2004).

La debilidad de las rutas de atención y la falta de acompañamiento permanente disuaden a las mujeres de denunciar los hechos de violencia

(ONU Mujeres, 2019; Defensoría del Pueblo, 2021). Las medidas estatales suelen abordar de manera separada la condición de género y la pertenencia étnica, sin reconocer la interseccionalidad que caracteriza la situación de las mujeres indígenas (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2017).

La exclusión de las mujeres indígenas de los espacios de decisión constituye una forma de violencia estructural que limita tanto la garantía de sus derechos como la preservación cultural (Puerres, 2022; ONIC, 2020). La falta de financiación adecuada restringe la implementación de programas de prevención, atención y educación intercultural en salud y justicia (Defensoría del Pueblo, 2020).

El acceso a la justicia para las mujeres indígenas en Cumbal se ve limitado por barreras geográficas, culturales, institucionales y económicas, lo que profundiza su situación de vulnerabilidad (Defensoría del Pueblo, 2021).

Las rutas de atención previstas en la Ley 1257 de 2008 ofrecen medidas de protección inmediata; sin embargo, muchas mujeres desconocen su existencia o enfrentan dificultades prácticas para acceder a ellas debido a la distancia, los costos y la falta de adecuación cultural (Congreso de la República de Colombia, 2008).

La jurisdicción especial indígena constituye un mecanismo cercano a la comunidad, pero en casos de violencia de género puede carecer de enfoques de derechos que permitan visibilizar el daño sufrido por las mujeres (Corte Constitucional de Colombia, 1998; Chaves Chamorro, 2019).

Las acciones constitucionales, como la tutela, y los mecanismos internacionales de protección representan alternativas relevantes, aunque su efectividad depende del acceso a información jurídica y acompañamiento especializado, condiciones que no siempre están garantizadas en el resguardo (Corte Constitucional de Colombia, 2003; Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2017).

Uno de los mayores retos en el municipio de Cumbal es encontrar un punto de equilibrio entre la justicia indígena y la ordinaria. Aunque no son sistemas necesariamente opuestos, siguen sin poder conciliarse y en muchos casos por esto se termina dejando a las mujeres sin una protección real (Corte Constitucional de Colombia, 1998; Martínez, 2017).

Además de eso las mujeres indígenas de Cumbal tienen muchas dificultades para acceder a instituciones de justicia o de salud, como la geografía montañosa y la dispersión de las veredas que hacen que tengan

que pasar por horas de desplazamiento. Y también la falta de servicios en su lengua propia por lo que muchas mujeres no comprenden los procedimientos y terminan desanimándose de denunciar (Defensoría del Pueblo, 2021; ONU Mujeres, 2019).

Las violencias más frecuentes son la intrafamiliar y la de género, pero rara vez se denuncian por el miedo al rechazo, la presión social y la ausencia de refugios seguros. Y en ocasiones las normas culturales incluso han contribuido a invisibilizar estas violencias o justificar comportamientos violentos en contra de las mujeres y todo esto lastimosamente perpetúa el maltrato y afecta cómo las mujeres enseñan los conocimientos de su cultura (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2017; Espinosa, 2020).

Existen organizaciones de mujeres indígenas que alzaron su voz para defender sus derechos, pero su representación política es muy poca porque las decisiones sobre recursos y políticas públicas se toman sin consulta previa ni participación de las mujeres. No dejándolas participar en temas que afectan directamente sus vidas y la continuidad de su cultura (Puerres, 2022; ONIC, 2020).

En cuanto a la educación y la salud, hay problemas aún más notorios. Las escuelas rara vez incluyen la enseñanza de la lengua Pasto o saberes culturales y en la salud los programas no reconocen de la medicina tradicional. Y en cuanto a derechos sexuales y reproductivos, la información es escasa e imprecisa y eso limita la capacidad de las mujeres de tomar decisiones sobre sus cuerpos y sus familias (Defensoría del Pueblo de Colombia, 2016; ONU Mujeres, 2019).

Estos desafíos necesitan atención real, no solo aumentar la presencia institucional sino dar políticas públicas que incluyan su cultura, su lengua y sus saberes propios como una parte fundamental. Fortalecer la justicia, garantizar servicios accesibles y reconocer el rol de las mujeres indígenas como portadoras de saberes así también evitando la pérdida de la cultura indígena del pueblo de Cumbal (ONIC, 2021; Rappaport, 2008).

CONCLUSIONES

La investigación permitió evidenciar que la violencia de género en el Resguardo Indígena de Cumbal constituye una problemática estructural que trasciende el ámbito individual y afecta de manera directa la cohesión comunitaria, la autonomía cultural y la pervivencia de los saberes ancestrales del pueblo Pasto. Las mujeres indígenas, en su condición de portadoras fundamentales de memoria cultural, enfrentan múltiples formas

de vulneración que impactan tanto su integridad personal como su rol en la transmisión de conocimientos tradicionales.

El análisis de la jurisdicción especial indígena demuestra que, si bien esta representa un pilar esencial del pluralismo jurídico y del reconocimiento de la diversidad cultural en Colombia, presenta limitaciones significativas en la atención de los casos de violencia de género. Dichas limitaciones se relacionan con la persistencia de patrones patriarcales, la ausencia de enfoques de género y la priorización de la armonía comunitaria sobre la protección integral de los derechos de las mujeres, lo que puede derivar en procesos de revictimización y en la reproducción de relaciones desiguales de poder.

Asimismo, se concluye que el Estado colombiano, a pesar de contar con un marco normativo amplio y con obligaciones constitucionales e internacionales en materia de derechos humanos, enfrenta serias dificultades para garantizar una protección efectiva de las mujeres indígenas en territorios como Cumbal. La falta de presencia institucional, las barreras geográficas y culturales, y la débil articulación entre la justicia ordinaria y la justicia indígena generan vacíos de protección que perpetúan escenarios de impunidad.

La investigación pone de manifiesto que la tensión entre el respeto por la autonomía indígena y la garantía de los derechos fundamentales no debe abordarse como una dicotomía excluyente, sino como un desafío que exige soluciones interculturales. En este sentido, resulta necesario fortalecer los mecanismos de coordinación interjurisdiccional, incorporando enfoques de género e interculturalidad que permitan una respuesta adecuada frente a la violencia de género, sin desconocer los principios propios de la cosmovisión indígena.

Finalmente, se concluye que la erradicación de la violencia de género en el Resguardo Indígena de Cumbal requiere una acción conjunta entre el Estado, las autoridades indígenas y las propias mujeres indígenas. La participación activa de las mujeres en los espacios de decisión comunitarios e institucionales constituye un elemento clave para la construcción de estrategias de prevención, atención y reparación que garanticen su dignidad, su autonomía y la continuidad cultural del pueblo Pasto.

LITERATURA CITADA

- Alpala Castro, D. M. (2023). Tenencia de la tierra: economía y sociedad en el resguardo de Cumbal, Nariño 1950–1961. Biblioteca Digital UDEA.
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/cf4c954f-2549-40c0-81cd-6d85121d8bf8/content>
- Arbeláez de Tobón, L. (2004). La jurisdicción especial indígena en Colombia y los mecanismos de coordinación con el sistema judicial nacional. Rama Judicial.
<https://www.ramajudicial.gov.co/documents/4263275/13613759/Jurisdicción+Especial+Indígena+-+Consejo+Superior+de+la+Judicatura.pdf/c83d6e15-80ac-4398-a834-a3c69a6013ff>
- Buenaventura Tapie, G., & Valenzuela Paguay, J. E. (2010). Aproximación sociológica y metodológica al plan de vida del Resguardo Indígena de Cumbal. Universidad de Nariño.
<https://sired.udenar.edu.co/10539/1/83247.pdf>
- Chaves Chamorro, A. (2019). Cosmovisión, justicia y pervivencia cultural del pueblo de los Pastos. Universidad de Nariño.
<https://sired.udenar.edu.co/handle/123456789/4450>
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2017). Mujeres indígenas y sus derechos humanos en las Américas.
<https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/MujeresIndigenas.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (2008). Ley 1257 de 2008. Por la cual se dictan normas de sensibilización, prevención y sanción de formas de violencia y discriminación contra las mujeres. Función Pública.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34054>
- Congreso de la República de Colombia. (2011). Ley 1448 de 2011. Por la cual se dictan medidas de atención, asistencia y reparación integral a las víctimas del conflicto armado interno. Función Pública.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43043>
- Congreso de la República de Colombia. (2014). Ley 1719 de 2014. Por la cual se adoptan medidas para garantizar el acceso a la justicia de las víctimas de violencia sexual, en especial la violencia sexual con ocasión del conflicto armado. Función Pública.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57716>

- Corte Constitucional de Colombia. (1996). Sentencia T-349 de 1996. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1996/t-349-96.htm>
- Defensoría del Pueblo. (2018). Informe defensorial sobre la situación de los derechos humanos de las mujeres indígenas en Colombia. Bogotá, Colombia.
- Defensoría del Pueblo. (2020). Acceso a la justicia de las mujeres indígenas en Colombia: retos y avances. <https://www.defensoria.gov.co>
- Defensoría del Pueblo. (2021). Mujeres indígenas y acceso a la justicia en Colombia. <https://www.defensoria.gov.co>
- Defensoría del Pueblo de Colombia. (2016). La situación de los derechos de las mujeres indígenas en Colombia. <https://www.defensoria.gov.co>
- Espinosa, N. (2020). Mujeres indígenas, conflicto armado y resistencia cultural en Nariño. *Revista Colombiana de Antropología*, 56(2). <https://revistas.icanh.gov.co/index.php/rca/article/view/3580>
- Martínez, C. (2017). Justicia indígena en Colombia: tensiones y desafíos del pluralismo jurídico. *Revista de Derecho*, Universidad del Norte. <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/derecho/article/view/9347>
- Ministerio del Interior de Colombia. (2006). Censo del Resguardo Indígena de Cumbal.
- ONIC – Organización Nacional Indígena de Colombia. (2008). Historia del movimiento indígena en Colombia. <https://www.onic.org.co>
- ONIC – Organización Nacional Indígena de Colombia. (2020). Mujeres indígenas: resistencia y pervivencia cultural. <https://www.onic.org.co>
- ONIC – Organización Nacional Indígena de Colombia. (2021). Saberes en riesgo: informe sobre la pérdida de la memoria cultural en pueblos indígenas de Colombia. <https://www.onic.org.co/noticias/4605-saberes-en-riesgo-informe>
- ONU Mujeres. Organización de las Naciones Unidas (2019). Informe sobre la situación de las mujeres indígenas en Colombia. Naciones Unidas. <https://colombia.unwomen.org/es/digiteca/publicaciones/2019>
- Organización de Estados Americanos (OEA). (1994). Convención Interamericana para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia contra la Mujer (Convención de Belém do Pará). <https://www.oas.org/es/mesecvi/convention.asp>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1979). Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer (CEDAW). <https://www.un.org/womenwatch/daw/cedaw/text/sconvention.htm>

- Puerres, D. A. (2022). Emociones y participación política de mujeres indígenas en el Resguardo del Gran Cumbal. Universidad de Caldas. <https://repositorio.ucaldas.edu.co/server/api/core/bitstreams/f68fa8cf-4685-4ec2-96e9-de00a09d38db/content>
- Rappaport, J. (2008). Utopías interculturales: intelectuales públicos, experimentos con la cultura y pluralismo en Colombia. Universidad del Rosario. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/1464>
- Red Nacional de Mujeres. (2018). Análisis de la Ley 1257 de 2008 en sus diez años de implementación. Colectiva Justicia Mujer. https://colectivajusticiamujer.org/wp-content/uploads/2021/01/informe_ley_1257_digital_2018.pdf
- República de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia. Gaceta Constitucional No. 116.
- Sánchez Botero, E. (2010). Pluralismo jurídico y jurisdicción indígena en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10006>

SÍNTESIS CURRICULAR

Leidy Johana Cevallos Burbano

Abogada egresada de la Facultad de Derecho de la Universidad de Nariño, Magister en Derecho Procesal Contemporáneo de la Universidad de Medellín; docente investigador de tiempo completo, integrante del grupo de Investigación Derecho, Innovación y Desarrollo Social del Programa de Derecho de la Universidad Cesmag, Pasto. Docente guía en la estrategia de litigio estratégico del Consultorio Jurídico "San Juan de Capistrano". Docente investigadora del proyecto denominado: "Lineamientos de política pública con enfoque étnico y territorial para mujeres en el municipio de Cumbal, que contribuya a la actualización de la política pública de género e inclusión social del Departamento de Nariño", realizado entre la Universidad Cesmag y la Gobernación de Nariño. Ha colaborado en investigaciones sobre violencia dentro del conflicto armado. Correo electrónico: leicevallos@gmail.com. Correo institucional: ljcevallos@unicesmag.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6733-1064>.

Angelly Sofia Lasso Córdoba

Estudiante de segundo semestre del Programa de Derecho de la Universidad Cesmag, Pasto, con participación activa en el Semillero de Investigación de Derecho Público. Correo electrónico: aslasso.7021@unicesmag.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0448-0566>.

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

Handling of pesticides in pineapple and potential negative externalities to health

César Julio **Martínez-Castro**¹, Itzel Anahí **Jacinto-Solano**²

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo documentar las prácticas agrícolas, hábitos o conductas de riesgo en las que incurren los jornaleros, antes, durante y después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo de piña del municipio de Loma Bonita, Oaxaca, México; que pudieran traducirse en potenciales externalidades negativas manifestadas en afectaciones a su salud, de sus familiares, de población cercana y de los consumidores. Entre junio de 2022 y marzo de 2023 se encuestó a 118 jornaleros a quienes se les aplicó un cuestionario estructurado en cinco apartados y 25 ítems (3 de carácter personal, 7 de uso de equipo de protección, 5 sobre el manejo de residuos, 5 sobre el destino de los envases y 5 más sobre hábitos antes y después de las aplicaciones). La información se analizó con estadística descriptiva. Los resultados muestran amplios porcentajes de trabajadores que no usan delantal (94.5%), gorro (95.8%) y botas impermeables (46.6%). Tampoco máscaras respiratorias (82.2%), protección de ojos (78%), ni guantes (58.5%). Otros hábitos o conductas de

riesgo identificadas fueron: la aplicación de residuos de plaguicidas (36.4%), el almacenamiento de residuos (50%), no realizan el triple lavado de los envases (94.9%), no los queman (50%), no leen la etiqueta (35.6%) y no se bañan después de la aplicación (16.1%). Se concluye que los trabajadores incurren en prácticas o hábitos de riesgo que pueden traducirse en potenciales externalidades negativas al impactar directamente en su salud, en la de la sociedad y en los ecosistemas cercanos, a corto y largo plazo.

Palabras clave: Externalidades negativas, plaguicidas, salud humana, medio ambiente.

Abstract

The objective of this study was to document the agricultural practices, habits, or risky behaviors of day laborers before, during, and after the application of pesticides in pineapple cultivation in the municipality of Loma Bonita, Oaxaca, Mexico, which could result in potential negative externalities manifested in adverse effects on their health, that of their families, the nearby population, and consumers. Between June 2022 and March 2023, 118 day

¹ Universidad del Mar campus Huatulco

² Universidad del Papaloapan

Recibido: 8 de octubre de 2025

Aceptado: 30 de enero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(1): 221-244

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.10.cm

laborers were surveyed using a questionnaire structured into five sections and 25 items (3 personal, 7 on the use of protective equipment, 5 on waste management, 5 on the disposal of containers, and 5 on habits before and after applications). The information was analyzed using descriptive statistics. The results show high percentages of workers who do not wear aprons (94.5%), hats (95.8%), or waterproof boots (46.6%). Nor do they wear respiratory masks (82.2%), eye protection (78%), or gloves (58.5%). Other risky habits or behaviors identified were: applying pesticide

residues (36.4%), storage of residues (50%), failure to triple wash containers (94.9%), failure to burn them (50%), failure to read the label (35.6%), and failure to bathe after application (16.1%). It is concluded that workers engage in risky practices or habits that can result in potential negative externalities by directly impacting their health, that of society, and nearby ecosystems in the short and long term.

Keywords: Negative externalities, pesticides, human health, environment

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud (FAO-OMS, 2014) definen los plaguicidas como “cualquier sustancia o mezcla de sustancias con ingredientes químicos o biológicos destinados a repeler, destruir o controlar cualquier plaga o a regular el crecimiento de las plantas”. Por ser potencialmente tóxicos, el uso de plaguicidas en el ámbito agrícola puede generar externalidades negativas, repercutiendo en la salud de las personas por medio de afectaciones agudas y crónicas (SADER-SENASICA, 2019; OMS, 2022). En el ámbito de la salud humana, las externalidades negativas son las consecuencias no deseadas derivadas del contacto directo o indirecto por el uso y aplicación de plaguicidas a los cultivos agrícolas (Jáquez-Matas et al., 2022). La aplicación de plaguicidas es una actividad riesgosa para la salud de las personas que están expuestas de manera directa a ellos, particularmente los productores y los jornaleros encargados de su manipulación (preparación, carga y aplicación), sobre todo cuando el grado de exposición es inadecuado. Del mismo modo, representa un riesgo para la salud de otros sectores de la población como los familiares de los productores y aplicadores, los habitantes de poblaciones aledañas a los campos agrícolas y los consumidores de productos que han sido tratados (SADER-SENASICA, 2019).

Las externalidades negativas por la exposición a los plaguicidas pueden ser agudas y/o crónicas, y se pueden manifestar de manera inmediata, en el mediano y largo plazo. Esto va a depender de diversos aspectos como la cantidad a la que se exponen las personas, la forma de exposición, y la

constancia y prolongación de la exposición (OMS, 2022). Existen cuatro formas de exposición por las cuales los plaguicidas pueden ingresar al organismo humano, con la probabilidad de provocar efectos adversos a la salud, las cuales son: oral, por inhalación, ocular y dérmica (SADER-SENASICA, 2019). Las intoxicaciones agudas más graves por lo regular, se deben a ingestiones suicidas o accidentales (Ferrer, 2003). En ese sentido, datos recientes estiman a nivel mundial alrededor de 385 millones de casos de intoxicaciones agudas no intencionadas (accidental/ocupacional) por el uso de plaguicidas que incluyen aproximadamente 11 mil defunciones. También se calcula que cerca del 44% de la población agrícola mundial sufre intoxicaciones por plaguicidas cada año, sobre todo en países subdesarrollados (Boedeker et al., 2020; OMS, 2024).

Del mismo modo, se han reportado en diversos estudios la vinculación de los plaguicidas como posibles causantes de enfermedades, entre ellas, algunos tipos de cáncer (Ordoñez Beltrán et al., 2019) y otras enfermedades crónicas debido a la exposición permanente y prolongada de plaguicidas en diversas zonas agrícolas de México (Córdova et al., 2020; Torres Sánchez et al., 2024; Urías-Rivas et al., 2024). De acuerdo con Arce-Estrada et al. (2025) una de las causas de la manipulación inapropiada de los plaguicidas agrícolas, es la falta de conocimientos por parte de los productores y jornaleros sobre los efectos adversos que a largo plazo pueden provocar en su salud. Por su parte, Arciniega y Fontalvo-Buelvas (2024) mencionan que, aunque las personas encargadas de las aplicaciones de plaguicidas agrícolas estén enteradas de las potenciales externalidades negativas a las que se exponen un gran número, aunque leen las etiquetas de los productos, sólo lo hacen para saber las dosis requeridas y no para conocer el equipo de protección necesario, o las medidas de seguridad para su manejo apropiado.

A este tema, González et al. (2025) agregan que la percepción del riesgo de productores y jornales por el uso de plaguicidas se limita a los efectos inmediatos o agudos, y no toman en cuenta el desarrollo de enfermedades crónicas a largo plazo. Para Ali et al. (2020), la falta de conocimientos, la poca responsabilidad, la ignorancia y las percepciones erróneas sobre los efectos nocivos que el manejo indebido de estos productos tiene sobre su salud, la de sus familiares y el medio ambiente, los lleva a cometer errores no intencionados como la manipulación descuidada de los plaguicidas, no considerar las recomendaciones sugeridas por las buenas prácticas agrícolas; por ejemplo, la falta de protección personal, almacenamiento inadecuado de los plaguicidas y envases, o la reutilización de los recipientes para guardar alimentos y agua una vez lavados, entre otros usos.

Múltiples estudios realizados en diversas regiones agrícolas de México (Ordoñez Beltrán et al., 2019; Arciniega y Foltalvo Buelvas, 2024; Arce Estrada et al., 2025) y otros países de América Latina (Jiménez Quintero et al., 2016; Pabón et al., 2023), advierten sobre los posibles riesgos a la salud de los jornaleros agrícolas por la inadecuada exposición durante la aplicación de plaguicidas debido a la carencia en el uso de equipo de protección (Esparza Jiménez et al., 2024; Arce Estrada et al., 2025). Así mismo, se ha demostrado que debido a hábitos y/o conductas inapropiadas en la manipulación de estos productos antes, durante y después de las aplicaciones, representan potenciales efectos nocivos no sólo a su salud (Arce Estrada et al., 2025), sino de manera indirecta a la de sus familiares, a las poblaciones cercanas a los plantíos (Córdova et al., 2020) y a la salud de los consumidores (Díaz Vallejo et al., 2021).

Ante este panorama, es necesario llevar a cabo estudios en regiones con orientación agrícola, donde se hace un uso intensivo de productos químicos con la intención de identificar algunas prácticas deficientes durante la manipulación de pesticidas, de tal manera que auxilie para alertar sobre las posibles externalidades negativas a la salud humana, con la intención de disminuir los riesgos (Siller Cepeda et al., 2002). De igual manera, la identificación de las potenciales externalidades negativas permitirá aportar evidencias sobre la necesidad de llevar a cabo estudios más específicos y profundos en cuanto a la contaminación de los recursos naturales (suelo, agua, aire, flora y fauna) y la presencia de enfermedades crónico degenerativas por el uso de pesticidas tanto en productores, jornaleros y en sus familiares, así como en habitantes de comunidades cercanas a campos agrícolas que hacen uso intensivo de plaguicidas, y de consumidores de productos agropecuarios (Esquivel Valenzuela et al., 2019).

Uno de los cultivos donde existe carencia de estudios sobre las potenciales externalidades negativas que pueden provocar el uso intensivo de plaguicidas, es el de la piña. La principal zona productora de piña en México es la cuenca del Papaloapan (Torralba et al., 2013; Uriza et al., 2018). Alrededor del 80% de la producción nacional se cultiva en esta región, donde sobresalen los municipios de Isla, Juan Rodríguez Clara y José Azueta en el estado de Veracruz y Loma Bonita en el estado de Oaxaca. En conjunto estos cuatro municipios aportan cerca del 60% de la producción nacional de piña (SIAP, 2025). El uso de diversas tecnologías entre las que destacan los plaguicidas ha contribuido a mejorar los rendimientos por hectárea, la calidad de la fruta y a ampliar su vida en anaquel (Uriza et al., 2018).

En el caso de Loma Bonita, es el principal municipio productor de piña en el estado de Oaxaca. En el año 2023 se reportó un volumen de 129,374 toneladas que lo colocó como el cuarto municipio con mayor producción a nivel nacional (SIAP, 2025). Desafortunadamente, no se han llevado a cabo estudios que permitan conocer sobre las malas prácticas o hábitos erróneos en los que incurren los trabajadores agrícolas relacionados con la aplicación de plaguicidas, ni de las potenciales externalidades negativas derivadas de su uso. Considerando lo mencionado, el presente estudio tuvo como objetivo documentar las prácticas agrícolas, hábitos o conductas de riesgo en las que incurren los jornaleros, antes, durante y después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo de piña del municipio de Loma Bonita, Oaxaca, México, que pudieran reflejarse en potenciales externalidades negativas manifestadas en afectaciones a su salud, de sus familiares, de poblaciones cercanas y de los consumidores.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

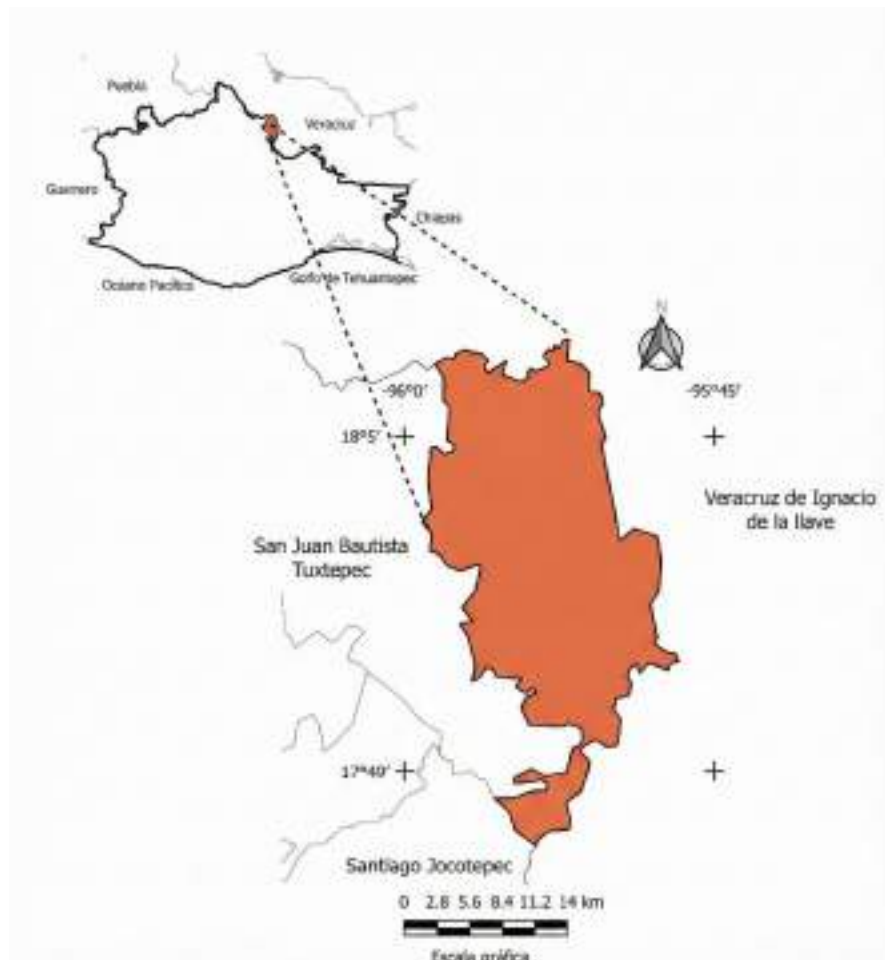
Localización

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, cuyas coordenadas geográficas son: 18° 06' 36'' N y 95° 52' 48'' O. Con una altura promedio de 30 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2024). Este municipio se localiza al norte del estado de Oaxaca y pertenece a la región del Papaloapan que es una de las ocho regiones que integran la entidad. De acuerdo con datos del INEGI (2010), Loma Bonita se divide en dos porciones: La parte con mayor superficie (principal) limita al norte y este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al sur también con Veracruz de Ignacio de la Llave y con el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec. La porción más pequeña (restante) limita al norte con el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec y con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y el municipio de Santiago Jocotepec; al oeste con los municipios de Santiago Jocotepec y San Juan Bautista Tuxtepec (Figura 1).

Dadas las características de clima tropical, buena parte de la base económica del municipio está conformada por actividades agropecuarias entre las que destacan la producción de piña, caña de azúcar y la ganadería bovina de doble propósito. Las temperaturas oscilan entre los 15 y los 42°C, con una temperatura promedio de 25°C, aunque en la época de mayor calor la sensación térmica puede alcanzar los 57°C. El mes más caluroso es mayo y el más frío enero. La precipitación promedio anual puede superar los 1,900 mm, siendo septiembre el mes con mayor promedio pluvial acumulado y marzo el mes menos lluvioso (Soto et al., 2019).

Figura 1.

Localización del municipio de Loma Bonita, Oaxaca



Nota: Modificado de INEGI (2010)

Método de obtención de datos

Como método de obtención de datos se empleó la encuesta. Para ello, se elaboró un cuestionario aplicado a los jornaleros encargados de la manipulación (preparación de mezclas, carga y aplicación) de los

plaguicidas. El periodo de aplicación fue de junio de 2022 a marzo de 2023. Dicho cuestionario se elaboró a partir de la revisión de manuales y de trabajos teóricos y empíricos en el área de plaguicidas, y sus afectaciones adversas a la salud y al medio ambiente (Ordoñez Beltrán et al., 2019). El cuestionario estuvo integrado por 25 reactivos y se estructuró en cinco apartados: en el primero se indagó sobre las características personales: 1) edad (medida en años), 2) género (hombre o mujer) y 3) escolaridad (sin estudios, primaria, secundaria, bachillerato y superior). En el segundo apartado se buscó conocer sobre el equipo de protección empleado por los trabajadores, tomando como referencia el manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo, en el que se menciona la indumentaria mínima que deben portar las personas al momento de realizar la preparación y aplicación de las mezclas, la cual consiste en: 1) guantes, 2) camisa, 3) máscara respiratoria, 4) delantal impermeable, 5) protector de ojos, 6) botas y 7) gorro impermeable (SADER-SENASICA, 2019).

El tercer apartado se orientó a conocer sobre el destino de los residuos de productos aplicados donde se preguntó si: 1) se aplican al cultivo, 2) se riegan en el suelo, 3) se desechan al río, 4) se almacenan o, 5) se venden. El cuarto apartado incluyó preguntas para conocer el destino de los envases o empaques vacíos tales como: 1) realizar el triple lavado 2) dejarlos tirados en el terreno, 3) quemarlos, 4) transportarlos a casa o, 5) reutilizarlos. En el quinto apartado se indagó sobre hábitos de los jornaleros antes y después de las aplicaciones como: 1) leer la etiqueta, 2) lavarse las manos después de la aplicación, 3) tomar un baño después de aplicarlos, 4) separar la ropa utilizada de la ropa usada por la familia y 5) quemar la ropa utilizada. La escala empleada del segundo al quinto apartado fue dicotómica, con opciones de Sí y No.

Tipo de estudio y tamaño de la muestra

El presente estudio fue de tipo exploratorio considerando que, si bien se encontraron estudios en otras regiones agrícolas de México y otras partes del mundo sobre las afectaciones que el uso de pesticidas tiene sobre la salud humana, esta temática no ha sido abordada en investigaciones en el cultivo de piña en la cuenca del Papaloapan, México. De tal manera que se buscó obtener información valiosa que pueda servir de base para llevar a cabo en el futuro, trabajos más completos en el contexto de las afectaciones sobre la salud humana (intoxicaciones agudas y crónicas), e incluso relacionadas a temas del medio ambiente (agua, suelo, aire, flora y fauna) (Zafra, 2006).

El diseño del estudio fue no experimental, descriptivo y de corte transversal (Agudelo et al., 2010), al enfocarse la obtención de la

información en un grupo de personas en un lapso corto de tiempo (Litardo et al., 2025). El muestreo fue no probabilístico por bola de nieve, para lo cual, a partir de una pequeña muestra inicial, a cada uno de los individuos entrevistados se les pedía el apoyo para sugerir a otros colegas como posibles informantes (Ortega et al., 2014; Cotrina et al., 2022). Para ello, se establecieron criterios de inclusión a partir de lo realizado en otras regiones agrícolas como: radicar y aplicar productos fitosanitarios en el cultivo de piña en el municipio de Loma Bonita y estar dispuestos a ser encuestados y proporcionar la información solicitada (Arciniega y Fontalvo-Buelvas, 2024), de tal manera que la muestra final quedó integrada por un total de 118 trabajadores.

Análisis de datos

La información obtenida se capturó y se analizó utilizando el IBM SPSS Statistics 21. Para las características personales de los productores y de los aplicadores de los productos fitosanitarios se emplearon estadísticos descriptivos como frecuencias, porcentajes y rangos. En el caso de los seis aparados restantes también se analizaron empleando estadísticos descriptivos que consistieron en frecuencias y porcentajes. Finalmente, se realizó una investigación documental basada en fuentes de información secundarias particularmente artículos científicos, que abordan los efectos a corto y largo plazo del uso de pesticidas sobre la salud humana y los ecosistemas. Esta revisión permitió complementar y enriquecer el análisis del presente estudio (Alvarado et al., 2024). Esto ayudó a contar con una aproximación sobre los posibles estudios futuros que se deberán llevar a cabo, no sólo en el municipio de Loma Bonita, sino en otros ubicados en la cuenca del Papaloapan y de otras entidades donde se produce de manera intensiva el cultivo de piña.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características personales

La edad promedio de los 118 jornaleros encuestados fue de 39.74 años \pm 13.60 años. El trabajador más joven contaba con 14 años y el mayor con 76 años. De acuerdo con Torres Sánchez et al. (2024), la posibilidad de intoxicaciones agudas por la exposición de plaguicidas agrícolas, aumenta en grupos de personas vulnerables como menores de edad y adultos mayores. Para Leyva Morales et al. (2025), las personas jóvenes y adultas son más susceptibles a sufrir intoxicaciones agudas y crónicas debido a que en el caso de los más jóvenes su sistema inmune va en desarrollo y en el caso de los aplicadores longevos va en decaimiento. Al respecto Esquivel

Valenzuela et al. (2019) reportaron mayor incidencia de intoxicaciones en productores jóvenes de cultivos hortícolas en la Comarca Lagunera, México.

González et al. (2025) argumentan que, aunque en México está prohibido que jóvenes menores de 15 años se ocupen en actividades agrícolas riesgosas como la aplicación de plaguicidas, su inclusión obedece a la necesidad de contribuir al ingreso familiar, debido al bajo salario que perciben los padres como jornaleros por lo que pasan por alto los posibles daños a su salud. Según Ordoñez-Beltrán et al. (2019), los trabajadores jóvenes pueden tomar más riesgos y exponerse a los plaguicidas a lo largo de su vida, con la creencia de que no les causará daño, lo que podría provocar intoxicaciones crónicas y aumentar la probabilidad de desarrollar algún tipo de cáncer. Para algunos autores, cuando las personas comienzan a trabajar desde pequeños en la aplicación de plaguicidas, se familiarizan con ellos y tienen la percepción de que son inocuos, subestimando las externalidades negativas sobre su salud, a corto y a largo plazo (Córdova et al., 2020; Torres Sánchez et al., 2024).

Con respecto al sexo de los jornaleros encuestados, 113 (95.8%) fueron hombres y sólo 5 (4.2%) mujeres. Porcentajes bajos de participación de mujeres en la aplicación de pesticidas son reportados en otras investigaciones similares (Jiménez Quintero et al., 2016; López et al., 2025). Aunque la contribución de las mujeres en la aplicación de pesticidas agrícolas es baja en relación a los hombres, algunos estudios reportan que pueden presentar mayores riesgos de sufrir intoxicaciones agudas y crónicas. En este sentido, Torres Sánchez et al. (2024) hallaron mayor susceptibilidad de las mujeres en relación a los hombres a algunas intoxicaciones agudas y en enfermedades crónicas. Montoro et al. (2009) al evaluar los casos de intoxicación por la exposición a plaguicidas agrícolas en centros de salud de dos provincias de los andes centrales del Perú, encontraron mayor frecuencia de intoxicación de mujeres en ambas provincias. Por su parte Córdova et al. (2020) reportaron mayor número de mujeres con la enfermedad crónica de hipertensión arterial, como resultado de la exposición prolongada a pesticidas en Tabasco, México.

En cuanto a la escolaridad, los trabajadores agrícolas encuestados poseen un bajo nivel educativo. Del total de la muestra, 25 jornaleros (21.2%) no cuentan con estudios, 50 (42.4%) sólo terminaron la primaria, 41 (34.7%) la secundaria y solo 2 jornaleros (1.7%) mencionaron contar con estudios de bachillerato. En estudios similares se ha reportado que existe una relación inversa en el nivel educativo de los productores y la intensidad en el uso de pesticidas, es decir, cuanto mayores niveles de estudios tengan las personas encargadas de las aplicaciones, existe mayor probabilidad de que conozcan

la información técnica de los pesticidas y sean más conscientes sobre los riesgos ambientales y en la salud humana, aplicando las dosis recomendadas y tomando las medidas preventivas durante su manipulación (Jiménez-Quintero et al., 2016). Por el contrario, los bajos niveles educativos de los aplicadores se perciben como una limitante para mejorar los resultados en los procesos de capacitación en seguridad y salud ocupacional, así como en intervenciones para el control de riesgos (López et al., 2025).

Uso de equipo de protección personal

La mayor parte de los jornaleros (94.9%) utilizan camisa de manga larga que le cubre la mitad del cuerpo; únicamente 41.5% mencionó utilizar guantes para mezclar, vaciar y aplicar los productos; 53.4% hace uso de botas que le cubren los pies de manera completa. Resultados similares también se han reportado en otras regiones agrícolas del territorio mexicano, donde los trabajadores sólo utilizan la ropa con la que visten cotidianamente (Esparza Jiménez et al., 2024; Arce-Estrada et al., 2025; Arciniega y Fontalvo Buelvas, 2024). En el caso de los equipos de protección menos utilizados destacan: el delantal impermeable, gorro impermeable, máscara respiratoria y protector de ojos (Tabla 1), por lo que, al no hacer uso completo del equipo de protección personal, no se cumple con las sugerencias planteadas en el manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo.

Tabla 1.

Uso de equipo de protección personal

Equipo de protección personal	No usan		Si usan	
	Jornaleros	%	Jornaleros	%
1. Guantes	69	58.5	49	41.5
2. Camisa	6	5.1	112	94.9
3. Máscara respiratoria	97	82.2	21	17.8
4. Delantal impermeable	115	97.5	3	2.5
5. Protector de ojos	92	78.0	26	22.0
6. Botas	55	46.6	63	53.4
7. Gorro impermeable	113	95.8	5	4.2

Nota: Elaboración propia

De acuerdo con algunos autores (Protano et al., 2009; Yarpuz-Bozdogan, 2018), el equipo de protección personal se debe utilizar como medida preventiva para minimizar la exposición por inhalación, absorción oral o absorción dérmica, en cualquiera de las etapas de manipulación de plaguicidas, por lo que, en el caso de los jornaleros de Loma Bonita, Oaxaca están expuestos a riesgos que pueden afectar su salud a corto y largo plazo.

No obstante, la carencia en el uso de equipo de protección no es un problema exclusivo de este municipio, sino a nivel nacional y en general de los países subdesarrollados.

Otras entidades de México donde se reporta bajos usos de indumentaria de protección personal para la aplicación de plaguicidas son: Chihuahua (Ordoñez Beltrán et al., 2019), Oaxaca (Rodríguez et al., 2020), Puebla (Ortega et al., 2014), Sinaloa (Urías Rivas et al., 2024), Tabasco (Córdova et al., 2020). Mientras que en América Latina en países como Colombia (Pabón et al., 2023; Vélez-Torres et al., 2024), Ecuador (Litardo et al., 2025) y Perú (Montoro et al., 2009; Guerrero, 2018). Entre las razones dadas por los trabajadores del por qué no utilizan dichos atuendos, se mencionó la incomodidad al momento de realizar la aplicación de los productos provocada por las altas temperaturas que se alcanzan en la región del Papaloapan. Lo que coincide con lo hallado por Esquivel Valenzuela et al. (2019) en la región de la Comarca Lagunera y por Arciniega y Fontalvo-Buelvas (2024) en Sinaloa. Por ello, al igual que lo encontrado por González et al. (2025) en Jalisco, México las personas muchas veces sólo utilizan camisa de manga larga y un pañuelo para cubrir su boca y nariz, sin emplear equipo extra de protección. Otra razón que se ha mencionado en algunos trabajos similares es el alto costo del equipo, ya sea para el productor o para los trabajadores (Vélez-Torres et al., 2024).

Los estudios llevados a cabo en México y otras latitudes demuestran el poco conocimiento o poca importancia que los trabajadores le dan a las consecuencias en su salud por los efectos negativos que los plaguicidas pueden causarles. Sobre esto López et al. (2025) mencionan que los trabajadores agrícolas tienen el doble de riesgo de fallecer en relación a aquellos que se dedican a otras actividades económicas, siendo la falta de seguridad durante la aplicación de pesticidas una de las causas, al exponerse a productos químicos altamente tóxicos. Por ello, el utilizar equipo de protección personal es de suma importancia como medida para reducir la exposición a los pesticidas y evitar intoxicaciones accidentales por la ingesta de alimentos o agua, contacto directo y por inhalación de vapores, donde los síntomas más simples pueden ser malestar gastrointestinal, dolor de cabeza, mareos, entre otros, o en el peor de los escenarios, la muerte (Urías-Rivas et al. 2024).

Ante esta situación, algunos autores (Yarpuz Bozdogan, 2018) han planteado alternativas orientadas a una mayor educación, capacitación y concientización de los productores y jornaleros, sobre la importancia del uso de equipo de protección personal antes, durante y después de las aplicaciones para prevenir la exposición a los químicos tóxicos de los

pesticidas y reducir riesgos inmediatos a su salud por intoxicaciones agudas, y en el mediano y largo plazo para reducir el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. También se ha planteado la necesidad de evaluar las consecuencias crónicas que la exposición prolongada a los pesticidas tiene sobre la salud humana, particularmente la relación de la exposición de estos y el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas como diversos tipos de cánceres (Ordoñez Beltrán et al., 2019). No obstante, se reconoce que estos son complicados y caros por la dificultad de obtener la información (Cauci et al., 2024).

Destino de los residuos de productos aplicados

De las cinco prácticas relacionadas con el destino de los residuos de productos aplicados contenidos en los envases o empaques, en dos de ellos se pudieron identificar porcentajes indicativos de hábitos que podrían generar externalidades negativas en los trabajadores y sus familias, así como al medio ambiente (Tabla 2). En este sentido, 43 trabajadores (36.4%) manifestaron aplicarlo al cultivo. Este porcentaje está por debajo del 40% reportado por Arciniega y Fontalvo-Buelvas (2024) para diversos cultivos agrícolas en el estado de Sinaloa.

Del mismo modo, el 50% de los encuestados comentó que lo ha llegado a almacenar para emplearlo en futuras aplicaciones. Dicho porcentaje se encuentra por encima del 37% de personas involucradas en las aplicaciones de pesticidas que hacen lo mismo en Sinaloa (Arciniega y Fontalvo-Buelvas, 2024).

Tabla 2.

Destino de los residuos de productos no aplicados

Residuos de producto en el envase	No lo hacen		Si lo hacen	
	Jornaleros	%	Jornaleros	%
1. Aplicarlo al cultivo	75	63.6	43	36.4
2. Tirarlo al suelo	117	99.2	1	0.8
3. Tirarlo al río	117	99.2	1	0.8
4. Almacenarlo	59	50.0	59	50.0
5. Venderlo	118	100.0	0	0.0

La aplicación de dosis extras de concentración genera como consecuencia la resistencia de las plagas que se pretenden combatir (Devine et al., 2008). Esto genera externalidades negativas económicas, ambientales y a la salud de las personas. Económicamente porque la resistencia de las plagas obliga a los productores a tener que aplicar mayores dosis a las

recomendadas para combatir las plagas, o bien, por tener que sustituir los pesticidas empleados por otros más potentes y altamente peligrosos, teniendo que pagar precios más elevados por estos. Ambientalmente, se ha comprobado que el uso prolongado y excesivo de productos altamente peligrosos provoca salinización de los suelos (Arciniega y Fontalvo-Buelvas, 2024), y pérdida de fertilidad al reducirse la actividad microbiológica humificadora y la formación de materia orgánica por la eliminación de organismos vivos (Arce-Estrada et al., 2025).

Debido a lo anterior, los productores tienen que recurrir a prácticas de biorremediación que también son costosas, o simplemente los obliga a abandonar sus terrenos (Castañeda et al., 2024; Arce-Estrada et al., 2025). Finalmente, desde el punto de vista de la salud, la aplicación de plaguicidas en exceso y altamente peligrosos, pueden incrementar los riesgos para las personas de comunidades y ecosistemas cercanos, ya que algunos se dispersan a cientos de metros de distancia del punto de aplicación y llegan al aire, suelo, agua y alimentos representando una potencial externalidad negativa para la seguridad de las personas (Díaz y Betancourt, 2018). En el caso de los consumidores existe el riesgo de ingerir residuos de plaguicidas a través de los alimentos agrícolas, cuando se les aplicaron productos altamente tóxicos y persistentes, y si además se sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos (Díaz-Vallejo et al., 2021; Leyva-Morales et al., 2025).

En cuanto al almacenamiento apropiado de envases y productos sobrantes, se ha propuesto la impartición de capacitación en estos aspectos ya que, de no hacerlo, son más propensos a desarrollar enfermedades crónicas en el largo plazo (Esparza-Jiménez et al., 2024), además de estar latente el que otras personas, sobre todo familiares, puedan entrar en contacto con ellos, representando un riesgo adicional de exposición (González et al., 2025). En otras partes del territorio mexicano se ha reportado que muchos productores guardan sus plaguicidas al interior de sus hogares, lo cual representa situaciones de riesgo para sus familiares (Arce-Estrada et al., 2025). También se menciona que la falta de información por la manipulación deficiente de envases y residuos puede provocar intoxicaciones agudas (Castañeda et al., 2024).

Destino de los envases o empaques vacíos

El manejo inadecuado de envases vacíos de plaguicidas se considera como una problemática nacional, porque al ser desechados en el campo, en caminos y/o ríos, impactan negativamente en los ecosistemas y con potenciales riesgos para la salud de la población (SEMARNAT, 2025). De

acuerdo con SAGARPA-SENASICA (S/A) el primer paso que se debe llevar a cabo para un correcto manejo final de los envases vacíos es realizar el triple lavado, es decir, enjuagar tres veces el envase una vez que se ha terminado de aplicar el plaguicida. Con ello se previenen externalidades como la contaminación a recursos naturales como suelo, agua y aire, se protege la fauna silvestre y se preserva la salud de los trabajadores. Sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación indican que cerca del 95% de los encuestados no lo realiza. Este porcentaje es similar al reportado por Hernández et al. (2007), donde un 85.7% de sus 35 encuestados no perfora ni lava sus envases para ser desechados en zonas agrícolas del Estado de México. También llama la atención que el 50% comentó que los ha llegado a quemar, 33.9% los transporta a su casa y poco más del 17% los ha reutilizado (Tabla 3).

Tabla 3.

Destino de los envases o empaques vacíos

Destino final de los envases	No lo hacen		Si lo hacen	
	Jornaleros	%	Jornaleros	%
1. Realizar el triple lavado	112	94.9	6	5.1
2. Tirarlos en el terreno	109	92.4	9	7.6
3. Quemarlos	59	50.0	59	50.0
4. Transportarlos a casa	78	66.1	40	33.9
5. Reutilizarlos	97	82.2	21	17.8

Nota: Elaboración propia

Relacionado con la eliminación de los envases o empaques, Quintero et al. (2024) sugieren emplear procesos de desecho que garanticen su inutilización, esto porque, aunque ya no contengan producto, se consideran contaminantes peligrosos que representan riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Aunque el quemar los envases es una estrategia que se podría considerar como efectiva para deshacerse de ellos, se pasa por alto la externalidad negativa por la contaminación atmosférica que se provoca, así como que representa un factor de riesgo de intoxicación para el trabajador, al inhalar el humo emitido de productos tóxicos, o bien por la posibilidad de explosión de aquellos envases que su contenido es inflamable. En este sentido, Elias (2022) aconseja que el quemar los envases vacíos es una acción que se debe evitar en todo momento.

De acuerdo con Ali et al. (2020), entre las prácticas más inseguras para los trabajadores del campo y sus familiares en países subdesarrollados, se encuentran el manejo de envases vacíos, destacando prácticas como el transporte y almacenamiento inadecuados, así como su reutilización para

emplearlos como recipientes de alimentos o agua. Para Rangel Ortiz (2023) el almacenar envases vacíos de plaguicidas implica una situación de riesgos indirecta para la salud de las familias de los productores y trabajadores agrícolas, ya que está latente la posibilidad de que puedan ser ingeridos por niños, mascotas o personas vulnerables. Mientras que en el caso del reúso de recipientes vacíos, Elias (2022) sugiere no hacerlo, sobre todo si se emplean para almacenar agua o alimentos porque estos se podrían contaminar y afectar la salud de las personas, a pesar de que se hayan lavado y teóricamente eliminado el plaguicida, destacando que nunca se podrá limpiar por completo un envase que haya contenido un plaguicida. El 17.8% de los jornaleros que mencionó reutilizar los envases es inferior al 39% reportado en el Valle del Carrizo, Ahome Sinaloa (Arciniega, 2021).

Actividades antes y después de aplicar los plaguicidas

Algunas conductas después de que los trabajadores aplican los pesticidas fueron apropiadas, como lavar sus manos, depositar la ropa en un área específica y no junto con la ropa del resto de la familia y evitar quemar la ropa utilizada. Por el contrario, algunas actividades que reflejan prácticas inadecuadas incluyeron: no leer la etiqueta antes de aplicar y no tomar un baño después de las aplicaciones (Tabla 4).

Tabla 4.

Actividades antes y después de aplicar los plaguicidas

Actividades	No lo hacen		Si lo hacen	
	Jornaleros	%	Jornaleros	%
1. Leer la etiqueta	42	35.6	76	64.4
2. Lavarse las manos después de aplicar	11	9.3	107	90.7
3. Tomar un baño después de aplicar	19	16.1	99	83.9
4. Depositar la ropa aparte	6	5.1	112	94.9
5. Quemar la ropa utilizada	107	90.7	11	9.3

Nota: Elaboración propia

El 35.6% de trabajadores que comentó no leer las etiquetas de los plaguicidas es superior al 19 % que no lo hace en Sinaloa, México (Arciniega y Fontalvo-Buelvas, 2024). Estos autores argumentan que la baja escolaridad y la baja o nula capacitación de los trabajadores rurales contribuyen a que no se tenga el hábito de leer las etiquetas de los pesticidas. En caso de hacerlo, la baja escolaridad impide la comprensión efectiva de la información que contienen las etiquetas como pictogramas de seguridad y grados de toxicidad lo que incrementa el riesgo de intoxicaciones.

En cuanto a la carencia del baño, el porcentaje del 16.1% registrado en la presente investigación que no lo toma, es similar al 20% mencionado no hacerlo en la producción de fresa en un estudio llevado a cabo en los estados de Puebla y Tlaxcala (Salazar et al., 2017). De acuerdo con la SADER-SENASICA (2019), el baño se debe tomar de manera inmediata después de la aplicación de plaguicidas, en la medida de lo posible en el mismo lugar de trabajo, poniendo especial atención al lavado del cabello. El hecho de bañarse en la casa, pone en riesgo la salud de las familias (Arciniega y Fontalvo-Buelvas, 2024). También se debe evitar llevar la ropa utilizada al hogar y en caso de hacerlo, se debe separar y lavar de manera independiente al resto de la ropa familiar. Esta situación también representa riesgos sobre todo para las mujeres (esposas, hijas, hermanas o madres) que por lo regular son las que se encargan del lavado de la ropa del jornalero (Bernardino-Hernández et al., 2019).

CONCLUSIONES

El presente estudio exploratorio permitió identificar prácticas o hábitos de riesgo en la aplicación de plaguicidas del cultivo de piña en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, México, las cuales pueden traducirse en potenciales externalidades negativas con impactos en la salud de los jornaleros, sus familiares, de la sociedad y de ecosistemas cercanos, a corto y largo plazo. Entre ellas sobre sale la carencia de equipo de protección personal mínimo necesario que se debe utilizar durante su manipulación, sugerido por las buenas prácticas agrícolas, tales como: delantal, gorros y botas impermeables, máscaras para respirar, protección de ojos y guantes; limitándose en la mayoría de los casos al uso sólo de camisa de manga larga, pantalones, paliacate y gorra.

También contribuye a alertar sobre las posibles externalidades negativas a la salud humana a la que se exponen los jornaleros y otros estratos de la sociedad, con la intención de disminuir los riesgos, debido a hábitos incorrectos o erróneos como la aplicación de plaguicidas sobrantes, o en su defecto el almacenamiento de los residuos, no llevar a cabo el triple lavado de los envases después de la aplicación, quemarlos, no leer la etiqueta y no bañarse después de las aplicaciones.

De manera conjunta, este tipo de conductas representan riesgos latentes para la salud sobre todo en los jornaleros quienes se exponen de manera constante y durante periodos prolongados a los plaguicidas, lo cual de acuerdo con la literatura y evidencias empíricas han demostrado tener una relación con la presencia de intoxicaciones agudas y desarrollo de enfermedades crónicas y/o degenerativas, aspectos para los cuales se

deberán llevar a cabo análisis más profundos, al igual que para las afectaciones a los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

- Agudelo, G. Aigner, M. y Ruiz, J. (2010). Diseños de investigación experimental y no-experimental. *La Sociología en sus Escenarios*, (18), 1-46.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/6545>
- Ali, P. Moniruzzaman, K. Haque, S. S. Qin, X. Nasrin, S. Landis, D. Holmquist, B. y Ahmed, N. (2020). Farmer's behavior in pesticide use: Insights study from smallholder and intensive agricultural farms in Bangladesh. *Science of the Total Environment*, 747, 1-20.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141160>
- Alvarado, U. N. J. Hernández, O. R. V. y Maza, E. D. V. (2024). Incidencia ambiental de las fumigaciones aéreas en los cultivos de banana de la hacienda Bella Unión del Sitio Unión Colombiana del Canton Machala. *Ciencia Latina revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 2984-2999. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10728
- Arce-Estrada, I. Legorreta-Díaz, M. del C. y Castillo-Cruz, R. A. (2025). (Des)empoderamiento de agricultores: riesgos para la salud y el ambiente por plaguicidas altamente peligrosos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 41, 137-150.
<https://doi.org/10.20937/RICA.55217>
- Arciniega, G. M. A. (2021). Riesgos a la salud por exposición a plaguicidas químicos en trabajadores agrícolas del Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 4395-4407.
<https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-124>
- Arciniega, G. M. A. y Fontalvo-Buelvas, J. C. (2024). Conductas de riesgo asociadas al manejo de plaguicidas químicos por parte de agricultores del norte de Sinaloa, México. *Perspectivas Rurales Nueva Época*. 22(43), 1-22. <http://doi.org/10.15359/prne.22-43.6>
- Bernardino-Hernández, H. U. Mariaca-Méndez, R. Nazar-Beutelspacher, A. Álvarez-Solís, J. D. Torres-Dosal, A. y Herrera-Portugal, C. (2019). Conocimientos, conductas y síntomas de intoxicación aguda por plaguicidas entre productores de tres sistemas de producción agrícolas en los Altos de Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(1), 7-23.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.01.01>
- Boedeker, W. Watts, M. Clausing, P. y Marquez, E. (2020). The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations

- based on a systematic review. *BMC Public Health*, 20(1):1–19. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09939-0>
- Castañeda, G. B. A. Ramírez R. C. C. y Trujillo, S. D. M. (2024). Efecto de los agroquímicos en la actividad enzimática del suelo agrícola: una revisión bibliográfica. *Revista SPA Sistemas de Producción Agroecológicos*, 15(2), e-1082. <https://doi.org/10.22579/22484817.1082>
- Cauci, B. A. I. Pena, D. y Risso, F. (2024). Plaguicidas y salud socioambiental: las dificultades en el acceso a la información y su impacto socio-político. *Tekoporá. Latin America Review of Environmental Humanities and Territorial Studies*, 5(2), 183-208. <https://doi.org/10.36225/tekopora.v5i2.212>
- Córdova, S. S. Pérez, V. M. de los Á. De los Santos, R. G. Trujillo, A. D. K. y Almenares, L. D. (2020). Prácticas de uso de plaguicidas en agricultores de la Sub-Región Chontalpa, Tabasco, México. *Agroproductividad*, 13(2), 61-68. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1594>
- Cotrina, G. G. Esteban, N. E. D. Huanhuayo, H. K. M. Palomino, C. M. y Melgar, Á. L. Y. (2022). Uso de Plaguicidas Químicos en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L), su relación con Medio Ambiente y la Salud. *CPAH Scientific Journal of Health*, 5(1), 49-70. <https://doi.org/10.56238/cpahjournalv5n1-004>
- Devine, G. L. Eza, D. Ogasuku, E. y Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1), 74-100. <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/1241>
- Díaz, O. y Betancourt, A. C. R. (2018). Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 14-30. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/190>
- Díaz-Vallejo, J. Barraza-Villarreal, A. Yáñez-Estrada, L. y Hernández-Cadena, L. (2021). Plaguicidas en alimentos: riesgo a la salud y marco regulatorio en Veracruz, México. *Salud Pública de México*, 63(4), 486-497. <https://doi.org/10.21149/12297>
- Elias, E. D. F. (2022). Impacto de la toxicidad de los residuos sólidos generados por plaguicidas. *Revista Kawsaypacha*, (9), 129-139. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202201.006>
- Esparza-Jiménez, S. García-Martínez, A. Ramírez-García, J. J. Vázquez-Armijo, J. F. y Sánchez-Meza, J. C. (2024). Caracterización del uso de plaguicidas en el cultivo de aguacate en Temascaltepec, México.

- Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 40, 603-618.
<https://doi.org/10.20937/RICA.55003>
- Esquivel-Valenzuela, B. Cueto-Wong, J. A. Valdez-Cepeda, R. D. Pedroza-Sandoval, A. Trejo-Calzada, R. y Pérez-Veyna, Ó. (2019). Prácticas de manejo y análisis de riesgo por el uso de plaguicidas en la Comarca Lagunera, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(1), 25-33.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.01.02>
- Ferrer, A. (2003). Intoxicación por plaguicidas. *ANALES Sis San Navarra*, 26(Supl. 1), 155-171.
- FAO-OMS. (2014). *Código internacional de conducta para la gestión de plaguicidas*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-Organización Mundial de la salud.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/480c6dc1-ef2f-498e-991d-7cfb72f9642c/content>
- González, H. Pérez, G. Lara, B. E. Juárez, H. Peregrina, A. A. Fausto, J. y Jiménez, C. (2025). Extractivismo agroindustrial: exposición infantil a plaguicidas en una localidad rural de México. *Mexican Studies/Estudios Mexicanos*, 41(1), 61-90.
<https://doi.org/10.1525/msem.2025.41.1.61>
- Guerrero, P. A. M. (2018). Manejo de plaguicidas en cultivos de Zea mays L. “maíz” (Poaceae), Brassica cretica Lam. “brócoli” (Brassicaceae), Apium graveolens L. “apio”, Coriandrum sativum L. “cilantro” (Apiaceae), Allium fistulosum L. “cebolla china” (Amaryllidaceae) en la campiña de Moche, Trujillo, Perú. *Arnaldoa*, 25(1), 159-178.
<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25110>
- Hernández, G. M. M. Jiménez, G. C. Jiménez, A. F. R. y Arceo, G. M. E. (2007). Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del Estado de México, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23(4), 159-167.
- INEGI. (2024). *Aspectos geográficos de Oaxaca: compendio 2022*. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463913979.pdf
- INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010*. Loma Bonita, Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 9 p.
- Jáquez-Matas, S. V. Pérez-Santiago, G. Márquez-Linares, M. A. y Pérez-Verdín, G. (2022). Impactos económicos y ambientales de los plaguicidas en cultivos de maíz, alfalfa y nogal en Durango, México.

- Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 221-233.
<https://doi.org/10.20937/RICA.54169>
- Jiménez-Quintero, C. A. Pantoja-Estrada, A. y Ferney, L. H. (2016). Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca “La Pila”. *Revista Universidad y Salud*, 18(3), 417-431.
<http://dx.doi.org/10.22267/rus.161803.48>
- Leyva-Morales, J. B. Bastidas-Bastidas, P. de J. Rodríguez-Aguilar, B. A. Davizón, Y. A. Márquez-Pacheco, H. Amillano-Cisneros, J. M. Godínez-Siordia, D. E. Lorente, A. R. G. González, M. L. C. Leyva, C. L. y Salvatierra-Stamp, V. del C. (2025). Evaluación del riesgo a la salud por la exposición a plaguicidas a través del consumo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en Guasave, Sinaloa, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 41, 77-91.
<https://doi.org/10.20937/RICA.55136>
- Litardo, M. J. D. Morejón, L. R. G. Zevallos, C. V. S. Zambrano, M. J. G. y Macias, A. E. D. (2025). Blefaritis por exposición a pesticidas en trabajadores del sector agrícola de la Parroquia Crucita. *Ciencia latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 13397-13409.
https://doi.org/10.37811/cl_rem.v9i1.17032
- López, D. A. del P. Rincón, A. T. y Martínez, M. T. G. (2025). Gestión de riesgo de seguridad y salud en el trabajo del cultivo de la cebolla. Caso de estudio en la vereda Susacá del municipio de Aquitania, Boyocá. *SIGNOS. Investigación en Sistemas de Gestión*, 17(1), 1-26.
<https://doi.org/10.15332/24631140.10606>
- Montoro, Y. Moreno, R. Gomero, L. y Reyes, M. (2009). Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(4), 466-472.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/Medicina_Experimental/v26_n4/contenido.htm
- OMS. (15 de septiembre de 2022). *Residuos de los plaguicidas en los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>
- OMS. (2024). *Prevención del suicidio mediante la eliminación progresiva de los plaguicidas altamente peligrosos*. [Archivo PDF].
https://cdn.who.int/media/docs/default-source/mental-health/suicide/spanish_who-2024_07_30-suicide_preventing_pesticides-web.pdf?sfvrsn=f93c03e2_3
- Ordoñez-Beltrán, V. Frías, M. N. Parra A. H. y Martínez T. M. E. (2019). Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con los daños a la salud. *Revista de Toxicología*, 6(2), 148-162.

- <https://rev.aetox.es/wp/index.php/estudio-sobre-el-uso-de-plaguicidas-y-su-possible-relacion-con-danos-a-la-salud/>
- Ortega, M. L. D. Martínez, V. C. Huerta de la P. A. Ocampo, M J. Sandoval, C. E. y Jaramillo, V. J. L. (2014). Uso y manejo de plaguicidas en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México. *Acta Universitaria*, 24(3), 3-12.
<https://doi.org/10.15174/au.2014.570>
- Pabón, T. H. Gelvez, B. S. M. Trigos, B. S. A. y Gelvez, B. L. B. (2023). Causas generadoras de enfermedades laborales producidas por sustancias químicas en trabajadores del sector agrícola en el corregimiento de Buena Esperanza en Norte de Santander. *Revista Ciencias Latina*, 7(5), 10127-10145.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8598
- Protano, C. Guidotti, M. y Vitali, M. (2009). Performance of different work clothing types for reducing skin exposure to pesticides during open field treatment. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 83, 115-119.
<https://doi.org/10.1007/s00128-009-9753-1>
- Quintero, L. A. Bravo, I. M. Piloni, M. J. y López, P. C. U. (2024). Problemática del uso de plaguicidas en el cultivo de Nopal, *Opuntia ficus indica*. Revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 801-811.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12321
- Rangel-Ortiz, E. Landa-Cansigno, O. Páramo-Vargas, J. y Camarena-Pozos, D. A. (2023). Prácticas de manejo de plaguicidas y percepciones de impactos a la salud y al medio ambiente entre usuarios de la cuenca del Río Turbio, Guanajuato, México. *Acta Universitaria Multidisciplinary Scientific Journal*, 33.
<http://doi.org/10.15174/au.2023.3749>
- Rodríguez, B. M. K. Zavaleta, S. D. Torres, A. H. Reyes, V. L. y Bernardino, H. H. U. (2020). Uso de plaguicidas e intoxicaciones agudas en la población rural de San Baltazar Chichicápam, Oaxaca, México. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*, 13(2), 616-629.
<http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.2.68117>
- SADER-SENASICA. (2019). *Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. [Archivo PDF].
<https://www.gob.mx/senasica/documentos/manual-para-el-buen-uso-y-manejo-de-plaguicidas-en-campo?state=published>
- SAGARPA-SENASICA. (S/A). *Tríptico triple lavado*. [Archivo PDF]

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/270991/Triptico_triple_lavado.pdf

- Salazar, M. J. A. Somoza, V. C. E. Pérez, A. B. Velásquez, S. M. Torres, G. G. Huerta, de la P. A. y Ortega, M. L. D. (2017). Uso de productos fitosanitarios en diferentes sistemas de producción de fresa en México. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 6, 27-42. <https://doi.org/10.5377/payds.v6i0.5717>
- SEMARNAT. (3 de abril de 2025). *Semarnat presenta la estrategia nacional para el manejo de envases vacíos de plaguicida*. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/semarnat-presenta-la-estrategia-nacional-para-el-manejo-de-envases-vacios-de-plaguicida?idiom=es-MX>
- SIAP. (2025). Anuario estadístico de la producción agrícola. [Conjunto de datos]. Cierre de la producción agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Siller-Cepeda, J. H. Báez, S. M. A. Sañudo, B. A. y Báez S. R. (2002). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. Buenas Prácticas Agrícolas para Frutas y Hortalizas Frescas*. México, D. F.: Servicios Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/859962/2_Manual_de_Buenas_Practicas_Agricolas_-_comprimido.pdf
- Soto, M. V. H. Alanís, M. J. L. Pech, y C. J. M. (2019). Un año de observaciones meteorológicas en Loma Bonita, Oax., México; una referencia climatológica para su industria agropecuaria. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 7(2), 206-221. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v7i2.85>
- Toral, J. M. A. Uriza, Á. D. E. y López, C. J. (2013). Acolchado plástico y malla sombra: innovaciones tecnológicas en la producción de piña MD2 (*Ananas comosus var. comosus*) para el mercado de exportación. *Agroentorno*. enero(147): 15-18.
- Torres Sánchez, E. D. Flores Gutiérrez, C. A. Torres-Jasso, J. H. Reyes Uribe, E. y Salazar Flores, J. (2024). Exposición laboral a plaguicidas y la salud en agricultores Ciénega, Jalisco, México. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1612. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1612>
- Urías-Rivas, M. O. Benitez-Dieguez, I. y Bojórquez-López, M. (2024). Efectos de las prácticas de agroquímicos en la salud humana y el medio ambiente en la agricultura sostenible. *Ra Ximhai*, 20(2), 151-171. <https://doi.org/10.35197/rx.20.02.2024.07.mu>
- Uriza, Á. D. E. Torres, Á. A. Aguilar, Á. J. Santoyo, C. V. H. Zetina, L. R. y Rebolledo, M. A. (2018). *La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación*. Chapingo,

Estado de México, México: Colección Trópico Húmedo UACH. <https://ciestaam.edu.mx/publicaciones2018/libros/pinia-mexicana-frente-al-reto-de-la-innovacion.pdf>

Vélez-Torres, I. Moreno-Moreno, C. y Hurtado, C. D. M. (2024). Empobrecimiento e intoxicación de cuerpos-territorios en zonas cultivadas en coca y marihuana en Colombia. *Journal of Political Ecology*, 31(1), 351-375. <https://doi.org/10.2458/jpe.5235>

Yarpuz-Bozdogan, N. (2018). The importance of personal protective equipment in pesticide applications in agriculture. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 4, 1-4.

Zafra, G. O. (2006). Tipo de investigación. *Revista Científica General José María Córdova*, 4(4), 13-14. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.02.001>

AGRADECIMIENTOS

A los jornaleros que formaron parte de la muestra del presente trabajo y que amablemente accedieron a contestar el cuestionario aplicado. También al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT, hoy SECIHTI), por la beca otorgada a la segunda autora durante la realización de los estudios de la Maestría en Producción y Procesamiento Agrícola y que culminó con la realización y defensa de la tesis titulada: “Diagnóstico y análisis de los productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña de Loma Bonita, Oaxaca, México”, de la cual se derivó el presente trabajo.

SÍNTESIS CURRICULAR

César Julio Martínez-Castro

Es Licenciado en Economía Agrícola y Agronegocios por la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Saltillo; Maestro en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales por el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR IPN Unidad Oaxaca) y; Doctor en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico por el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca. Fue profesor Investigador en la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita por 16 años. De 2023 a la fecha, es profesor investigador de la Licenciatura en Economía en la Universidad del Mar campus Huatulco. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores nivel I, y cuenta con el reconocimiento de Perfil Deseable para Profesores de Tiempo Completo por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo superior (PRODEP). Ha sido árbitro y publicado artículos en revistas de índices nacionales e internacionales y ha formado recursos humanos de nivel Licenciatura, Maestría y Doctorado. Ha

sido autor y coautor de artículos científicos publicados en revistas arbitradas, indexadas y de capítulos de libros arbitrados. También ha colaborado en diversos proyectos de investigación implementados en el ámbito rural. Correo electrónico: c_julios4@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7755-0233>

Itzel Anahí Jacinto-Solano

Egresada del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan como Ingeniera Agrónoma con especialidad en Fitotecnia. Cuenta con una Maestría en Producción y Procesamiento Agrícola por la Universidad del Papaloapan, campus Loma Bonita. Ha participado como ponente en eventos académicos relevantes, destacando su intervención en el XI Congreso Internacional y XXV Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas 2023, realizado en la Universidad Autónoma Chapingo. Asimismo, presentó ponencia en el Encuentro Regional de Jóvenes en la Ciencia, Tecnología e Innovación Agroalimentaria 2020. Correo electrónico: jacintosolanoitzel@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3334-6200>

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

Dietary change in peasant families of Oxchuc, Chiapas, Mexico

Abraham **Sántiz Gómez**¹

Resumen

En este documento se analiza el cambio alimentario como cambio cultural de las familias tseltales de Oxchuc, Chiapas, vinculado a los cambios en la producción y en el consumo de los alimentos locales y comercializados. Está sustentado en la experiencia de trabajo de campo de tres comunidades rurales de municipio de Oxchuc Chiapas, en el periodo 2012-2022, por medio de entrevistas dirigidas a familias campesinas y talleres participativos, el análisis se hizo desde el enfoque cualitativo de la investigación social mediante el análisis de categorías locales en tseltal y vinculados con los conceptos teóricos. Como resultado se identifica que el cambio en la alimentación tseltal se debe a la baja producción local de alimentos, las políticas de asistencia social del gobierno, la pluriactividad y la migración laboral, los cuales inducen el cambio de comportamiento alimentario, y se concluye que es importante los sistemas alimentarios alternativos para reorientar el cambio alimentario y el comportamiento alimentario desde las

culturas y territorios, aunque esto sea un proceso muy lento.

Palabras claves: familia campesina, comportamiento alimentario, producción local, sistemas alimentarios

Abstract

This document analyzes dietary change as a cultural change of the Tseltal families of Oxchuc, Chiapas, linked to changes in the production and consumption of local and commercialized foods. It is based on the field work experience of three rural communities in the municipality of Oxchuc Chiapas, in the period 2012-2022, through interviews directed at peasant families and participatory workshops, the analysis was done from the qualitative approach of social research. through the analysis of local categories in Tseltal and linked to theoretical concepts. As a result, it is identified that the change in the Tseltal diet is due to low local food production, the government's social assistance policies, pluriactivity and labor migration, which induce the change in eating behavior, and it is concluded that it is Alternative food systems are important to reorient dietary change and

¹ Universidad Intercultural de Chiapas

Recibido: 8 de octubre de 2025

Aceptado: 30 de enero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en *Ra Ximhai* 3(1): 245-277

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.11.as

eating behavior from cultures and territories, although this is a very slow process.

Keywords: peasant family, eating behavior, local production, food systems.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es analizar el cambio alimentario desde las perspectivas de las familias campesinas que residen en el contexto rural. Existe un cambio acelerado por múltiples factores internas y externas de las comunidades y se ha debilitado el ciclo alimentario basado en el ciclo agrícola temporal. La pregunta principal es, ¿cómo se ha dado el cambio alimentario en las familias campesinas a partir de la baja producción local de alimentos y qué implicaciones ha generado en el comportamiento alimentario y en el cambio cultural?

A partir de la situación de producción de alimento local y los impactos de la dinámica global de alimentación, se analizan algunas alternativas de producción y distribución de los alimentos para contra restar la pobreza extrema, y en ese sentido, se plantea que es importante los sistemas alimentarios alternativos para reorientar el comportamiento alimentario desde los territorios y culturas.

La alimentación de un grupo humano es variada, tiene que ver con los demás aspectos de la vida cotidiana de la población: la cultura material, las formas de producción, las condiciones geográficas, la religión y los rituales, la estructura de la unidad doméstica, los espacios domésticos, la estratificación social, el ingreso económico, los conocimientos y las tecnologías cambiantes (Bertrán, 2005). La alimentación está influida por la historia, cultura, estrategias de producción y dinámica social.

El cambio alimentario no puede comprenderse de forma aislada a partir del funcionamiento de una actividad sin tomar en consideración las interrelaciones múltiples y complejas requiere análisis en las dimensiones económicas, culturales, sociales, políticas, religiosas, ecológicas y tecnológicas (Gracia, 1997; Nájera y Álvarez, 2010; Sevilla, 2012). A continuación, se desarrollan los siguientes apartados: el esquema y el análisis teórico, el método y las técnicas, los resultados, las principales discusiones y las conclusiones.

REFERENCIA TEÓRICA

Cultura alimentaria y comportamiento alimentario

La cultura alimentaria comprende el estudio de los comportamientos de alimentación. “Los hábitos alimentarios, además de cubrir requerimientos de orden fisiológico, constituyen un fenómeno modulado por las características socioculturales y económicas propias del grupo y por las características específicas de los individuos que los conforman” (García, *et al.*, 2008, p. 10). El comportamiento alimentario es la manera en que los individuos o grupos de individuos, respondiendo a presiones sociales y culturales, producen, seleccionan, consumen y utilizan los alimentos disponibles; consiste en el qué hacer para alimentarnos caracterizado por unidades funcionales particulares denominadas conductas alimentarias que abarca el sembrar, cosechar, cocinar, seleccionar, ingerir, preservar y adquirir los alimentos.

En este sentido, para explicar la cultura alimentaria, la cultura tiene vida debido a que su contenido sirve como recurso para las personas que la emplean, la cambian, la internalizan; además, las personas, enfrentan las exigencias de la vida cotidiana por medio de sus habilidades de interpretación e innovación, y su capacidad de manejar el simbolismo, no al petrificar sus formas de comportamiento sino al usarlas creativamente (Mintz, 1974 citado por Good y Corana, 2011). La alimentación humana es una oportunidad para crear y transformar la cultura. El cambio alimentario es dado también por el nivel socioprofesional, nivel de ingresos, género, estructura y tamaño familiar, origen geográfico y procedencia étnica (Gracia, 1997).

La cultura alimentaria se encuentra en constante dinamismo ya que está expuestos permanentemente a dos tipos de fuerzas: las que propician cambios, como las políticas de asistencia social, urbanización, industrialización y medios de comunicación; y las que se encargan de conservarlos, como los factores religiosos, culturales y modo de vida campesina en ámbitos rurales. Como dice Contreras (2000, p. 20), “Las importantes transformaciones económicas, demográficas, sociales y culturales guardan una relación directa con las transformaciones en los comportamientos alimentarios”.

En los pueblos originarios, este comportamiento no influye solamente la dinámica social y la económica globalizada, sino también el proceso de vida local y el ciclo de vida anual (Magaña y Sevilla, 2012). Al respecto, Bonfil Batalla (1990) señala que las comunidades campesinas se mueven en una

lógica cíclica de producción y alimentación que recompensa las variaciones de calorías y nutrientes para el cuerpo humano.

Es necesario tomar en cuenta el ciclo anual, porque hay una compensación periódica que corrige la ausencia de ciertos nutrientes en determinada época, con su consumo abundante en otras. El ciclo alimenticio incluye también las comidas de fiesta, unas establecidas rígidamente en determinadas fechas obligatorias, y otras que ocurren en función de acontecimientos esporádicos que se dan irregularmente (Bonfil, 1990, p. 40).

Esto hace que la dieta de los pueblos sea diferente de la dieta occidental. Sin embargo, cada vez se debilita la cultura alimentaria de las familias campesinas por la dinámica global de industria alimentaria, la introducción de alimentos occidentales, las políticas del gobierno y los medios masivos de comunicación en la dieta nativa rompe el equilibrio alcanzado por largos años de adaptación al propio medio (Aguirre Beltrán, 1980).

No se puede aislar del contexto cultural la dieta local ya que está íntimamente construida sobre los significados sociales, económicas y políticas que condicionan a los individuos y sus hábitos alimentarios que muchas veces estuvieron enraizados a prácticas ancestrales y territoriales (Magaña y Sevilla, 2012), por eso, el cambio alimentario se trata de transformaciones constantes del comportamiento alimentario por el cambio social donde existen múltiples interacciones e intercambios entre individuos y entre sociedades.

En la dinámica de vida rural se va adaptando y adoptando nuevas prácticas y relaciones entorno a la alimentación, “las modificaciones en los gustos van parejas a los cambios culturales, económicos y sociales, ya que la cultura, como la sociedad, es algo vivo y cambiante” (Meléndez y Cañez, 2008, p. 294). La alimentación genera cambio cultural, además, es influido por el cambio social, económica y política. Las comunidades campesinas de Chiapas están metidas en la corriente alimentaria de este mundo, situación que ha generado transformaciones en la vida de las familias.

Cultura alimentaria globalizada

Los cambios alimentarios de los grupos étnicos, desde los años setenta, fueron conocidos como parte de la aculturación, se planteaba como la pérdida de valores culturales. Los grandes problemas era la introducción de alimentos industrializados en las dietas tradicionales mexicanas (Bertrán, 2005). El comportamiento alimentario se transformó al ritmo de las exigencias de ciclos económicos a gran escala, de las redefiniciones

jerárquicas a nivel familiar y de la incidencia de la información masiva y mensajes influyentes relacionados con la alimentación (Gracia, 1997).

Antes de la apertura de carretera en 1964 en Oxchuc las personas caminaban día completo para llegar a la ciudad de San Cristóbal de Las Casas para vender sus productos agropecuarios y algunas artesanías y comprar la sal y algunas herramientas (Sántiz y Parra, 2018). Ha sido parte de la política del gobierno cambiar la alimentación de los grupos étnicos porque se necesita “modernizar, industrializar, desarrollar y globalizar”.

El problema con el sistema alimentario industrial, como está estructurado actualmente, permite la acumulación de valor solo a un número limitado de actores, lo que refuerza su poder económico y político, por lo tanto, su capacidad de influir en la gobernabilidad de los sistemas alimentarios (IPES, 2016). El régimen alimentario neoliberal domina los sistemas alimentarios, formado por empresas multinacionales de semillas, granos, agroquímicos y fertilizantes, así como procesadoras alimentarias y cadenas de supermercados, las cuales absorben a los mercados locales, subordina y erosiona las capacidades locales de producción alimentaria (Ramírez, 2023).

La alimentación actual está siendo homogeneizada en una dieta sobre procesada y no saludable, se basa en grasas, azúcares, féculas con residuos químicos cancerígenos, deficiente en fibras, proteínas, vitaminas, frutas y vegetales (Vía campesina, 2011). Existen evidencias científicas que una dieta sana a lo largo de la vida humana previene la malnutrición y distintas enfermedades; mientras los alimentos procesados causan graves problemas de la salud. Hoy se consumen alimentos hipercalóricos, grasas saturadas, azúcares libres, sal y sodio.

El sistema agroalimentario global genera una presión social, política y cultural, promoviendo una alimentación individualizada, no solo con la función de nutrir sino de curar enfermedades que el mismo sistema las genera. Asimismo, existe una promoción de alimentos direccionados por sector poblacional, los que están presionados por el afán del trabajo y dinero tienen que optar por los alimentos de preparación instantánea que casi no nutre, solamente fomenta la cultura de “comida rápida”, incluso no estaría mal consumir concentrados o pastillas para sustituir el desayuno, comida y cena (Brambila, 2006). Se ofertan alimentos diferenciados de acuerdo a la necesidad nutricional, salud y condición física de cada persona, sector poblacional, clase social y cultura étnica.

Para Brambila (2006), se encamina hacia la una nueva civilización donde todo es instantáneo, dinámico, globalizado y concentrado, afectando a la mentalidad y comportamiento de las personas y pueblos. Esta dinámica de

alimentación global no tendría algo de sustentable para las personas, familias, pueblos y sociedad en general, sino que es una estrategia de la industria alimentaria que tiene el propósito mercantil de homogeneización alimentaria basada en los grandes negocios agroalimentarios que exprime a todos los sectores sociales; aunque no sólo se debe a las técnicas propias de la industria agroalimentaria, también es por la generalización de los comedores colectivos y el incremento de los negocios de tipo *Fast Food* (Contreras, 2000).

En esta cultura globalizante, la biotecnología es el agente catalizador de la transformación alimentaria que está redefiniendo la relación cultura-alimentación-industria (Goodman y Wilkinson, 1993), ya que la agrobiotecnología tiene como fin la modificación genética para el control o negocio mundial de las semillas. Esta tecnología trabaja por medio de genes u organismos modificados genéticamente para mejorar los alimentos, se dice que elimina los factores anti nutritivos, toxinas, introduce factores promotores de la salud, modifican la proporción de nutrientes, la maduración retardada de frutas, aunque no se han encontrado evidencias epidemiológicas que vinculen el consumo de transgénicos con efectos negativos en la salud, pero no de descartan totalmente (Garro, 2016).

Sin embargo, el alimento producido por medio de agrobiotecnología no es la garantía de la sustentabilidad alimentaria de la sociedad en general, incluso es una copia de lo que la misma naturaleza enseña, por ejemplo, el maíz criollo que en el transcurso del tiempo tiene una genética fortalecida en su semilla por medio del cruce natural con la ayuda de polinizadores naturales.

Para 2030 en México proyectan fortalecer el sistema alimentario globalizado desde la producción hasta el consumo y su influencia en el estado nutricional y se recomienda emprender campañas de comercialización social y educación alimentaria y nutricional a través de estrategias de comunicación sobre cambios en el estilo de vida, la producción diversificada, el consumo de alimentos ricos en micronutrientes como frutas, hortalizas y leguminosas, con inclusión de alimentos locales tradicionales y tomando en cuenta las consideraciones de índole cultural (FAO, 2019).

Tiene mucho sentido el aforismo, “dime qué comes y te diré quién eres”, la sociedad en general está mal orientada a un comportamiento alimentario muy arriesgado. Es importante recapacitarse y reorientar la conciencia alimentaria para no dejarse llevar completamente por la corriente de este sistema alimentario global, ya que también “el comportamiento alimentario

en las sociedades depende, en gran medida, de las ideas y creencias que se tiene al respecto de los alimentos” (Magaña y Sevilla, 2012, p.11). Lamentablemente en el contexto tseltal, el comer sopas instantáneas y consumir una bebida embotella para muchas personas significan alcanzar un nivel de vida mejorada.

Sistemas alimentarios locales y alternativos

El cambio de comportamiento alimentario es resultado de varias condiciones y factores que la población ha tenido que ir modificando, miembros de la familia han migrado para buscar mejores opciones de vida, también ha aumentado la dependencia a los programas alimentarios del gobierno y existen movimientos sociales que luchan por la soberanía y autonomía alimentaria de los pueblos (Bertrán, 2005), pero también existen experiencias de lucha para la soberanía alimentaria, producción agroecológica de alimentos, sistema alimentario alternativo, canales cortos de distribución de alimentos y mercados locales.

Hay resistencia a la cultura alimentaria global que homogeneiza a toda la población, es necesario desarrollar políticas alimenticias netamente populares que favorezcan a los agricultores familiares y permita redirigir la producción alimenticia focalizada a proveer de nutrientes y alimentos sanos a la población local (Bernal, 2010). En México se ha propuesto la agricultura familiar con enfoque agroecológico y la soberanía alimentaria de los pueblos. Para fortalecer el sistema de producción local de alimentos se debe impulsar el sistema alimentario campesino y el derecho a una alimentación adecuada para una alimentación suficiente, adecuada y culturalmente aceptable (Fernández, 2020).

También es interesante la alternativa de canales cortos de comercialización alimentaria producido desde los territorios (Sevilla, *et al.*, 2012). Esta estrategia de comercialización depende de la demanda de los consumidores, también de la complementariedad y solidaridad entre los productores, existen cierta conexión con proveedores de otros productos locales y también para la venta de sus productos, es decir, el comercio no es lo fuerte debido a que los productos son limitados en su producción y la venta es dada en las tiendas rurales y tianguis locales y regionales.

En estos canales de comercialización se priorizan la proximidad y lo local y las organizaciones derivadas de ello, fortalecen redes locales, se reactiva la agricultura local, se conservan las variedades, hay mayor frescura y variedad de los productos, y se refuerza la gastronomía y la cultura de alimentación local. Se fortalece la relación directa de los actores involucrados en la producción, procesamiento, distribución y consumo de

nuevos productos. Es una alternativa para el comercio de productos agroalimentarios locales, territoriales y regionales (Renting, Marsden y Banks, 2003).

Los *sistemas alimentarios locales y alternativos*¹ basado en potencialidades del territorio, a partir de las estrategias de la agricultura familiar, la producción agroecológica, la soberanía alimentaria y la economía campesina que fomentan un cambio alimentario desde los territorios y pueblos, pueden reorientar el cambio alimentario desde el enfoque de las culturas, conocimientos, comidas y biodiversidades de los campesinos y pueblos.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de enfoque cualitativo, se busca un conocimiento comprensivo y constructivo del cambio alimentario en el contexto sociocultural de las familias campesinas. En la postura constructivista del conocimiento son básicos los saberes locales, las experiencias, las emociones, las visiones, las racionalidades, las prácticas cotidianas, y no se fuerzan las teorías, como camisa de fuerza, para explicar las realidades sociales; por eso se dieron importancia a las categorías vivas (Raymond, 2005; Sántiz, 2018).

El trabajo de campo se realizó en el periodo de 2012 al 2022, la explicación del cambio alimentario se presentó de acuerdo a este lapso de tiempo. Sin procedimiento estadístico se eligieron a las comunidades y familias rurales de Jutubá, Buena Vista y El Mash, del municipio de Oxchuc, Chiapas. En cada comunidad se enfocó a investigar a dos familias campesinas hablantes de lengua originaria tseltal.

Se entrevistaron los miembros de 6 familias, dos en cada comunidad elegida, cada familia se compone de 5 a 8 miembros, entre abuelos, abuelas, padres y madres de familia, hijos e hijas jóvenes, niños y niñas. Están organizados territorialmente por parentesco patrilineal conocido en tseltal como *ts'umbal* (Sántiz y Parra, 2018). A parte de la entrevista dirigida a las familias, también se realizaron observación, pláticas informales, recorridos y algunos talleres participativos respecto a la producción de alimentos en hortalizas, huertos de traspatio y milpas.

¹ Se hace referencia a la producción local de alimentos vinculados al mercado regional o de corto alcance donde el objetivo no es la acumulación de ganancias sino el fomento de la sanidad alimentaria y la activación de las estrategias de producción rural de alimentos.

El diario de campo fue útil para identificar, clasificar y ordenar las categorías de análisis locales. Es importante mencionar que las entrevistas y la comunicación en el trabajo de campo se realizó en lengua tseltal que permitió mayor comunicación y confianza entre las y los entrevistados. Sin embargo, no se plasmaron estas entrevistas, sino que solamente sirvieron para sistematizar, sintetizar e identificar las categorías en tseltal, ya que se buscó generar un conocimiento fundamentado desde la realidad estudiada por medio de análisis de la Teoría Fundamentada y Método Comparativo Constante de las categorías vivas (Strauss y Corbin, 2002).

En este proceder constructivo, el investigador se sumerge en el texto para así identificar los términos, expresiones, dimensiones y construir categorías y subcategorías pertinentes a la investigación. Para esto la codificación abierta resulta del examen minucioso de los datos registrados en un diario de campo, identificando el hecho que éstos representan y luego conceptualizando a través de un código, con el fin de establecer las comparaciones entre los fenómenos para clasificarlos y nombrarlos bajo un concepto teórico general (Quilaqueo y San Martín, 2008).

Las categorías principales de análisis son: *me'bal* (pobreza) que expresa la pobreza alimentaria en su dimensión familiar, espiritual y psicológica; *kapal ya xweotikix* (comemos mezclado) para comprender el cambio de comportamiento alimentario, *syantesel jkuxlejaltik* (transformación de nuestra vida) que significa el cambio cultural para el bienestar por medio de producción y acceso a la alimentación, *syantesel at'el* (cambio de trabajo) que implica el cambio de mentalidad o de pensamiento para la producción y disponibilidad de alimentos, *k'un k'unotik* (caminar paso a paso para el cambio) que se refiere a la generación de cambio alimentario con un proceso lento desde las familias campesinas.

Estas categorías de análisis se analizaron a la luz de los conceptos teóricos de cambio alimentario, comportamiento alimentario, producción local de alimentos, cambio sociocultural y las alternativas del sistema alimentario de las comunidades rurales de Oxchuc. Este proceder investigativo se denomina “análisis relacional entre categorías locales y conceptos teóricos” para la construcción de conocimientos nuevos y comprensión de la situación investigada (Sántiz y Parra, 2023).

Para fortalecer el análisis se revisaron desde el contexto de la investigación y del tema, se revisaron literatura actual, además, se revisaron documentos como tesis de licenciatura, maestría y artículos científicos. Se realizó un análisis crítico del sistema alimentario imperante y su relación con el cambio cultural de las familias campesinas, pero también, se

analizaron algunas alternativas para reorientar y cambiar el comportamiento alimentario desde el modo de vida de las familias campesinas.

RESULTADOS

Contexto de estudio

Oxchuc está ubicado en la región Altos de Chiapas y atravesado por la carretera panamericana, entre las ciudades San Cristóbal de Las Casas y Ocosingo, dos centros regionales muy importantes de Chiapas. Oxchuc tiene una población total de 54,932 habitantes, de la cual son 27,514 hombres y 27,418 mujeres, dispersa en 217 localidades rurales menores de 2500 habitantes (INEGI, 2020), y es uno de los tres municipios con mayor densidad poblacional de la región con 131 habitantes por kilómetro cuadrado, con mayor población de 10 a 20 años de edad.

El municipio carece de condiciones adecuadas de vivienda, agua entubada, piso de tierra y energía eléctrica. La actividad productiva donde se ocupa la mayoría de la población es la agricultura de subsistencia, pero las condiciones fisiográficas del territorio no ayudan mucho para la producción de alimentos locales. Fisiográficamente tiene dos microregiones, una es *k'ixin k'inal* o tierra templada y otra es *sikil k'inal* o tierra fría. La fisiografía cárstica –con pendientes mayores a 30%– ha hecho que perdure la dispersión de la población en pequeñas localidades y el minifundismo, donde la cubierta vegetal se caracteriza por un complejo de parcelas de usos diversificados: bosquetes, pastizales, huertas, hortalizas y milpas (Parra y Urdapilleta, 2022; Sántiz y Parra, 2023).

El aumento de la población joven y la microfundización dificultan la mejoría de las estrategias de vida de las familias. El 75.7% de la población del municipio está en pobreza extrema, mientras a nivel estado de Chiapas es de 29.7%, además, en grados de marginación y de rezago social son muy altos en Oxchuc (INEGI, 2020). La población es manipulada por su situación de pobreza, obedece a los líderes políticos a cambio de apoyos en especie como tinacos, láminas para rechas y mallas gallineras, o bien se movilizan por exigir apoyo económico o dinero por parte del gobierno local y estatal.

Se han impulsado algunos proyectos para la producción de alimentos, en 2008 se implementaron proyectos de diversificación productiva impulsada por comunidades e instituciones de investigación como El colegio de la Frontera Sur, Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Tecnológico de Comitán, Comisión Nacional para el Desarrollo Indígena, ahora INPI y el

Ayuntamiento municipal de Oxchuc (Sántiz y Parra, 2017; Sántiz, 2018). También la Universidad Intercultural de Chiapas, sede Oxchuc, con las licenciaturas en Desarrollo Sustentable y Lengua y Cultura, por medio de actividades de vinculación comunitaria ha fomentado la producción de alimentos en los traspatios, milpa y con técnicas sustentables y agroecológicas (Sántiz, 2022).

Otra práctica importante es que en varias comunidades rurales de Oxchuc como Yochib, Tzontejalá, El Tzay y Cabecera municipal, aún se practica el tianguis comunitario donde intercambian los productos alimentarios producidos localmente como se presenta a continuación.

Figura 1.

Alimentos producidos en la milpa, traspatio y cafetal



Nota: Trabajo de campo realizado en 2020

En la milpa campesina temporal, aparte de maíz, se cosecha seis tipos de frijoles, 15 variedades de verduras y conserva abundante biodiversidad. Anualmente se producen chayotes, camotes, verduras, hongos, zarzamora, además, se cazan animales que complementan la dieta campesina (se hacen trampas para ratas del monte que es parte de dieta tradicional de Oxchuc), es un espacio donde también se aprovecha la miel de abeja y se cultivan algunos árboles frutales como el durazno y el aguacate (Sántiz, 2024).

Cambio alimentario en las familias campesinas en Jutubá

En la comunidad Jutubá Oxchuc, existe una pobreza alimentaria, una situación de privación y un estado permanente de insatisfacción de las necesidades consideradas como básicas por una familia. Cuenta con 246 habitantes y hay personas analfabetas, son hablantes de lengua tseltal en su totalidad, se ubica al norte y a tres kilómetros de la cabecera municipal de Oxchuc (INEGI, 2020). La actividad productiva principal en la milpa tradicional, algunas familias se dedican a la carpintería, construcción, comercio y transporte.

Llama la atención la categoría tseltal que explica esta pobreza que es *me'bal*, no se refiere precisamente una carencia material sino a los que tienen escasos alimentos como maíz, frijol, verdura y animales de traspatio padecen *me'bal* que significa tristeza, soledad y abandono, que a la vez provoca cambio psicológico y problema familiar y social.

Figura 2.

Familias campesinas de Jutubá, Oxchuc



Nota: Trabajo de campo realizado en 2012

En 2013 las dos familias que se entrevistaron demostraron un aumento de consumo de alimentos industrializados. El apoyo monetario que recibían del programa federal PROSPERA (actualmente Bienestar) lo ocupaban para la compra de alimentos procesados y el dinero se gastaba en un lapso de 30 días, casi en la totalidad del dinero recibido se destinaba para comprar las necesidades básicas (Hernández y López, 2015).

Las mujeres compran alimentos industrializados cuando reciben la transferencia monetaria y provoca la compra de más productos industrializados. Las familias campesinas se convirtieron en consumidoras activas, más no productoras de alimentos. Estas acciones causan

dependencia alimentaria y desmotivación de la producción local de alimentos.

El comportamiento alimentario de estas familias se expresa en *kapal ya xweotikix*, significa “ya comemos mezclado”, expresión que alude al cambio alimentario. Las familias campesinas de Oxchuc son estables solamente en temporada de cosecha de la milpa y de más alimentos producidos localmente (maíz-frijol-verduras-frutas frescas), la cual ocurre en los meses de julio a diciembre que son seis meses (Román y Hernández, 2010), mientras los otros seis meses del año compran alimentos y dependen del trabajo asalariado, migración laboral y programas asistenciales del gobierno.

En la Tabla 1 se indica el consumo constante de pastas de sopa, pan de harina y huevo de granja, hasta la familia gasta mensualmente \$1,500 pesos, en caso de compras por semana. La familia campesina depende cada vez más de los ingresos monetarios y consumen más productos alimentarios industrializados que alimentos producidos localmente.

Tabla 1.

Productos que consume una familia durante la semana

Alimentos	Frecuencia de consumo a la semana							Total
	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>D</i>	
Pozole		1	1		1			3
Coca-Cola	1		1		1	1		4
Café	1	1	1	1	1	1	1	7
Leche		1		1				2
Pan			1	1		1	1	4
Sopa	1	1		1		1		4
Arroz		1	1				1	3
Huevo de granja	1		1		1		1	4
Frijol	1	1		1		1	1	5
Carne de res		1				1		2
Pollo				1				1
Frutas y verduras	1		1			1		3
Sopa Nissin				1				1

Nota: Datos obtenidos de trabajo de campo, 2015.

El ingreso monetario que se utiliza para la compra de estos alimentos, buena parte proviene de la migración laboral de los padres e hijos, así como en los trabajos asalariados de trabajos no agrícolas. El comportamiento alimentario de las familias campesinas, cada vez más depende de las dinámicas de los trabajos asalariados y programas del gobierno que, por un lado, puede fortalecer la dieta y nutrición por el acceso a la diversidad de alimentos, pero, por otro lado, genera dependencia en la industria alimentaria y cambio en la cultura alimentaria.

Cambio alimentario en las familias campesinas en Buena Vista

La comunidad Buena Vista se ubica en el suroeste del municipio, a dos kilómetros de la cabecera municipal, con 175 habitantes y la mayoría practica la agricultura campesina, la milpa tradicional. Aunque se ubica cerca del espacio urbanizado, las familias tienen muchas carencias en la alimentación y la producción de alimentos en la milpa es muy baja por las condiciones agroecológicas y uso excesivo de agroquímicos.

En el periodo 2015-2018 se realizaron trabajos de campo en esta comunidad sobre producción local de alimentos por medio de hortalizas de traspatio, abonos orgánicos y manejo agroecológico de la milpa. Tres jóvenes universitarios de la Universidad Intercultural de Chiapas, sede Oxchuc, se sumaron a esta investigación y analizaron la seguridad alimentaria y la producción local de alimentos (Sántiz, Gómez y Velasco, 2018).

Se fomentó *la producción local de alimentos sustentables*² con el objetivo de fortalecer el sistema de producción local de los alimentos con las estrategias de producción campesina para no depender de los productos industrializados y etiquetados, ya que las familias de esta comunidad compran sus alimentos en las tiendas comunitarias, casi no tienen seguridad alimentaria porque dependen de los ingresos monetarios del trabajo asalariado, apoyo monetario del gobierno, incluso de préstamos de dinero. En efecto, hay un comportamiento de *kapal ya xweotikix* o de comer mezclado entre alimentos producidos localmente y alimentos industrializados.

Un padre de familia que trabaja en la milpa y hortaliza de traspatio comentaba que ha dicho a las madres de familia que del dinero que obtenía

² Se refiere al proyecto de diversificación productiva de alimentos que se ha implementado en Oxchuc desde 2008, enfocado a los proyectos de frutales, producción de alimentos en el traspatio, hortalizas con microrriego, entre otras estrategias de cultivos.

de los programas del gobierno es importante sembrar las verduras y evitar el consumo de alimentos que contienen mucha grasa, porque provocan enfermedades; es importante criar gallinas de rancho, ya que las que se consiguen en el mercado son de granjas que han recibido vacunas de engorda.

Figura 3.

Familias campesinas de Buena Vista, Oxchuc



Nota: Trabajo de campo realizado en 2015

La experiencia de algunas familias es que las verduras que se cosechan de los huertos familiares se venden para apoyar el consumo familiar. Las mujeres velan más para el cuidado de la salud y de la alimentación, pero la mayoría de las familias ya están acostumbradas para comprar alimentos en las tiendas locales, por eso fue importante fomentar la producción de alimentos en el huerto familiar que es un espacio para generar el cambio de ideas y mentalidades respecto al comportamiento alimentario.

Algunos de los factores causantes es el bajo rendimiento del maíz y frijol que se cultiva en la milpa son la poca fertilidad del suelo, la falta de pertinencia de las políticas agrícolas y la ausencia de asistencia técnica (Román y Hernández, 2010). La producción de alimentos es deficiente, las parcelas están situadas en tierras de poca profundidad y de baja fertilidad. Pero las familias no se han conformado solo con la milpa, han buscado estrategias de producción de frutales, hortaliza, aves de corral, artesanías, entre otras. Este cambio se conoce como *syantesel jkuxlejaltik* (transformación de nuestra vida) por medio de la diversificación productiva o cambio productivo, el acceso al mercado al mercado local de productos y la generación de ingresos económico por medio de frutales con potencial de mercado regional (Sántiz, 2018).

Cuando las familias se cambian de estrategias productivas mejoran la capacidad de producción de alimentos y hay transformación de la vida familiar (Sántiz y Parra, 2017). Cuando aprendieron a usar el abono natural

y la construcción de terrazas para la conservación de suelo se mejoró la producción de maíz, frijol, verduras y frutales, hasta vendieron productos de la hortaliza, aseguran que los nuevos conocimientos y técnicas de trabajo ayudan para mejorar las cosechas y la vida. A esto se conoce como *syantesel at'el* (cambio de trabajo) que implica cambio de mentalidad, conocimiento y técnica.

La producción con potencial local tiene mayores posibilidades de lograr la producción local de alimentos, así como el incremento de ingresos económicos por familia (Ramos, *et al.*, 2016). El cambio productivo como la diversificación de producción de alimentos, implica capacidades nuevas, innovación, aprendizajes, inversión y liderazgo (Sántiz y Parra, 2017).

Cambio alimentario en las familias campesinas en El Mash, Oxchuc

En el periodo de 2018 al 2022 se realizó una investigación al cambio alimentario en la comunidad El Mash, la zona fría de Oxchuc con 2107 metros de altura sobre el nivel del mar, ubicada a 5 kilómetros al sureste de Oxchuc donde las actividades productivas comunes son la milpa, la crianza de aves de corral, el huerto de frutales y la hortaliza de traspatio, cuenta con 420 habitantes la mayoría hablantes de tseltal y son familias campesinas.

Las dos familias investigadas enfrentan factores locales y externos de cambio alimentario y de baja producción de alimentos que son:

- Poca tierra para la producción de alimentos en la milpa campesina de autoconsumo.
- El crecimiento poblacional que genera mayor demanda de necesidades básicas y de productos industrializados.
- Los factores naturales tales como plagas y el cambio de técnicas en la milpa como el uso excesivo de agroquímicos han disminuido la producción de alimentos.
- El desgaste de suelos repercute en la baja producción de maíz y frijol, sin atención técnica y asesorías para revertir esta situación.
- El cambio climático en la agricultura temporal afecta la siembra, desarrollo y cosecha de productos de la milpa.

Ante esta situación de la agricultura campesina las familias se han dedicado a la pluriactividad que consiste en combinar actividades agrícolas y no agrícolas para generar ingresos monetarios que se destinan para la compra de alimentos. Es una estrategia para disponerse de más recursos, y la alimentación tiende a mejorar y volverse más variada (Bertrán, 2005).

La pluriactividad siempre ha existido solo que antes no se practicaba mucho o no tenía mucha importancia en la alimentación familiar, las actividades se han diversificado con los oficios de carpintería, artesanía, albañilería, herrería, además hay familias que se dedican al comercio, transporte, construcción, profesión y migración laboral (Huet, 2023).

Figura 4.

Familias campesinas de El Mash, Oxchuc



Nota: Trabajo de campo realizado en 2022

La pluriactividad es una estrategia importante para complementar la dieta alimenticia. La tendencia de cambio alimentario de estas familias es hacia la pluriactividad como una estrategia de vida rural para generar ingresos económicos y satisfacer a las necesidades básicas del hogar, para suplir la baja producción de alimentos en la milpa y estrategia de obtención de ingreso monetario para suplir las necesidades alimentarias de las familias (Huet, 2023).

La generación joven acepta fácilmente los proyectos de cambio y el cambio cultural (Sántiz y Parra, 2023). Los jóvenes buscan el *syantesel at'el* (cambio de trabajo) basado en el principio de que, *si no se hace algo nuevo, no se obtiene algo diferente*. Este “consiste en aceptar, aprender y practicar actividades nuevas y que implica una integración de saberes campesinos, científicos y técnicos” (Sántiz, 2022, p. 89).

El trabajo innovador se debe a la pluriactividad que abarca actividades económicas no agrícolas como el comercio, servicios, acceso al mercado regional, aspiración profesional y migración laboral (Sántiz y Parra, 2023). Lo interesante es que la pluriactividad implica un cambio de conciencia y de mentalidad expresada en *tsealt*, *snopel ta lek* (pensar bien con la mente y el corazón), que conduce a *syantesel snopjibal* (cambio de mentalidad o de pensar), y que finalmente termina en *syantesel at'el* (cambio de trabajo).

El proceso de cambio alimentario desde las familias y comunidades campesinas requiere de un proceso lento, en la categoría tseltal es *k'un k'unotik* (caminar paso a paso) como un proceso para pensar, filtrar, aceptar y realizar o practicar los nuevos proyectos (Sántiz, 2022). Con las familias de esta comunidad visualizan un cambio de trabajo o de actividad para el comportamiento alimentario, ven difícil depender solamente de los alimentos producidos por el ciclo agrícola, además, muestran un proceso de cambio que puede ser empleado para generar cambios en la producción, distribución y comercialización de los alimentos locales.

DISCUSIÓN

El comportamiento alimentario de las familias campesinas de Oxchuc ya no se mueve a la lógica cíclica o anual, sino depende mucho de la dinámica del sistema alimentario industrial. Aunque la evolución de la cultura alimentaria es más lenta que de la tecnología debido a las complejas relaciones que mantiene la alimentación con la cultura y la sociedad (Contreras, 2000). Sin embargo, es posible los sistemas locales de alimentación desde los contextos, culturas, pueblos y comunidades campesinas, ya que las familias se han dado cuenta de la gravedad del cambio alimentario global y se ha incursionado a las estrategias de producción de alimentos locales y en la pluriactividad.

El hambre es consecuencia de la pobreza, la distribución deficiente de alimentos, al desperdicio de alimentos y la falta de acceso a la tierra y al sistema alimentario global, ante esta situación es necesario el cambio del sistema alimentario industrial mediante la promoción de políticas que aseguren que los pequeños agricultores, tengan acceso real y seguro a la tierra, al agua, semillas y razas de animales para producir alimentos basados en prácticas agroecológicas, distribuyendo diversos alimentos localmente en los mercados solidarios y haciéndolos accesibles a todas las sociedades urbanas y rurales (Altieri y Nichols, 2023).

Sin embargo, los jóvenes rurales emprenden nuevas actividades para generar ingresos monetarios para apoyar a sus familias. Muchos jóvenes buscan tener más dinero y más cosas materiales, la mayoría optan por la pluriactividad económica, aspiración profesional y migración laboral, son pocos los que reproducen las estrategias de vida campesina basada en las actividades agrícolas de sustento familiar (Sántiz, 2018; Sántiz y Parra, 2023). Las familias campesinas con sus esfuerzos generan productos para los mercados locales, ofrecen su fuerza de trabajo en el país y el extranjero, y se colocan en una situación de subordinación frente al gobierno (Parra y Urdapilleta, 2022).

Aunque en una investigación reciente respecto a jóvenes indígenas egresados de dos instituciones universitarias con enfoque intercultural en Chiapas, México, el 61% de las y los jóvenes se auto identifican como campesinos, y 22% se consideran un poco campesinos debido a que aún los jóvenes practican la agricultura campesina con sus familias y no se olvidan de ese conocimiento que emplean para la producción de alimentos para el sustento de sus familias (Huet *et al.*, 2023).

En este sentido, permanece las actividades agrarias por transferencia de recursos económicos de las actividades no agrícolas a las actividades agrícolas, ante la ausencia de financiamiento público o privado. Las actividades agrícolas y no agrícolas se combinan y complementan para la obtención de un ingreso y así mantener la reproducción social de los hogares (Ramírez, 2023). La agricultura familiar, junto con la pluriactividad, puede contribuir a la formación de sistemas alimentarios territoriales y la construcción social de mercados, esto es para la superación de las relaciones asimétricas en el mercado y la soberanía alimentaria, sin excluir la dinámica alimentaria territorial de la agricultura familiar y mercados en la definición de política pública (Ramírez, 2023).

Para fortalecer el sistema alimentario local de las familias de Oxchuc es importante pensar en redes alimentarias alternativas y alianzas solidarias entre productores y consumidores. Los mercados territoriales tienden a ser menos vulnerables a los cambios de precios y al colapso de las cadenas de suministro centralizadas al reducir la dependencia de los productores y consumidores de las grandes corporaciones que controlan las cadenas de suministro globales propensas a las perturbaciones políticas, económicas y climáticas (Altieri y Nichols, 2023).

Es interesante las Redes Alimentarias Alternativas que consiste en espacios de la economía de los alimentos en donde se presenta una tendencia creciente al intercambio de alimentos frescos, orgánicos, locales, de procedencia local o de especialidad y que tiene la finalidad de visibilizar los recursos territoriales, y sus intangibles, que se requiere de una acción organizada por parte de los actores locales para prevenir la mercantilización de lo auténtico y aprovechar la reputación percibida de los bienes con calidad de origen y bajo principios rectores de ética, sostenibilidad y confianza (Martínez, 2022).

Según Martínez es una alternativa que fortalezca la regionalización y la territorialización de la producción alimentaria, incorpora los potenciales culturales, territoriales, económicos y sociales, además, se fomentan las capacidades organizativas productivas y comerciales. Se distinguen de los

mercados tradicionales debido a que favorecen la redistribución del valor agregado a lo largo de la red, recupera la confianza entre los productores y los consumidores; establecen nuevas formas de asociación política y gobernanza del mercado, además se busca la justicia social, la sustentabilidad y el bienestar, así como la revalorización del territorio, la cultura, la transformación y la conexión rural-urbana.

El cambio de comportamiento alimentario y de cultura alimentaria va depender de sistema alimentario, se asume que las personas y las familias son influenciadas por el sistema dominante. El sistema alimentario industrial quiere globalizar y homogeneizar el comportamiento alimentario, pero esto va en contra de los sistemas alimentarios locales y de las culturas alimentarias. En las tres comunidades investigadas en Oxchuc, las familias campesinas tratan de buscar alternativas, a pesar de tantas desventajas y obstáculos internas y externas al territorio.

CONCLUSIONES

El cambio alimentario genera un cambio cultural desde las unidades familiares y comunidades rurales. Cuando se habla de “comer mezclado” es una mezcla de gustos, conocimientos, culturas y dinámicas de vida campesina y moderna. Los diferentes grupos sociales utilizan la comida como un espacio para la creación y reproducción cultural frente a las estructuras de poder y los cambios que induce el modelo neoliberal y la globalización alimentaria (Good y Corona, 2011), pero se mantiene como base de alimentación el maíz y el frijol.

A pesar de las presiones globales la alimentación de los grupos sociales es un espacio de negociación, adaptación y resistencia a los poderes dominantes, incluso, se ven obligados a buscar alternativas para no ser dominados totalmente por el sistema industrial de alimentación. En las tres comunidades y seis unidades familiares investigadas existen el cambio alimentario, pero también se buscan estrategias y alternativas de producción local de los alimentos expresados en “la transformación de vida, cambio de pensamiento y de trabajo”, que pueden dar base a un sistema alternativo de alimentos, aprovechando la potencialidad del mercado local y regional.

Las dinámicas territoriales y las nuevas configuraciones rurales generan posibilidades y opciones de abasto alimentario, pero es fundamental incorporar la dinámica territorial de la agricultura familiar y los sistemas alimentarios en la definición de políticas públicas. De por sí, en los pueblos, el comercio de alimentos tiene una tradición en los mercados locales o

tianguis como espacios de encuentro entre productores y consumidores (Ramírez, 2023).

El cambio alimentario visto desde la cultura tseltal puede ser muy lento, pero existe la idea y se expresa *k'un k'unotik* o caminar paso a paso, aunque este proceso, es lo contrario del cambio acelerado del comportamiento alimentario y de la dinámica de comercialización de alimentos de sistema industrial y globalizante. Finalmente, el cambio alimentario en el contexto tseltal de Oxchuc es una lucha entre el cambio representado en la “comida rápida” y en la “comida lenta”.

LITERATURA CITADA

- Aguirre Beltrán, G. (1980). *Programas de salud en la situación intercultural*. México: Instituto Mexicano del Seguro Social- Colección Salud y Seguridad Social, Serie Manuales Básicos y Estudios.
- Altieri M.A Y Nicholls C.I. (2023). Agroecología, policrisis global y transformación de sistemas alimentarios, en: *Magna Scientia UCEVA* 2023; 3:1, pp. 125-131. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v3 n1a12>
- Bernal, Federico. (2010). *Crisis alimenticia, corporaciones y cuestión agraria. Entrevista al Profesor Philip McMichael*. Argentina: Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- Bertrán Vilá, M. (2005). *Cambio alimentario e identidad de los indígenas mexicanos*. México: Universidad Autónoma de México.
- Bonfil Batalla, G. (1990). *México Profundo*. México: Editorial Grijalbo.
- Brambila Paz, J. de J. (2006). *En el umbral de una agricultura nueva*. México: Universidad Autónoma Chapingo y Colegio de Posgraduados.
- Contreras, Jesús. (2000). Cambios sociales y cambios en los comportamientos alimentarios en la España de la segunda mitad del siglo XX, en *Zainak* 20, pp. 17-33.
- FAO. (2019). *El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. Ciudad de México.
- Fernández Molina, Ma. V. (2020). El derecho a la autonomía alimentaria de los pueblos indígenas en México: una propuesta interdisciplinaria a partir del derecho a la alimentación y la libre determinación. *Cuadernos Deusto de Derechos Humanos*. Núm. 95. Bilbao: Universidad de Deusto.

- García, M., J. Pardío, P. Arroyo y V. Fernández. (2008). Dinámica familiar y su relación con los hábitos alimentarios, en *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas* Vol. XIV, No. 27, pp. 9-46.
- Garro Monge, G. (2016). Inocuidad de cultivos y alimentos biotecnológicos, 20 años de comercialización, en *Tecnología en Marcha*. Vol. 30-2, pp. 67-74.
- Good Eshelman, C. y Corona de la Peña, L. E. (coord.). (2011). *Comida, cultura y modernidad en México. Perspectivas antropológicas e históricas*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Goodman, D. y J. Wilkinson. (1993). *Pautas de investigación e innovación en el sistema agroalimentario moderno*, pp: 217-25, en Philip Lowe, Terry Marsden y Sarah Whatmore (coord.), Cambio tecnológico y medio ambiente rural. Madrid, España: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Gracia Arnáiz, Ma. I. (1997). Aproximaciones para explicar el cambio alimentario, en: *Agricultura y Sociedad* No. 82, pp.153-181.
- Hernández Pérez, P. y R. López Gómez. (2015). *Transformación alimentaria familiar a partir del programa de asistencia social Prospera en Jutuba, Oxchuc, Chiapas*. Tesis profesional en Lengua y Cultura. Universidad Intercultural de Chiapas.
- Huet Hernández, P. I. (2023). *El cambio de alimentación en la familia campesina en Mash, Oxchuc, Chiapas*. Tesis profesional. Licenciatura en Desarrollo Sustentable. Oxchuc, Chiapas: Universidad Intercultural de Chiapas.
- Huet Macz, C. C., Rosset, P. M., Miranda Juárez, S., y Ávila Romero, L. E. (2023). Recampesinización de jóvenes indígenas como estrategia de defensa del territorio en Chiapas, en *Rev. Bras. Educ. Camp.*, 8, e14870. <http://dx.doi.org/10.20873/uft.rbec.e14870>
- INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Principales resultados por localidad (ITER). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- IPES. (2016). From Uniformity to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems (IPES), disponible en www.ipes-food.org (consultado 22-12-2020).
- Magaña González, C. R. y Y. L. Sevilla García. (2012). La alimentación indígena mexicana: reflexiones antropológicas para el estudio del comportamiento alimentario, en *Revista Mexicana de*

- Investigación en Psicología* Vol. 4, número monográfico, pp.10-21.
- Martínez Salvador, L. E. (2022). Redes alimentarias alternativas para la valorización del patrimonio alimentario: propuesta analítica a partir de un estudio de caso, en: *Estudios Latinoamericanos, Nueva Época* No. 50, pp. 95-118.
- Meléndez Torres, J. Ma. y G. M. Cañez de la Fuente. (2008). Cambios en la vida rural y en la cultura alimentaria campesina: San Pedro El Saucito, Sonora, México, pp. 263-300, en Sergio A. Sandoval Godoy y Juana María Meléndez Torres (coord.) *Cultura y seguridad alimentaria*. CIAD y PyV. México.
- Nájera Castellanos, A. de J. y G. del C. Álvarez Gordillo. (2010). Del pozol a la Coca Cola: cambios en las prácticas alimentarias en dos comunidades tojolabales, en *Liminar. Estudios Sociales y Humanísticos*, vol. VIII, núm. 1, pp. 173-190.
- Parra Vázquez, M. R. y Urdapilleta Carrasco, J. (2022). Impacto del régimen neoliberal en la transformación social y reorganización espacial de la región Altos de Chiapas-México, en *CAMPO-TERRITORIO: revista de geografía agraria*, v, 17, n. 45, pp. 210-238. <https://doi.org/10.14393/RCT174509>
- Quilaqueo R., D. y D. San Martín C. (2008). Categorización de saberes educativos mapuche mediante la teoría fundamentada, en *Estudios Pedagógicos XXXIV*, N° 2, pp: 151-168.
- Ramírez Juárez, J. (2023). Régimen alimentario y agricultura familiar. Elementos para la soberanía alimentaria, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 14, pp. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i29.3533>
- Ramos P., P. P., Parra V. M. R., Fortanelli M., J. Aguilar R., M. (2016). El linaje *k'ulub* cambia de estrategia. Diversificación productiva en la zona cafetalera de Oxchuc, Chiapas, en *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13 (2), 277-301.
- Raymond, E. (2005). La teorización anclada (Grounded Theory) como método de investigación en ciencias sociales: en la encrucijada de los paradigmas, en *Cinta de Moebio*, Núm. 023. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Renting, H., T. K. Marsden and J. Banks. (2003). Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development, in *Environment and Planning*, volume 35, pages 393-411.

- Román Ruiz, S. I. y S. Hernández Daumas. (2010). Seguridad alimentaria en el municipio de Oxchuc, Chiapas, en *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* Vol. 7, No. 1, pp. 71-79.
- Sántiz G., A. y Parra V., M. R. (2017). La visión tseltal de la vida en el desarrollo alternativo de Oxchuc, Chiapas, en García Antonino (Coord.), *Extractivismo y neoextractivismo en el sur de México: múltiples miradas*, (pp. 317-350). San Cristóbal de Las Casas, Chiapas: Universidad Autónoma Chapingo.
- Sántiz Gómez, A. y M. R. Parra Vázquez. (2018). Voces levantadas que transformaron el vivir rural de Oxchuc, Chiapas: 1936-1986. En *Revista Estudios de Cultura Maya*. LII.
- Sántiz Gómez, A. y M. R. Parra Vázquez. (2023). Movilidad profesional y cambio cultural de los jóvenes tseltales de Chiapas México, en: *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, pp. 159-188.
- Sántiz Gómez, A. (2022). Interaprendizaje por proyecto comunitario: experiencia con jóvenes universitarios en Oxchuc, Chiapas, en *Voces de la educación* 7(14), pp. 70-96.
- Sántiz Gómez, A. (2024). Aprendizajes y cambios en la milpa para los jóvenes rurales de Oxchuc, Chiapas, en Antonio de Jesús Nájera Castellanos, Rosalva Pérez Vázquez y Anselmo Silvano Jiménez (coord.). *Milpa, ritualidad y alimentación en contextos rurales de Chiapas*. México: Fray Bartolomé de Las Casas A. C. y Universidad Intercultural de Chiapas (en prensa).
- Sántiz Gómez, E., L. Gómez Velasco y L. Velasco Gómez. (2018). *Situación actual y perspectiva de la Soberanía Alimentaria en Buena Vista, Oxchuc, Chiapas, 2013-2017*. Tesis profesional en Desarrollo Sustentable. Universidad Intercultural de Chiapas.
- Sántiz, Gómez A. (2018). *Acciones colectivas y cambios en la vida de los tseltales de Oxchuc, Chiapas*. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.
- Sevilla Guzmán, E., M. Soler Montiel, D. G. Hernández, I. Vara Sánchez, Á. Calle Collado. (2012). *Canales cortos de comercialización alimentaria en Andalucía*. España: Universidad de Córdoba, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos.
- Strauss, A. y J. Corbin. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Colombia: Universidad de Antioquía.
- Vía Campesina. (2011). *La agricultura campesina sostenible puede alimentar al mundo*. México: Yakarta. Disponible en www.viacampesina.org (consultado 12-11-2020).

SÍNTESIS CURRICULAR

Abraham Sántiz Gómez

Doctor en Ciencias en Desarrollo Rural Regional por la Universidad Autónoma Chapingo y profesor de la Universidad Intercultural de Chiapas, adscrito en la Unidad Académica Multidisciplinaria de Oxchuc. Se identifica por ser Investigador tseltal de Chiapas y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Actualmente trabaja en línea de investigación: Cambio social y acción territorial. Cuenta con especialización en cultura, migración y estrategias de reproducción social; estrategias regionales y políticas públicas. Es miembro del Cuerpo Académico: Estudios Mesoamericanos e Interculturales de la Universidad Intercultural de Chiapas. Correo electrónico: colemix79@gmail.com ORCID: 0000-0001-5635-79551

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

Vector post-classification analysis of the advance of the agricultural frontier in northern Sinaloa 2005-2021

Samuel **Moreno Meza**¹

Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar la dinámica espacial del avance de la frontera agrícola en la región norte de Sinaloa durante el periodo 2005-2021. La expansión de la frontera agrícola representa uno de los procesos de transformación territorial más críticos para la conservación de la biodiversidad en el noroeste de México. Dada la posición de Sinaloa como el principal estado productor de alimentos en el país, resulta imperativo analizar cómo la expansión de su frontera agrícola compromete la integridad de los entornos naturales ante la constante presión por incrementar los rendimientos económicos. Bajo esta premisa, se emplea un análisis de post-clasificación vectorial en el entorno estadístico R sobre cartografía de uso del suelo y vegetación del INEGI; así mismo, se generó una matriz de transición para cuantificar la dinámica y el origen de los cambios territoriales. Los resultados revelan una expansión neta de la frontera agrícola en 295.72 km², impulsada por persistencia del 96%. La expansión se ejerció principalmente a expensas de

ecosistemas naturales, siendo las áreas de mezquital el ecosistema más vulnerable, perdiendo un 43.94% de su superficie total de 2005, lo que se traduce en conversión directa a cultivo. Se concluye que el crecimiento económico agrícola en el norte de Sinaloa está desvinculado de los criterios de sustentabilidad, exigiendo la implementación urgente de políticas de protección específica de los ecosistemas de transición.

Palabras clave: frontera agrícola, transición de uso de suelo, ecosistemas

Abstract

The objective of this research is to analyze the spatial dynamics of the agricultural frontier's advancement in the northern region of Sinaloa during the 2005-2021 period. The expansion of the agricultural frontier represents one of the most critical territorial transformation processes for biodiversity conservation in northwestern Mexico. Given Sinaloa's position as the country's leading food-producing state, it is imperative to analyze how the expansion of its agricultural frontier compromises the integrity of natural environments in the face of constant pressure to increase economic yields. Under this premise, a

¹Universidad Autónoma de Sinaloa

Recibido: 1 de diciembre de 2025

Aceptado: 10 de febrero de 2026

Publicado como **ARTÍCULO CIENTÍFICO** en *Ra Ximhai* 3(1): 271-293

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.12.sm

vector post-classification analysis was employed within the R statistical environment, utilizing INEGI land use and vegetation mapping; additionally, a transition matrix was generated to quantify the dynamics and origin of territorial changes. The results reveal a net expansion of the agricultural frontier by 295.72 km², driven by a persistence of 96%. This expansion occurred primarily at the expense of natural ecosystems, with mesquite forests (mezquital) being

the most vulnerable ecosystem, losing 43.94% of its total 2005 surface area due to direct conversion to cropland. It is concluded that agricultural economic growth in northern Sinaloa is decoupled from sustainability criteria, demanding the urgent implementation of specific protection policies for transition ecosystems.

Keywords: agricultural frontier, land use transition, ecosystems

INTRODUCCIÓN

El estado de Sinaloa en México es reconocido históricamente por su vocación agrícola (Cuadras Berrelleza et al., 2021). No obstante, este liderazgo ha generado una constante presión por incrementar la producción y la rentabilidad ha provocado un fenómeno significativo de avance de la frontera agrícola, ubicando a Sinaloa en el quinto lugar nacional con una participación del 5.6% (SIAP, 2024); esto impacta directamente en la dinámica territorial y en la composición de los ecosistemas naturales. El proceso de aumento de la frontera agrícola no solo implica la expansión de la superficie cultivada, sino también la modificación de los patrones de uso del suelo a expensas de la vegetación nativa.

El norte de Sinaloa es un área de particular interés debido a su infraestructura hídrica (Llanes Ocaña, 2023), lo que lo convierte en un motor de la actividad primaria, pero también en un punto focal de transformación ambiental. Comprender la magnitud y el origen de los cambios en el uso del suelo es crucial para evaluar las consecuencias socioeconómicas y ecológicas a largo plazo, y para fundamentar políticas de ordenamiento territorial sostenible (Cuadras Berrelleza et al., 2021).

El suelo es vital para la existencia biológica y el sostenimiento de los ecosistemas. Bautista (2004 en Torres y Rojas, 2018) lo considera un recurso no renovable por su prolongado proceso de formación, de ahí que sea primordial el monitoreo de la actividad agrícola. La actividad agrícola intensiva constituye uno de los pilares económicos fundamentales del estado de Sinaloa (Zuñiga Espinoza, 2024) debido a su elevada producción de granos básicos y hortalizas de exportación. Particularmente, la Región Norte de Sinaloa (RNS), que abarca el fértil Valle del Fuerte, es un polo

agroindustrial clave para la seguridad alimentaria nacional e internacional. Este dinamismo productivo, impulsado históricamente por grandes obras hidráulicas y la tecnificación del riego (Parra Cota, 2017), ejerce una presión constante sobre el territorio y sus ecosistemas naturales.

La expansión de la frontera agrícola es un fenómeno complejo y multifactorial que implica la transformación de áreas con cobertura vegetal natural en superficies dedicadas al cultivo (Torres Rojo et al., 2016). Este proceso no solo responde a las demandas del mercado y las políticas de fomento productivo, sino que también tiene profundas implicaciones socioeconómicas y, de manera crucial, ambientales, como la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo por presión antropogénica (Camacho Sanabria et al., 2015).

La incorporación de nuevas áreas a la producción agrícola es lo que se conoce como expansión de la frontera agrícola. Estas áreas sufren de una transición de uso de suelo que puede reducir un ecosistema como el bosque o el manglar o puede sustituir a otra actividad productiva como la acuicultura o la ganadería. La eliminación de los árboles nativos en ambientes silvestres provoca, de acuerdo con Abjorsen et al. (2004 como se citó en Torterolo, 2005), cambios significativos en las condiciones ambientales del sitio.

Trápaga Delfín (2013) reflexiona sobre lo imperativo de replantear la sostenibilidad del capitalismo como un sistema económico que necesita siempre crecer sin contemplación de lo finito. Es necesario contemplar la naturaleza del suelo como recurso irremplazable en términos de su función de proveedor de alimentos sin dejar de ver la compatibilidad de su productividad con la viabilidad del modelo agroindustrial.

El modelo agroindustrial en la región norte de Sinaloa, por no decir de todo México busca responder a demanda internacional más que a la seguridad alimentaria propia del país. Gran parte de la producción de hortalizas y frutas se destina a la exportación a Estados Unidos y Canadá. Incluso los países desarrollados adquieren tierras cultivables en países en vías de desarrollo para satisfacer su demanda doméstica (Cotula et al., 2009). Esta dinámica global ejerce una creciente presión sobre los ecosistemas locales donde se expande la frontera agrícola. Al respecto, Lipton y Sanghai (2017) argumentan que una distribución más equitativa de la tierra constituye una política pública clave para los países en desarrollo. En el caso de México, la reforma agraria representó un proceso histórico fundamental, aunque sus efectos fueron atenuados o revertidos por las

políticas neoliberales implementadas desde finales de la década de los noventa. A pesar de estas transformaciones, el Estado mantiene un rol determinante como ente regulador para gestionar el avance no controlado de la frontera agrícola.

Esta problemática se inserta en un contexto global donde la expansión de la frontera agrícola ha evolucionado de una simple búsqueda de superficie a un fenómeno de intensificación impulsado por innovaciones tecnológicas y presiones del mercado internacional (Foley et al., 2011; Winkler et al., 2021). Investigaciones recientes destacan que este avance no es lineal, sino que opera bajo dinámicas de teleacoplamiento, donde la demanda de alimentos en continentes como Asia o Europa dicta la transformación del suelo en regiones periféricas de América Latina (Hull y Liu, 2018).

Bajo esta lógica de mercado global, diversos países latinoamericanos han experimentado transformaciones críticas. En Argentina el crecimiento de la frontera agrícola en menos de cincuenta años ha visto desaparecer más del 66% de su superficie forestal autóctona (Zarrilli, 2008). Entre las causas de este fenómeno destaca el monocultivo de soja; este enfoque de producción intensiva, mantenido desde la década de los setenta, ha deteriorado los ámbitos ambiental, social y económico principalmente impactando a las regiones más vulnerables (Mercurio, 2021).

Por su parte, en Colombia, Garay Rey y Cárdenas Castro (2022) compararon la cobertura vegetal con la frontera agrícola en la subcuenca del río Teusacá. Encontraron transiciones en las variedades vegetales de la zona debido a cambios de uso del suelo. En otra región colombiana, a pesar de declaraciones de área protegida, Anzoategui et al. (2023) documentaron cambios en la distribución de la vegetación del Páramo Cortadera en el municipio de Boyacá, Colombia impulsados por la expansión de la frontera agrícola. Proponen implementar un enfoque participativo que involucre a todos los actores para abordar efectivamente la conservación, restauración y preservación del páramo.

Otras regiones han sido estudiadas en lo que respecta al avance de la frontera agrícola como Indonesia (Sari et al., 2020), las regiones boreales (Meyfroidt, 2021), la región del Amazonas ecuatoriana y brasileña (Rindfuss et al., 2007; Santos et al., 2021; Sehn Korting et al., 2023). La limitación de tierras aptas para la conversión agrícola constituye, según Bozzoli de Wille (1977), un factor determinante en la disminución de los pequeños productores agrarios y el alza de la precariedad socioeconómica

en el ámbito tanto rural como de las ciudades. Ante el panorama mundial de presión sobre los recursos naturales, resulta esencial examinar la evolución del territorio en el norte de Sinaloa. Este estudio permite determinar con precisión el alcance de la expansión agrícola, facilitando el diseño de medidas de mitigación orientadas a contener el deterioro de la biodiversidad regional.

El objetivo central de esta investigación es analizar la dinámica del avance de la frontera agrícola en el norte de Sinaloa, México (2005-2021), mediante el procesamiento de datos geospaciales vectoriales y el cálculo de matrices de transición, para cuantificar los flujos de cambio entre las distintas categorías de uso de suelo y vegetación e identificar las áreas de mayor presión por expansión agrícola. El enfoque no solo cuantifica el crecimiento de la frontera productiva, sino que revela la tasa de retiro de los ecosistemas nativos, sirviendo como fundamento técnico para políticas de gestión ambiental.

El cuerpo del artículo se desarrolla en las siguientes secciones: En primer lugar, se describe el área de estudio y los ecosistemas relacionados a la región norte de Sinaloa. Posteriormente, se detallan la metodología y las fuentes de información utilizadas. La sección central presenta los resultados del análisis multitemporal, cuantificando la superficie exacta de la conversión de cobertura natural a uso agrícola. Finalmente, se discuten las implicaciones y las conclusiones de este avance, ofreciendo una perspectiva sobre los desafíos de sustentabilidad y gestión territorial en la región norte de Sinaloa.

Área de Estudio

La investigación se centró en la región norte de Sinaloa, que abarca una combinación de planicies costeras, valles fluviales (como el Valle del Fuerte) y estribaciones montañosas de la Sierra Madre Occidental. Políticamente se divide en tres municipios (Figura 1). El estudio analizó el periodo comprendido entre el año 2005 y el 2021, un lapso de 16 años de intensa actividad agropecuaria y transformaciones territoriales en la entidad.

Los ecosistemas que predominan en la región son la selva de tipo baja caducifolia. En México es un tipo de selva tropical con un endemismo elevado (Zamora Crescencio et al., 2024). Se puede observar una franja de selva baja caducifolia por la parte Pacífico Norte del país. El ecosistema de bosques se localiza principalmente en las estribaciones montañosas al este de la región norte de Sinaloa, en áreas con mayor restricción topográfica. Su

ubicación periférica y menos accesible les confiere una relativa protección inicial, aunque no excluye la presencia de focos de deforestación.

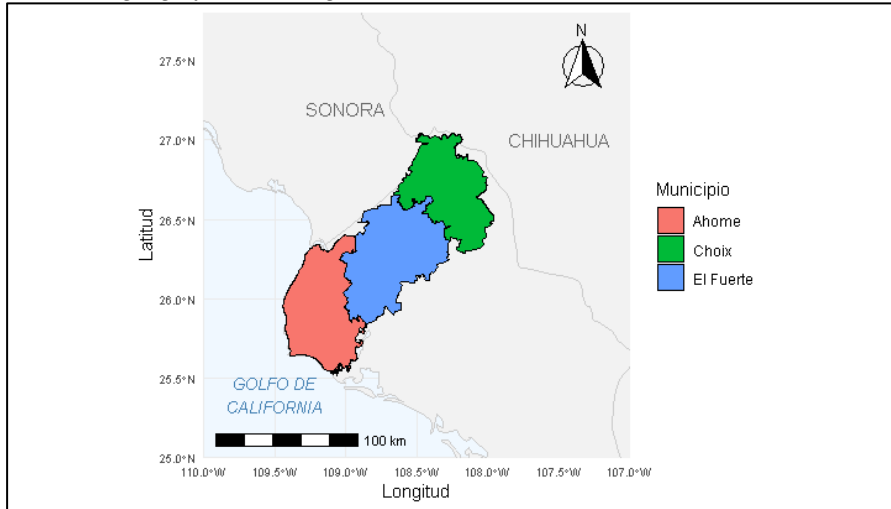
En la región se encuentra el bosque de galería que de acuerdo con Mendoza Cariño et al. (2023) se desarrollan a las orillas de los ríos. Otros tipos de bosques que se encuentran en la parte menos accesible de la región norte de Sinaloa son los bosques de encino, mezquite, pino y pino-encino. El mezquital no es un ecosistema estéril; es crucial para la fauna local, proporciona protección contra la erosión eólica e hídrica en las zonas semiáridas, y actúa como refugio biológico en el entorno agrícola. Su pérdida reduce la conectividad ecológica y los servicios ecosistémicos esenciales para la estabilidad regional. Aguirre Loredó (2024) menciona al mezquite como un recurso subutilizado ampliamente distribuido por las áreas áridas y semi áridas del noroeste mexicano.

El matorral constituye el ecosistema predominante en las vastas zonas áridas y semiáridas de México (González Gutiérrez et al., 2023). y ha sido la cobertura vegetal con mayor historial de aprovechamiento. Los tipos de matorral encontrados en la región norte de Sinaloa son el de tallos carnosos (sarco-crasicaule) y de tallos gruesos (sarcocaula).

Los tipos de pastizales encontrados en la región son el cultivado permanente, pastizal inducido y el pastizal natural. Los pastizales se pueden encontrar en la cuarta parte de la superficie mexicana (Jurado Guerra et al, 2021). El uso de suelo para propósitos de acuicultura tiene un alcance menor al uno por ciento (Albornoz Mendoza et al, 2023). Solo tienen presencia en el municipio de Ahome y se encuentra a lado de otro ecosistema relevante como es el manglar que de acuerdo con Yáñez Arancibia et al. (1998) las acciones antrópicas lo mantienen en constante presión. La diversidad de ecosistemas descrita, caracterizada por la alta productividad agrícola, establece el marco geográfico adecuado de la investigación.

Métodos y técnicas de investigación

La base del análisis consistió en el procesamiento de datos geospaciales vectoriales (archivos *shapefile*) de la cartografía de uso del suelo y vegetación de las Series III (año base 2005) y VII (año base 2021), a escala 1:250,000, generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) disponibles en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (2025).

Figura 1*Ubicación geográfica de la región norte de Sinaloa*

Nota: Elaboración propia con datos de INEGI y el *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*.

Con el objetivo de eliminar la variabilidad nominal entre las distintas series del INEGI, se ejecutó un proceso de normalización semántica mediante expresiones regulares (grepl). Este procedimiento permitió colapsar las categorías originales en 12 clases transversales, asegurando una comparación lógica entre 2005 y 2021. Con la finalidad de garantizar la compatibilidad metodológica entre ambas series y asegurar un esquema estandarizado para la detección de cambios en el territorio analizado.

El análisis fue desarrollado en el entorno estadístico R utilizando el paquete *sf* para la gestión y manipulación de datos geospaciales. Un paso crítico fue la aplicación de la función *st_make_valid*, la cual permitió corregir inconsistencias topológicas y geometrías inválidas en los polígonos originales, asegurando que el cálculo de superficies fuera exacto. Posteriormente, se realizó un recorte espacial mediante la función *st_intersection* utilizando como máscara la división política de los municipios de Ahome, El Fuerte y Choix.

La superficie resultante de cada solapamiento se sumó por par de clases (origen-destino) para construir la matriz de transición, cuantificando en km^2

y porcentualmente los flujos de cambio y permitiendo el cálculo de la persistencia y la vulnerabilidad relativa de cada uso de suelo. Este proceso de análisis vectorial garantizó la preservación de la precisión de los límites originales de las clases y la cuantificación exacta de los flujos de cambio. En la Tabla 1 se presenta el esquema de homologación de los usos de suelo y vegetación para el tratamiento de la información, eliminando así la variabilidad nominal y asegurando que las transiciones medidas representen cambios reales en el territorio.

Tabla 1

Esquema de homologación y correspondencia de categorías de uso de suelo y vegetación (Series III y VII de INEGI)

Clase Homologada	Clases originales con
Agricultura	Agricultura de riego anual
	Agricultura de riego anual y semipermanente
	Agricultura de riego plantación agrícola permanente
	Agricultura de temporal anual
Bosque	Bosque de encino
	Bosque de galería
	Bosque de mezquite
	Bosque de pino
	Bosque de pino-encino
Manglar	Manglar
Matorral	Matorral sarco-crasicaule
	Matorral sarco-crasicaule de neblina
	Matorral sarcocaule
Mezquital	Mezquital desértico

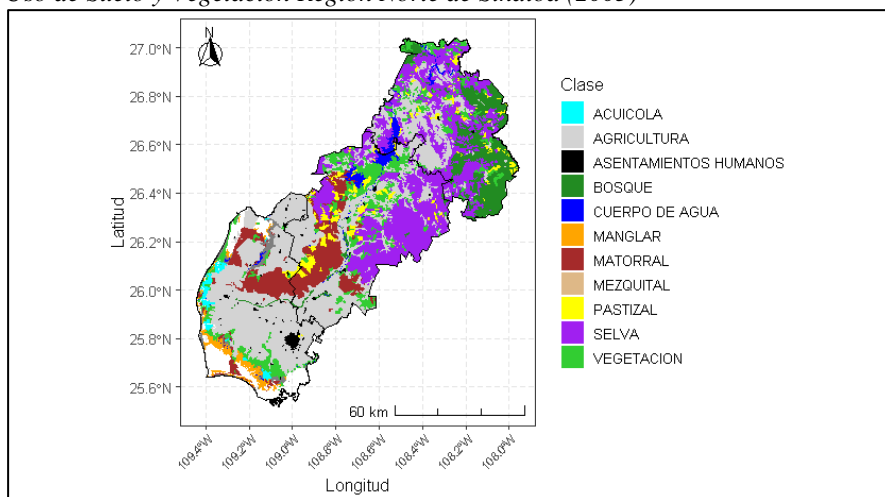
	Mezquital tropical
Pastizal	Pastizal cultivado permanente
	Pastizal inducido
	Pastizal natural
Selva	Selva baja caducifolia
Suelo desprovisto	Sin vegetación aparente
	Suelo desprovisto
Vegetación	Vegetación de dunas costeras
	Vegetación de galería
	Vegetación halófila xerófila
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaula
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaula
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital desértico
	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia

	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila
Asentamientos humanos	Zona urbana Asentamientos humanos
Acuícola	Acuícola
Cuerpo de agua	Cuerpo de agua

Nota: Elaboración propia a partir de la reclasificación de los atributos vectoriales de las Series III (2005) y VII (2021) del INEGI

Al inicio del período de estudio (2005) se puede apreciar (Figura 2) la dominancia de la actividad agrícola en las planicies aluviales y valles, concentrando la actividad económica y creando una matriz territorial homogénea. Los ecosistemas naturales como la Selva y el Bosque se localizaban en las estribaciones montañosas al este de la región, mientras que el mezquital y el matorral se ubicaban en el anillo de transición inmediato a la agricultura consolidada.

Figura 2
Uso de Suelo y Vegetación Región Norte de Sinaloa (2005)

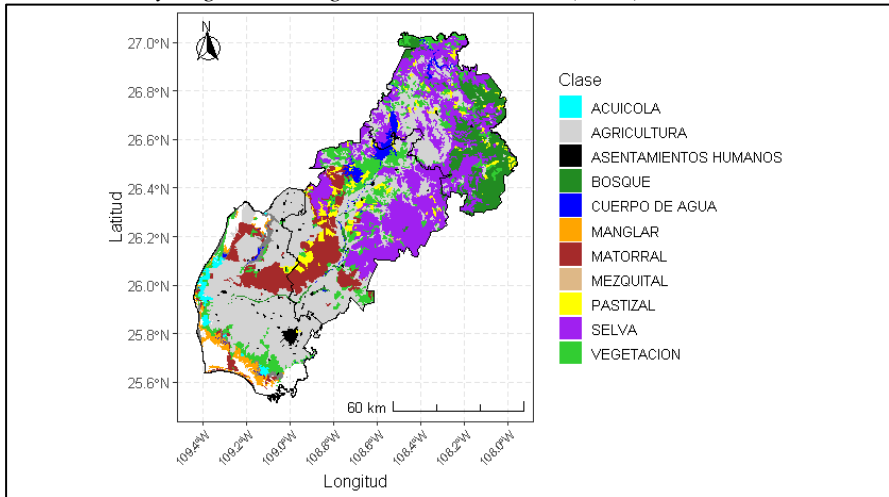


Nota: Elaboración propia mediante el procesamiento de datos vectoriales de la Serie III (2005) del INEGI en entorno R

Bajo la consolidación del modelo económico agroexportador en el norte de Sinaloa, la frontera agrícola registró un incremento para el año 2021. Este avance se focalizó en la periferia de las zonas agrícolas consolidadas, desplazando principalmente coberturas de mezquital y matorral. La figura 3 presenta la distribución espacial de las coberturas del territorio, reflejando una clara polarización entre las áreas productivas y los ecosistemas naturales remanentes. Se observa una mayor homogeneidad y una expansión perceptible de la frontera agrícola.

Figura 3

Uso de Suelo y Vegetación Región Norte de Sinaloa (2021)



Nota: Elaboración propia mediante el procesamiento de datos vectoriales de la Serie VII (2021) del INEGI en entorno R

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación del análisis multitemporal de cambio de uso de suelo y vegetación para la región norte de Sinaloa generó la cuantificación de los flujos de transformación y su distribución espacial. La agricultura es la clase de cobertura predominante, ocupando la planicie costera de la región y los valles. Esta área se caracteriza por una alta cohesión territorial, configurando una matriz continua. Las coberturas de vegetación de selva y bosque se concentran en la porción oriental de la región en las áreas de mayor altitud y pendiente, asociadas a las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, donde la selva ocupa la mayor extensión dentro de la zona montañosa. Por su parte, las zonas de matorral y mezquital presentan una estructura fragmentada, principalmente en los límites entre la zona agrícola y el área

montañosa Sierra de Barobampo, así como en parches dispersos dentro de la matriz de la agricultura.

Los resultados confirman que la expansión de la frontera agrícola constituyó el proceso dominante de transformación del paisaje en la región. Esta clase registró el mayor incremento absoluto con una ganancia neta de 295.7 km² (un +7.9% de su superficie territorial). Aunque fue la que más creció en km², en términos porcentuales su crecimiento es el más bajo de las clases de suelo con crecimiento. Esto se debe a que su superficie inicial en 2005 ya era preponderante, por lo que el crecimiento de 300 km² representa solo un pequeño aumento relativo a su tamaño total.

Del 2005 al 2021 la clase de suelo acuícola creció a la tasa más acelerada, aumentando un notable +55.10% (53.35 km²) de su superficie. La expansión de la acuicultura refleja el crecimiento de su infraestructura en la zona costera. Los asentamientos humanos muestran un crecimiento neto menor de +35.17% (35.12 km²), debido al desarrollo urbano asociado al crecimiento poblacional y económico de la región específicamente en la ciudad de Los Mochis, cabecera del municipio de Ahome. El pastizal mostró una expansión que puede indicar la conversión de otros tipos de vegetación o áreas degradadas a uso ganadero. Su expansión fue de 66.16 km² (+18.12%).

Las clases de suelo que tuvieron contracción territorial principalmente fueron los ecosistemas de vegetación (tabla 2). En términos absolutos las áreas de selva y matorral fueron los mayores proveedores de suelo a otras clases, con pérdidas que superan los 140 km² cada uno. No obstante, el mezquital se consolida como el ecosistema más vulnerable, al registrar una pérdida relativa del -43.94% de su superficie total de 2005. Los ecosistemas de vegetación semiárida de baja elevación fueron el objetivo prioritario del desmonte. La clase matorral muestra la segunda pérdida porcentual más significativa, con una contracción cercana al -25%. La pérdida de la selva, en términos relativos fue de 5.64% a pesar de su acceso topográfico limitado.

Tabla 2

Comparación de áreas de uso de suelo y vegetación en km² y variación neta (2005 vs. 2021)

Clase de suelo	Área km ²	Área km ²	Cambio	Cambio
----------------	----------------------	----------------------	--------	--------

	2005	2021	km ²	%
ACUICOLA	96.8	150.1	53.3	55.1
AGRICULTURA	3731.0	4026.7	295.7	7.9
ASENTAMIENTOS HUMANOS	99.8	134.9	35.1	35.1
BOSQUE	894.9	859.2	-35.6	-3.9
CUERPO DE AGUA	203.1	223.9	20.7	10.2
MANGLAR	179.5	190.8	11.3	6.3
MATORRAL	933.1	788.2	-144.9	-15.5
MEZQUITAL	11.0	6.1	-4.8	-43.9
PASTIZAL	365.0	431.1	66.1	18.1
SELVA	2573.0	2427.7	-145.2	-5.6
SUELO DESPROVISTO	150.0	NA	NA	NA
VEGETACION	1130.1	1134.28974	4.1	0.3

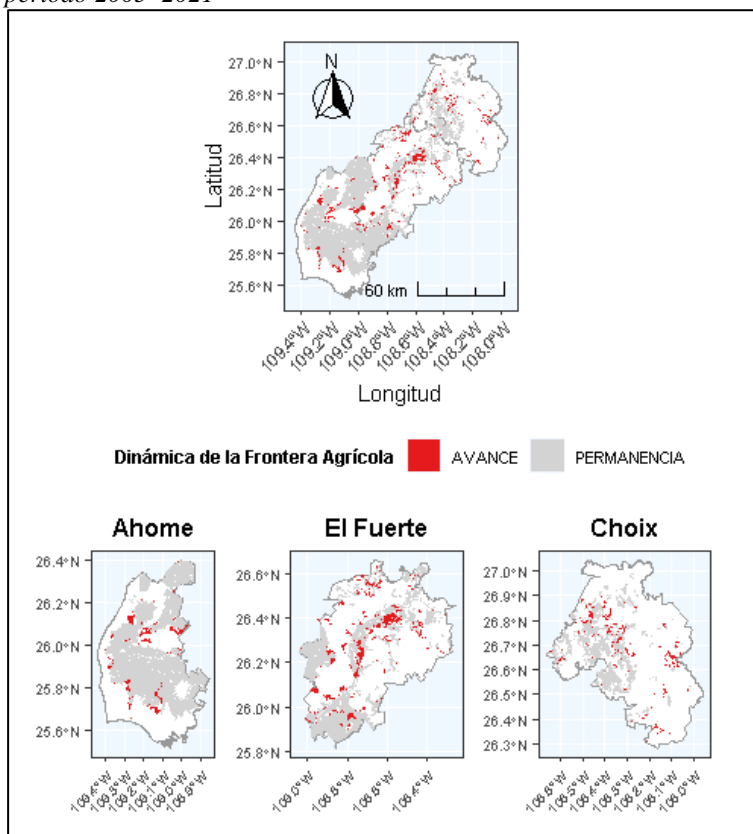
Nota: La superficie “SUELO DESPROVISTO” no fue documentada o fue reclasificada en la serie cartográfica de 2021 bajo otro criterio

La frontera agrícola en su crecimiento de casi 8 puntos porcentuales durante el periodo 2005-2021 se caracterizó por la absorción de más de 325km² de vegetación natural para alimentar la expansión de la agricultura y, en menor medida, el crecimiento de los sectores acuícola y de asentamientos humanos. La figura 4 se presenta como resultado visual de la investigación. Evidencian el avance de la frontera agrícola, cartografiando las transiciones hacia el uso de suelo agrícola en 2021. El color gris delimita la permanencia de la frontera agrícola preexistente, sirviendo como base de contraste para identificar nuevas áreas de uso agrícola. La cartografía de colores permite identificar las áreas donde la vegetación original fue desplazada. Este proceso muestra un patrón diferenciado: la agricultura gana terreno sobre el matorral y el mezquital en las zonas colindantes al riego, mientras que el avance sobre la selva baja se localiza preferentemente en zonas de mayor elevación y pendiente.

Los cambios se concentran en las zonas que rodean el núcleo agrícola consolidado, especialmente en la franja costera y las áreas de valle. Se observa una distribución significativa y dispersa de la expansión de la frontera agrícola sobre el mezquital (azul oscuro). Esto es particularmente notable en Ahome y El Fuerte, confirmando espacialmente que la conversión del mezquital fue un proceso generalizado.

Figura 4

Transiciones del suelo convertido a agricultura en la región norte de Sinaloa, periodo 2005–2021



Nota: Elaboración propia mediante el procesamiento de datos vectoriales de las Series III (2005) y VII (2021) del INEGI (Escala 1:250,000) bajo el entorno estadístico R. El color rojo identifica el frente de avance sobre coberturas naturales

Las transiciones Pastizal-Agricultura se encuentran intercaladas y adyacentes a las áreas de mezquital. Esto demuestra que la expansión

agrícola atacó tanto la vegetación de mezquital como las tierras usadas para pastoreo, confirmando el proceso de intensificación productiva en las zonas de transición. De igual manera la conversión del matorral a agricultura es visible en parches a lo largo del límite de la zona agrícola.

Aunque menores, se revela la localización de la conversión de ecosistemas más sensibles como es la selva y el bosque. Estas áreas aparecen como puntos aislados o pequeños parches en las estribaciones de la Sierra de Choix (zona este y noreste del mapa). Esta distribución puntual sugiere que el desmonte de estos ecosistemas de mayor valor biológico ocurrió en áreas específicas, probablemente facilitadas por accesos o proyectos particulares. El avance de la frontera agrícola fue un proceso centrado en la absorción de los remanentes de vegetación de transición.

Mediante la técnica de matriz de transición (Tabla 3) se cuantifica la relación cuantitativa de los flujos de cambio de uso de suelo en el período 2005 al 2021 en km² y en porcentaje. El avance de la frontera agrícola se define por la columna de agricultura (conversiones desde otros usos al uso agrícola). La vegetación aportó mayor valor absoluto con 177 km² (15.7%). La selva aportó 83.3 km²(3.2%) y el matorral 80.1 km²(8.6%) directamente al avance de la frontera agrícola. La selva demostró una alta susceptibilidad a la degradación. Solo el 3.2% se convirtió directamente en agricultura, pero el 1.5% cambió a vegetación y el 1.1% a pastizal. Esto indica que el proceso de degradación forestal para otros usos como la ganadería.

Tabla 3
Matriz de transición área en km²

Clase de Uso de Suelo y Vegetación en 2005	ACUICOLA	AGRICULTURA	ASENTAMIENTOS HUMANOS	BOSQUE	CUERPO DE AGUA	MANGLAR	MATORRAL	MEZQUITAL	PASTIZAL	SELVA	VEGETACION
ACUICOLA	94.0	1.1	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
AGRICULTURA	3.3	358.2	27.2	2.0	13.4	4.0	0.9	0.0	15.7	10.0	77.5

ASENTAMIENTOS HUMANOS	0.0	0.7	99.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BOSQUE	0.0	33.5	0.7	85.2	0.4	0.0	0.0	4.4	0.2	2.8	
CUERPO DE AGUA	2.5	1.2	0.0	0.4	197.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4
MANGLAR	2.3	0.0	0.7	0.0	0.0	171.7	1.7	0.0	0.1	0.0	2.4
MATORRAL	1.3	80.1	0.7	0.7	0.6	2.7	776.5	0.0	61.2	0.4	8.7
MEZQUITAL	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0
PASTIZAL	0.0	62.5	0.9	0.7	0.9	0.0	7.3	0.0	273.2	0.4	19.2
SELVA	0.0	83.3	0.0	2.7	4.1	0.0	0.9	0.0	28.3	241.5.6	38.2
SUELO DESPROVISTO	9.3	0.0	0.4	0.0	1.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	131.1
VEGETACION	3.7	177.0	4.9	1.7	5.7	3.2	0.6	0.0	48.3	1.1	850.2

Nota: Elaboración propia con datos de INEGI

La matriz normalizada (Tabla 4) revela las transiciones relativas de cambio de uso de suelo. El 44.0% de la superficie clasificada como mezquital en 2005 se convirtió en suelo agrícola para 2021. Este ecosistema fue el más afectado en términos relativos. El pastizal tuvo una transición a agricultura de 17.1% (62.5 km²), confirmando que casi una quinta parte de las tierras de pastoreo fueron intensificadas.

Los ecosistemas costeros como el manglar en la franja costera del municipio de Ahome por su ubicación geográfica específica y su protección legal más estricta determinan que la agricultura no pueda expandirse directamente sobre ellos, aunque sí son vulnerables a la alteración hidrológica y a la contaminación de escorrentía agrícola. La matriz demuestra que el avance de la frontera agrícola es un proceso complejo, impulsado por la conversión directa a cultivos y por la absorción de áreas de transición. Es esencial para comprender la intensidad de la presión ejercida sobre cada tipo de uso de suelo, expresada como el porcentaje de su superficie de 2005 que cambió a otra categoría.

La frontera agrícola persiste con un 96.0%, demostrando una estabilidad estructural. El ecosistema de bosques presenta una persistencia del 95.3%, pero tiene una probabilidad de conversión del 3.7% a agricultura. El matorral, además de perder el 8.6% a agricultura, tiene una probabilidad del 6.6% de convertirse en pastizal. Esto indica que la degradación a través del sobrepastoreo o manejo inadecuado es un factor significativo en la pérdida de suelo de matorral. La matriz normalizada subraya que el mezquital, con una probabilidad de conversión del 44.0%, es el indicador de deforestación más sensible en la región, mientras que la expansión agrícola es el motor de cambio más potente, afectando de manera diferenciada a todos los ecosistemas de vegetación natural.

Tabla 4
Matriz de transición normalizada

Clase de Uso de Suelo y Vegetación en 2005	ACUICOLA	AGRICULTURA	ASENTAMIENTOS URBANOS	BOSQUE	CUERPO DE AGUA	MANGLAR	MATORRAL	MEZQUITAL	PASTIZAL	SELVA	VEGETACION
ACUICOLA	97.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
AGRICULTURA	0.1	96.0	0.7	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	2.1

ASENTAMIENTOS HUMANOS	0.0	0.7	99.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BOSQUE	0.0	3.7	0.1	95.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.3
CUERPO DE AGUA	1.2	0.6	0.0	0.2	97.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
MANGLAR	1.3	0.0	0.4	0.0	0.0	96.0	0.9	0.0	0.0	0.0	1.3
MATORRAL	0.1	8.6	0.1	0.1	0.1	0.3	83.2	0.0	6.6	0.0	0.9
MEZQUITAL	0.0	44.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.8	0.0	0.1	0.0
PASTIZAL	0.0	17.1	0.2	0.2	0.2	0.0	2.0	0.0	74.8	0.1	5.3
SELVA	0.0	3.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	1.1	93.9	1.5
SUELO DESPROVISTO	6.2	0.0	0.2	0.0	0.8	4.7	0.1	0.0	0.0	0.0	88.0
VEGETACION	3.3	15.7	0.4	0.2	0.5	0.3	0.1	0.0	4.3	0.1	75.2

Nota: Elaboración propia con datos de INEGI

Los resultados cuantitativos demuestran que, durante el periodo 2005 a 2021 la región experimentó un avance de la frontera agrícola neta de 295.72 km². El patrón espacial del avance de la frontera agrícola en la región norte de Sinaloa muestra implicaciones palpables de pérdida de capital natural que afectan la resiliencia y sustentabilidad de la región.

CONCLUSIONES

El análisis del cambio de uso de suelo y vegetación en la Región Norte de Sinaloa (2005-2021) permite concluir que la expansión de la frontera agrícola es el proceso dominante en la dinámica territorial, donde el costo ecológico ha sido asumido de forma desproporcionada por los ecosistemas

de transición. Se confirma la consolidación irreversible del modelo agroindustrial, el cual registró un incremento neto de 295.72 km² de frontera agrícola. El hallazgo más crítico es la drástica conversión del mezquital, cuya cobertura original se redujo en un 43.9%, quedando apenas 6.1 km² de superficie remanente al año 2021. Esta pérdida, junto con el desplazamiento de pastizales (17.1%) y otras coberturas de vegetación (15.7%), consolida al mezquital como el ecosistema más vulnerable de la región y sensible ante la presión del mercado agroexportador.

En términos espaciales, los resultados revelan que la expansión no es aleatoria, sino que obedece a la proximidad geográfica. Las áreas de matorral, mezquital y pastizal representan la frontera inmediata de conversión. Esta absorción sistemática de tierras, particularmente en municipios como Ahome, refleja un patrón de intensificación donde los criterios de conservación ambiental han sido omitidos en favor del fomento productivo y la demanda del mercado.

Se concluye que la expansión de la frontera agrícola incrementa la vulnerabilidad regional. Este fenómeno ejerce una presión adicional sobre los recursos hídricos del sistema de presas del norte de Sinaloa, factor de riesgo crítico ante la variabilidad climática actual.

Es urgente la implementación de un sistema de monitoreo continuo que permita a las autoridades detectar y mitigar focos de deforestación en tiempo real. Se debe priorizar la emisión de regulaciones que restrinjan estrictamente el cambio de uso de suelo en los últimos remanentes de mezquital y matorral. La viabilidad ecológica y productiva del norte de Sinaloa a largo plazo depende de la capacidad de conciliar el liderazgo agrícola del estado con la protección de los servicios ecosistémicos que sostienen la vida en la región.

LITERATURA CITADA

- Aguirre Loreda, R. Y. (2025). Mesquite Tree (*Prosopis* spp.): A Native Resource for the Potential for Human Consumption and Healthcare. *Plant Foods for Human Nutrition*, 80(5) <https://doi.org/10.1007/s11130-024-01255-x>
- Albornoz Mendoza, L., Mercado García, A., & Mendoza Tinoco, D. (2023). Uso de suelo del sector primario desde la perspectiva del consumo en México (2018). Un enfoque multisectorial de insumo-producto. *El trimestre económico*, 90(359), 703-730. <https://doi.org/10.20430/ete.v90i359.1769>

- Anzoategui, L. V., Gil Leguizamón, P. A., & Sanabria Marin, R. (2023). Frontera agrícola y multitemporalidad de cobertura vegetal en Páramo del Parque Regional Natural Cortadera (Boyacá, Colombia). *Bosque (Valdivia)*, 44(1), 159-170. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-92002023000100159>
- Bozzoli de Wille, M. E. (1977). La frontera agrícola de Costa Rica y su relación con el problema agrario en zonas indígenas. *Anuario de estudios centroamericanos*, No. 3, 225-234. <https://www.jstor.org/stable/25661616>
- Camacho Sanabria, J. M., Juan Pérez, J. I., Pineda Jaimes, N. B., Cadena Vargas, E. G., Bravo Peña, L. C., & Sánchez-López, M. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y bosques*, 21(1), 93-112. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000100008&lng=es&tlng=es.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad - CONABIO*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Cotula, L., Vermeulen, S., Leonard, R. y Keeley, J., (2009). *Land grab or development opportunity?: agricultural investment and international land deals in Africa*. IIED/FAO/IFAD, Londres. <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/12561IIED.pdf?2009>
- Cuadras Berrelleza, A. A., Peinado Guevara, V. M., Peinado Guevara, H. J., López López, J. de J., & Herrera Barrientos, J. (2021). Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(8), 1401-1414. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2704>
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., . . . Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337-342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Garay Rey, K., y Cárdenas Castro, E. (2022). Análisis comparativo de la cobertura vegetal (2015) con la frontera agrícola (2018) en la subcuenca del río Teusacá. *CITAS, Suplemento(1)*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9085631>

- González Gutiérrez, I., Farfán Gutiérrez, M., Morales Manilla, L. M., Pérez Salicrup, D. R., Garza Saldaña, J. J., & Medina Puente, A. (2023). Índices y modelos para la predicción de la ocurrencia de incendios forestales: una revisión para México. *Revista Geográfica de América Central*, (71), 193-220. <https://dx.doi.org/10.15359/rgac.71-2.7>
- Hull, V., & Liu, J. (2018). Telecoupling: A new frontier for global sustainability. *Ecology & Society*, 23(4). <https://doi.org/10.5751/ES-10494-230441>
- Jurado Guerra, P., Velázquez Martínez, M., Sánchez Gutiérrez, R. A., Álvarez Holguín, A., Domínguez Martínez, P. A., Gutiérrez Luna, R., Garza Cedillo, R. D., Luna Luna, M., & Chávez Ruiz, M. G. (2021). Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(Supl. 3), 261-285. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5875>
- Lipton, M., & Sanghai, Y. (2017). Food security, farmland access ethics, and land reform. *Global Food Security*, 12, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.03.004>
- Llanes Ocaña, J. G. (2023) Calidad y uso potencial de la red hidrográfica del centro-norte de Sinaloa, México. *Tecnología y Ciencias del Agua* 14(2) 337-375. <https://doi: 10.24850/j-tyca-14-02-09>
- Mendoza Cariño, M., Cruz Flores, G., & Mendoza Cariño, D. (2023). Salud de los bosques de galería y de los ecosistemas ribereños. *Madera y bosques*, 29(1), e2912387. <https://doi.org/10.21829/myb.2023.2912387>
- Mercurio, N. (2021). La república sojera: orígenes y consecuencias de la agroexportación de la soja en Argentina. *Estudios Rurales*, 11(24). Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3851>
- Meyfroidt, P. (2021). Emerging agricultural expansion in northern regions: Insights from land-use research. *One Earth*, 4(12), 1661-1664. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.11.019>
- Parra Cota, F. I. (2017). Potencial agrobiotecnológico de bacterias aisladas de suelos agrícolas asociados al cultivo de maíz en el Valle del Fuerte, Sinaloa. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 13(2), 51-57. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlnr/article/view/264>
- Rindfuss, R. R., Entwisle, B., Walsh, S. J., Mena, C. F., Erlien, C. M., & Gray, C. L. (2007). Frontier Land Use Change: Synthesis, Challenges, and Next Steps. *Annals Of The Association Of*

- American Geographers*, 97(4), 739-754.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2007.00580.x>
- Santos, R. S., Wiesmeier, M., Cherubin, M. R., Oliveira, D. M., Locatelli, J. L., Holzschuh, M., & Cerri, C. E. (2021). Consequences of land-use change in Brazil's new agricultural frontier: A soil physical health assessment. *Geoderma*, 400, 115149.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115149>
- Sari, D. W., Hidayat, F. N., & Abdul, I. (2020). Efficiency of land use in smallholder palm oil plantations in Indonesia: A stochastic frontier approach. *Forest and Society*, 5(1), 75-89.
<https://doi.org/10.24259/fs.v5i1.10912>
- Sehn Korting, M., Lima, D. A., Sobreiro Filho, J. (2023). Brazilian Agricultural Frontier: Land Grabbing, Land Policy, and Conflicts. *IDS Bulletin* 54(1), 73-88.
<https://hdl.handle.net/20.500.12413/17853>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Panorama Agroalimentario 2024: Región Noroeste*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/942941/Panorama_FA_2024_Regi_n_Noroeste.pdf
- Torres, F., & Rojas, A. (2018). Suelo agrícola en México: retrospección y prospectiva para la seguridad alimentaria. *Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 9(3), 137-155. https://www.researchgate.net/profile/Agustin-Rojas-Martinez/publication/344279640_Suelo_agricola_en_Mexico_Retrospeccion_y_Prospectiva_para_la_Seguridad_Alimentaria/links/5f62fa97299bf1d43c0acfd/Suelo-agricola-en-Mexico-Retrospeccion-y-Prospectiva-para-la-Seguridad-Alimentaria.pdf
- Torres Rojo, J., Magaña Torres, O., & Moreno Sánchez, F. (2016). Prediction of land use change/forest cover in Mexico Trough transition probabilities. *Agrociencia*, 50(6), 769-785.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000600769&lng=es&tlng=en.
- Tortero, M. K. (2005). La expansión de la frontera agrícola, un acercamiento desde el punto de vista climático. *Apuntes Agroeconómicos*, 4(3).
http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/apuntes/AA2005tortero_mariakarina.pdf
- Trápaga Delfín, Y. (2012). El fin de la frontera agrícola y el acaparamiento de tierras en el mundo. *Investigación económica*, 71(279), 71-92. Recuperado en 30 de noviembre de 2025, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672012000100004&lng=es&tlng=es.

- Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M. *et al.* Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nat Commun* 12, 2501 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2>
- Yáñez Arancibia, A., Twilley, R. R., & Lara-Domínguez, A. L. (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y bosques*, 4(2), 3-19. <https://doi.org/10.21829/myb.1998.421356>
- Zamora Crescencio, P., Aragón Gastélum, J. L., Contreras, J., Barrientos Medina, R. C., Aguirre Crespo, F. J., Gutiérrez Báez, C., & Plasencia Vázquez, A. H. (2024). Diversidad, composición y estructura de especies leñosas de la selva baja caducifolia en Lerma, Campeche. *Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 11(2). <https://doi.org/10.19136/era.a11n2.3819>
- Zarrilli, A. (2008). Bosques y agricultura: una mirada a los límites históricos de sustentabilidad de los bosques argentinos en un contexto de la explotación capitalista en el siglo XX. *Luna Azul*, (26), 87-106. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742008000100006&lng=en.
- Zúñiga Espinoza, N. G. (2024). Precios de garantía e impuesto predial rústico en mercado del maíz blanco. *Investigación administrativa*, 53(133). <https://doi.org/10.35426/iav53n133.11>

SÍNTESIS CURRICULAR

Samuel Moreno Meza

Estudiante de Doctorado en Economía y Negocios Internacionales en la Universidad Autónoma Indígena de México. Maestro en Administración/UdeO (2017), Lic. en Mercadotecnia/ UdeO (2004). Profesor Asignatura Base de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: samuel.moreno@uas.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2672-0657>

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

Navojoa, Sonora, 2001-2021: Geospatial analysis of land use change

Francisco Humberto **Valdez-Sandoval**¹, Aniela Guadalupe **Valdez-Sandoval**², Allán **Chacara-Montes**³

Resumen

La investigación evaluó los cambios en el uso del suelo y la expansión urbana en Navojoa, Sonora, durante el periodo 2001–2021, con el fin de comprender la magnitud de la transformación territorial y sus implicaciones ambientales. Su importancia radicó en la necesidad de generar información geoespacial precisa para apoyar procesos de planeación urbana y conservación ecológica en ciudades medianas expuestas a un crecimiento acelerado. El estudio utilizó cartografía oficial de uso del suelo y vegetación, y aplicó un análisis multitemporal mediante matrices de transición y transiciones sistemáticas, lo que permitió cuantificar pérdidas, ganancias, intercambios y tasas de cambio entre categorías. Este enfoque facilitó identificar patrones espaciales y la dirección de las principales transiciones registradas. Los resultados mostraron que la superficie urbana

aumentó de 1979.03 ha a 3 617.81 ha, mientras que la agricultura de riego disminuyó de 898.77 ha a 421.56 ha. Las coberturas naturales experimentaron retrocesos severos: el matorral y el mezquital desaparecieron, la vegetación secundaria se redujo drásticamente y el pastizal presentó una disminución significativa. Se observó que la urbanización avanzó principalmente sobre vegetación secundaria y pastizales, lo que evidenció una pérdida sustancial de conectividad ecológica y una marcada fragmentación del paisaje. Se concluyó que el crecimiento urbano reconfiguró de manera profunda el territorio, redujo la disponibilidad de suelos agrícolas y eliminó gran parte de las coberturas naturales. Esta dinámica señaló la necesidad de fortalecer la planeación territorial, conservar corredores ecológicos e incorporar infraestructura verde para mejorar la resiliencia

¹Universidad Autónoma de Sinaloa

²Instituto Tecnológico de Sonora

³Instituto Tecnológico de Sonora

Recibido: 1 de diciembre de 2025

Aceptado: 10 de febrero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(1): 295-320

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.13.fv

ambiental ante futuros procesos de urbanización.

Palabras clave: Degradación ambiental, transformación territorial, expansión urbana, crecimiento urbano, tabulación cruzada.

Abstract

The research evaluated land use changes and urban expansion in Navojoa, Sonora, during the 2001-2021 period, with the objective of understanding the magnitude of territorial transformation and its environmental implications. Its importance lay in the need to generate precise geospatial information to support urban planning and ecological conservation processes in medium-sized cities undergoing accelerated growth. The study used official land use and vegetation maps and applied a multitemporal analysis through transition matrices and systematic transitions, which made it possible to quantify losses, gains, exchanges, and change rates among categories. This approach enabled the identification of spatial patterns and the direction of the main transitions documented. The results showed that

urban area increased from 1,979.03 ha to 3,617.81 ha, while irrigated agriculture decreased from 898.77 ha to 421.56 ha. Natural cover types experienced severe declines: shrubland and mesquite scrub disappeared, secondary vegetation was drastically reduced, and grassland showed a significant decrease. Urbanization advanced mainly over secondary vegetation and grasslands, evidencing a substantial loss of ecological connectivity and marked landscape fragmentation. It was concluded that urban growth deeply reconfigured the territory, reduced the availability of agricultural land, and eliminated much of the natural cover. This dynamic highlighted the need to strengthen land use planning, preserve ecological corridors, and incorporate green infrastructure to improve environmental resilience in the face of future urbanization processes.

Keywords: Environmental degradation, territorial transformation, urban expansion, urban growth, cross tabulation.

INTRODUCCIÓN

La transformación y cobertura del suelo constituye uno de los principales impulsores del cambio ambiental global, afectando procesos ecológicos esenciales como la productividad primaria, el ciclo del carbono y la resiliencia de los ecosistemas. Estudios recientes evidencian que las modificaciones antrópicas en la cobertura terrestre pueden reducir de manera significativa la productividad primaria bruta e incluso tener efectos comparables o superiores a los del cambio climático en determinados escenarios, resaltando la necesidad urgente de comprender su dinámica espacial y temporal (Hou et al., 2022; Krause et al., 2022).

Simultáneamente, la expansión urbana y la intensificación agropecuaria han reconfigurado los paisajes en múltiples regiones del mundo, generando presiones sobre los servicios ecosistémicos, especialmente la regulación

hídrica, la retención de suelos y el control microclimático. Estas presiones inciden directamente en el avance hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente aquellos relacionados con ciudades sostenibles y protección de ecosistemas terrestres (Pandey y Ghosh, 2023; United Nations, 2024).

En América Latina, las tendencias recientes muestran procesos acelerados de expansión urbana y desigualdades socioespaciales persistentes, lo que exige reforzar la planificación territorial mediante evidencia geoespacial actualizada. Informes regionales recomiendan integrar monitoreo sistemático y multiescalar del uso del suelo para enfrentar retos como la informalidad, el acceso desigual a infraestructura y la vulnerabilidad climática (Angel et al., 2025).

A nivel global, nuevas investigaciones revelan una tendencia hacia patrones de crecimiento urbano más compactos en megaciudades, acompañada de variaciones regionales en la morfología urbana y la eficiencia en el uso del suelo. Estos hallazgos subrayan la importancia de estudios locales que permitan comprender las trayectorias específicas de urbanización y cambio territorial (Hou et al., 2023).

En paralelo, innovaciones recientes en observación de la tierra han permitido generar mapas de cobertura del suelo prácticamente en tiempo real, superando rezagos históricos y mejorando la capacidad para detectar procesos tempranos como deforestación, expansión urbana dispersa y cambios agropecuarios intensivos (Brown et al., 2022; Potapov et al., 2022). Asimismo, plataformas como Google Earth Engine han facilitado análisis repetibles y escalables de series temporales LULC mediante algoritmos de aprendizaje automático con altos niveles de precisión (Tesfaye et al., 2024; Zhang et al., 2024).

En el noroeste de México, la región de Sonora presenta una larga historia de transformación territorial vinculada a la expansión agrícola, el crecimiento urbano y cambios ambientales asociados. Investigaciones recientes en la subcuenca del río Yaqui documentan cómo las conversiones de bosque a pastizal entre 2000 y 2020 incrementaron la erosión y el transporte de sedimentos, comprometiendo infraestructura hidráulica estratégica (Areu Rangel et al., 2024). A nivel municipal, Navojoa ha actualizado recientemente sus diagnósticos y programas de desarrollo urbano, los cuales reconocen la necesidad de integrar análisis geoespaciales confiables sobre los cambios de uso del suelo (Ayuntamiento de Navojoa, 2024).

A pesar de los antecedentes disponibles, persiste una brecha de conocimiento sobre la trayectoria espacio-temporal del cambio de uso del suelo en Navojoa, en un contexto de creciente urbanización, reconfiguración agrícola y transformación de coberturas naturales. Contar con series multitemporales comparables y validadas con métricas de precisión fortalece la gobernanza territorial y orienta políticas públicas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, particularmente el ODS 11 (planificación urbana sostenible), el ODS 15 (gestión sostenible del suelo), el ODS 2 (agricultura sostenible) y el ODS 13 (integración de medidas climáticas en la planificación). (Potapov et al., 2022; UN-Habitat, 2024).

En este contexto, el presente artículo se justifica por la necesidad de generar evidencia científica local basada en datos abiertos y metodologías reproducibles. Su objetivo general es analizar el cambio de uso del suelo en Navojoa, Sonora, México durante 2001-2021 mediante técnicas de análisis geoespacial, a fin de cuantificar transiciones clave entre clases de cobertura, identificar patrones espacio temporales de expansión, y aportar evidencia para la planificación urbana y ambiental local.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para el análisis se emplearon los mapas de uso del suelo y vegetación a escala 1:250 000, correspondientes a la serie II y serie VII de cobertura nacional, disponibles en el portal de información geoespacial del Instituto Nacional de estadística y Geografía INEGI (CONABIO, 2021). A partir de estos insumos cartográficos, se integró una matriz de transición en la tabla 1, al combinar la cartografía del año 2001 con la de 2021. En dicha matriz, las filas representan las clases presentes en el primer momento temporal y las columnas corresponden a las clases del segundo momento (Pontius et al., 2004).

Siguiendo el enfoque de López y Plata (2009), los valores ubicados sobre la diagonal principal (P_{ij}) indican las áreas que permanecieron sin cambios entre ambos periodos (P_{11} , P_{22} y P_{33}), mientras que los valores fuera de la diagonal reflejan las conversiones entre categorías. Asimismo, la fila Total T2 ($P+1$, $P+2$ y $P+3$) expresa la superficie total ocupada por cada clase en el tiempo 2 ($P+n$) y la columna Total T1 (P_{1+} , P_{2+} y P_{+}), el área total de las categorías en el tiempo 1 ($P+n$).

Posteriormente, se incorporó la fila 5 ($P+1-11$, $P+2-22$ y $P+3-33$), correspondiente a la ganancia bruta (G_{ij}), la cual cuantifica el incremento de superficie registrado por cada categoría entre 2001 y 2021. Este valor se

obtiene al restar el área que permaneció sin cambios del total reportado en la fila previa. De manera complementaria, la columna 5 (P1+–P11, P2+–P22 y P3+–P33) representa la pérdida bruta (Lij), definida como la reducción de superficie que experimentó cada clase en el periodo analizado, calculada mediante la diferencia entre los valores iniciales y los que se mantuvieron constantes en la diagonal principal. Asimismo, se consideró el indicador de intercambio, el cual describe las modificaciones en la estructura espacial de las categorías y refleja la magnitud de la superficie que transitó entre clases durante el periodo de estudio (López y Plata, 2009).

Tabla 1.

Matriz de tabulación cruzada para dos mapas de diferente fecha

		Tiempo 2		Total tiempo 1	Pérdidas
		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	
Tiempo 1					
Categoría 1	P11	P12	P13	P1+	P1+ - P11
Categoría 2	P21	P22	P23	P2+	P2+ - P22
Categoría 3	P31	P32	P33	P+	P3+ - P33
Total tiempo 2	P + 1	P + 2	P + 3	P	
Ganancias	P + 1 - P11	P + 2 - P22	P + 3 - P33		

Nota: Elaboración propia con base a Pontius et al. (2004).

La construcción de esta matriz constituye el punto de partida para la obtención de información que posibilita analizar los cambios espaciales tanto a un nivel general como a un nivel más detallado. Esta herramienta analítica permite distinguir si las transformaciones observadas responden a procesos de transición sistemática o si derivan de variaciones aleatorias. En este sentido, el nivel global se refleja mediante la variación neta de cada categoría, la cual se calcula como la diferencia entre la superficie total registrada en el tiempo 2 (T2) y el total correspondiente al tiempo 1 (T1), conforme al método propuesto por López y Plata (2009):

$$D_j = (T_2 - T_1)$$

Asimismo, con el propósito de identificar si los cambios observados entre categorías corresponden a patrones sistemáticos, es necesario evaluar la magnitud y relevancia de las ganancias y pérdidas registradas. Para ello, se generan dos matrices denominadas matrices de transición sistemática: una para las ganancias y otra para las pérdidas. Estas matrices cuantifican la proporción que representan dichas variaciones considerando la superficie esperada de cada categoría en el segundo periodo, en caso de que las transformaciones respondieran exclusivamente a procesos aleatorios. Finalmente, la interpretación de la tabla de transición sistemática se basa en comparar los valores observados con los valores esperados, con el fin de determinar si las transiciones evidencian una tendencia sistemática o un comportamiento atribuible al azar (López y Plata, 2009).

$$G_{ij} = (P_{+j} - P_{jj}) (P_{i+} / (1 - P_{j+}))$$

Donde G_{ij} representa la transición prevista de la categoría i a la categoría j mediante un proceso aleatorio de ganancia, $P_{+j} - P_{jj}$ representa la ganancia total percibida de la categoría j , P_{i+} representa el tamaño de la categoría i durante el tiempo 1 y $1 - P_{j+}$ representa la suma de los tamaños de todas las categorías, excluyendo a la categoría j durante el tiempo 1.

Área de estudio

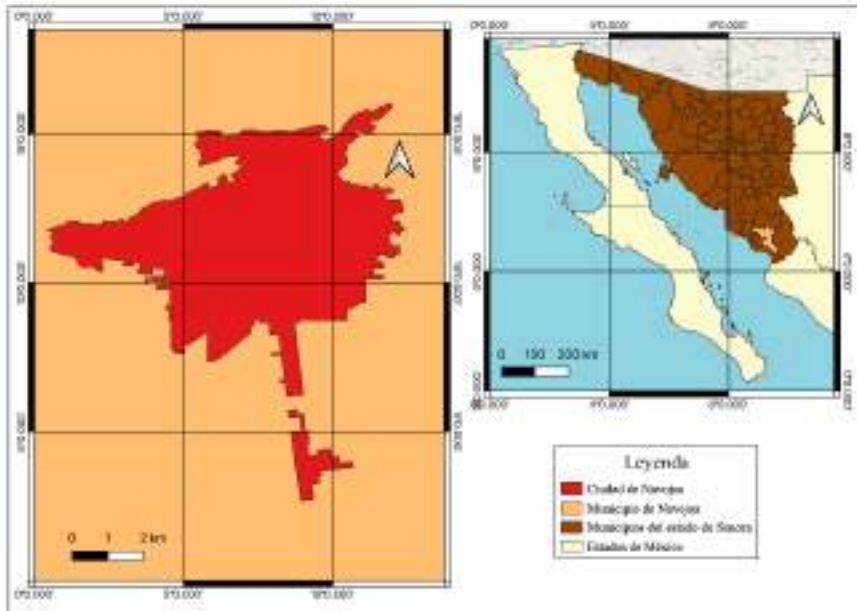
La ciudad de Navojoa (ver figura 1) se localiza en el sur del estado de Sonora, México, dentro del Valle del Mayo, una región caracterizada por su planicie aluvial y su vocación agrícola. Geográficamente, se encuentra aproximadamente entre los $27^{\circ}04'$ y $27^{\circ}06'$ de latitud norte y los $109^{\circ}26'$ y $109^{\circ}28'$ de longitud oeste, lo que la sitúa en la porción meridional del estado, próxima al límite con Sinaloa (INEGI, 2001). Esta ubicación le confiere condiciones climáticas propias de zonas semiáridas cálidas, con temperaturas elevadas y precipitaciones concentradas en verano, factores que han favorecido el desarrollo de sistemas de riego y agricultura intensiva (SEMARNAT, 2002).

El municipio se extiende sobre una planicie formada por depósitos aluviales del río Mayo, lo que ha permitido la instalación de infraestructura hidráulica y la consolidación de una economía agroindustrial (Velázquez et al., 2002). Navojoa se conecta con el resto del país mediante la carretera federal 15, un eje fundamental

para el transporte de mercancías y personas, que articula la ciudad con Hermosillo al norte y con Los Mochis al sur (CONAPO, 2025). Esta conectividad ha sido determinante para su crecimiento urbano y para la expansión de actividades comerciales y de servicios.

Figura 1.

Área de estudio



Nota: Elaboración propia en QGIS 3.18.

En términos regionales, Navojoa forma parte del corredor económico del noroeste mexicano, junto con ciudades como Ciudad Obregón y Los Mochis, lo que le otorga un papel relevante en la dinámica socioeconómica de la región (Sánchez-Duarte, Bracamontes-Nevárez y Álvarez-Chávez, 2020). Su localización en el valle, rodeada de áreas agrícolas y ecosistemas semiáridos, genera una interacción compleja entre urbanización, producción agropecuaria y conservación ambiental. Esta relación se refleja en los retos actuales de ordenamiento territorial, donde la expansión urbana compite con la preservación de suelos productivos y la protección de remanentes de vegetación natural (López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis la figura 2 de uso del suelo en la ciudad de Navojoa para el año 2001 muestra una estructura territorial compleja, donde se distinguen claramente diferentes categorías de ocupación y cobertura. El núcleo urbano, representado en color rojo, se localiza en la parte central del mapa y constituye el espacio más consolidado, concentrando actividades residenciales, comerciales y de servicios. Este patrón compacto, con ligeras extensiones hacia el norte y el sur, refleja un crecimiento lineal vinculado a los principales ejes carreteros, lo que indica una expansión controlada, pero con tendencia a la dispersión periférica. La presencia de esta área urbana es fundamental para comprender la dinámica socioeconómica de la región, ya que actúa como centro articulador de la actividad agrícola y comercial del valle del Mayo (INEGI, 2001).

Al norte y sur del núcleo urbano se extienden amplias superficies destinadas a agricultura de riego, representadas en color verde claro. Estas áreas constituyen la principal actividad productiva y se benefician de la infraestructura hidráulica asociada al río Mayo, lo que permite el desarrollo de cultivos intensivos como trigo, maíz y hortalizas. La distribución espacial de estas zonas agrícolas evidencia la vocación agroindustrial de Navojoa y su dependencia de los recursos hídricos, así como la presión que estas actividades ejercen sobre los ecosistemas naturales circundantes. Este patrón confirma la importancia del sector agrícola en la economía local y su papel en la configuración del paisaje regional (Velázquez et al., 2002).

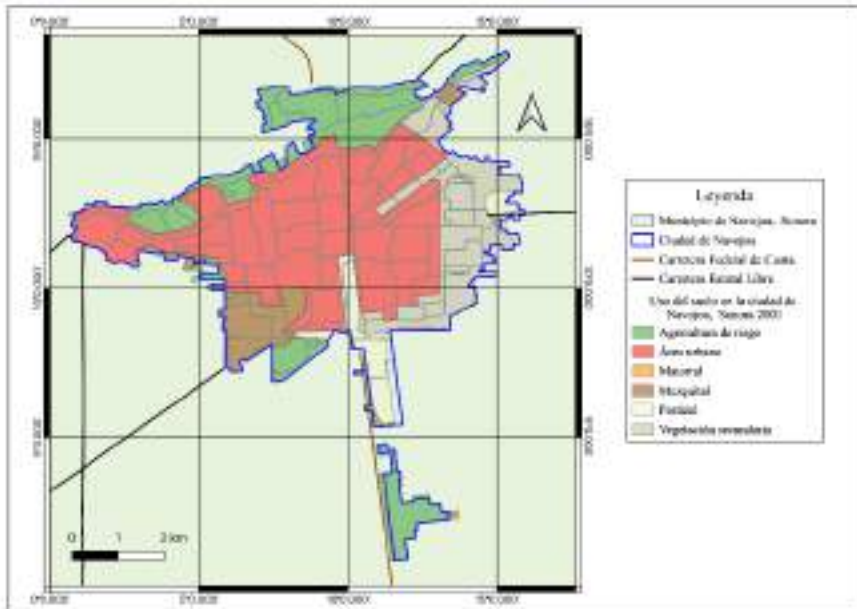
En la periferia occidental se identifican áreas de mezquital, representadas en color marrón, que corresponden a vegetación arbustiva adaptada a condiciones semiáridas. Estas zonas cumplen funciones ecológicas relevantes, como la conservación de suelos y la provisión de hábitat para fauna silvestre, aunque presentan signos de presión antrópica por actividades ganaderas y desmontes para ampliar la frontera agrícola. La presencia del mezquital en esta región indica la transición entre áreas agrícolas intensivas y ecosistemas naturales, lo que genera un mosaico heterogéneo que incrementa la fragmentación del paisaje (SEMARNAT, 2002).

Hacia el suroeste y sureste se distribuyen fragmentos de matorral, representados en color beige, que corresponden a ecosistemas xerófilos dominados por especies como gobernadora y cactáceas. Estas áreas son indicativas de ambientes más áridos y vulnerables frente a procesos de desertificación, asociados al cambio de uso del suelo y a la sobreexplotación

de recursos naturales. La persistencia del matorral en la periferia urbana y agrícola refleja la resistencia de estos ecosistemas frente a la expansión antrópica, aunque su superficie ha disminuido históricamente por la conversión hacia usos productivos (INEGI, 2001; López-Teloxa y Monterroso-Rivas, 2024).

Figura 2.

Uso del suelo en la ciudad de Navojoa, Sonora 2001



Nota: Elaboración propia en QGIS 3.18

En menor proporción, se observan parches de pastizal, localizados principalmente en áreas planas del sur y representados en color amarillo. Estos espacios son utilizados para ganadería extensiva, aunque su cobertura ha disminuido por la expansión agrícola y urbana. La presencia del pastizal en el paisaje de Navojoa indica la coexistencia de actividades productivas diversificadas, donde la ganadería complementa la agricultura, pero también genera presión sobre los ecosistemas naturales y contribuye a la degradación del suelo (Velázquez et al., 2002).

La vegetación secundaria, representada en color verde oscuro, aparece en pequeñas manchas dispersas, resultado de procesos de regeneración en terrenos previamente desmontados. Este patrón refleja dinámicas de recuperación ecológica, aunque limitada por la presión de actividades

humanas y la falta de políticas de restauración ambiental. La vegetación secundaria cumple un papel importante en la conectividad ecológica, pero su fragmentación reduce la capacidad de los ecosistemas para mantener funciones esenciales como la regulación hídrica y la biodiversidad (SEMARNAT, 2002).

Además de estas categorías principales, el mapa evidencia la existencia de zonas de transición entre agricultura y vegetación natural, donde se desarrollan prácticas mixtas que incrementan la fragmentación del paisaje. Estas áreas son críticas para la conectividad ecológica y requieren estrategias de manejo sustentable que permitan equilibrar la producción agrícola con la conservación de los recursos naturales. La presencia de estas zonas intermedias indica la complejidad del territorio y la necesidad de políticas integrales para su gestión (INEGI, 2001).

Finalmente, se identifican corredores lineales asociados a infraestructura vial, que conectan el núcleo urbano con localidades periféricas y áreas agrícolas. Estos corredores han impulsado la expansión urbana hacia el sur y el oriente, generando un patrón de crecimiento lineal que condiciona la distribución futura del uso del suelo. La influencia de la infraestructura en la configuración territorial de Navojoa es evidente, ya que actúa como factor determinante en la localización de nuevas áreas residenciales y productivas (CONAPO, 2025).

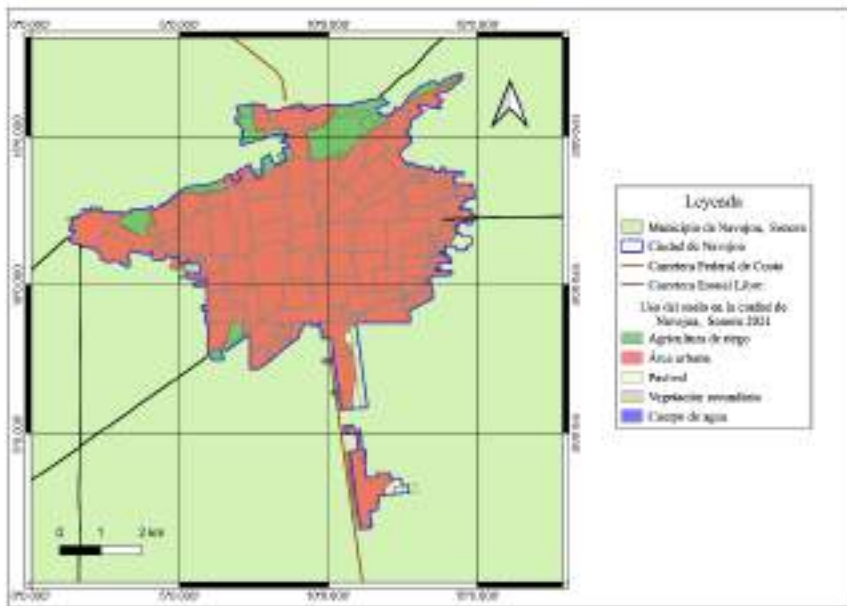
En conjunto, la configuración territorial de Navojoa en 2001 refleja una interacción compleja entre urbanización, agricultura intensiva y remanentes de vegetación natural, lo que plantea retos para la planificación y conservación del paisaje regional. Estos patrones evidencian la necesidad de estrategias que integren el desarrollo urbano con la protección de los ecosistemas, considerando la importancia de mantener la funcionalidad ecológica y la resiliencia del territorio frente a procesos de cambio global (Velázquez et al., 2002; SEMARNAT, 2002).

La figura 3 del año 2021 evidencia una expansión urbana muy marcada: el área urbana (en rojo) forma un continuo compacto que ocupa la mayor parte del polígono de la ciudad mostrado, con prolongaciones hacia el sur y el oriente, y bordes regulares que delatan procesos de consolidación y relleno sobre el tejido existente. Este patrón sugiere que entre 2001 y 2021 la ciudad atravesó una fase de crecimiento extensivo acompañada de densificación moderada en su perímetro inmediato, coherente con las trayectorias de urbanización observadas en numerosas ciudades mexicanas medianas (CONAPO, 2025). En términos funcionales, la morfología

resultante apunta a una mayor integración de barrios periféricos con la trama central y una presión sostenida sobre suelos anteriormente agrícolas o con vegetación secundaria, un fenómeno ampliamente documentado por las series cartográficas de uso del suelo del INEGI y por evaluaciones nacionales del cambio de cobertura (INEGI, 2001; López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024).

Figura 3.

Uso del suelo en la ciudad de Navojoa, Sonora 2021



Nota: Elaboración propia en QGIS 3.18.

La agricultura de riego (en verde claro) aparece en 2021 significativamente reducida y fragmentada en la periferia norte y nororiental del continuo urbano, lo que sugiere una conversión de parcelas irrigadas a usos urbanos, particularmente residenciales y de equipamiento. Este retroceso espacial se alinea con tendencias nacionales en las que la expansión de asentamientos trae consigo la pérdida de superficies agrícolas cercanas a los núcleos urbanos, fenómeno que la literatura de cambio de uso de suelo vincula con la accesibilidad, la valorización del suelo y la reconfiguración del mercado inmobiliario (Velázquez et al., 2002; López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024).

En el contexto regional, los valles con infraestructura hidráulica suelen sostener agricultura intensiva; sin embargo, la presión urbana conlleva una fragmentación del mosaico productivo y la aparición de bordes de conflicto entre actividades primarias y usos residenciales (INEGI, 2001; SEMARNAT, 2002). La persistencia de islotes agrícolas indica resiliencia de ciertos enclaves, aunque crecientemente encapsulados por el frente urbano, con posibles efectos sobre la eficiencia de riego, el acceso a caminos parcelarios y la compatibilidad de usos.

El mapa de 2021 registra parches de vegetación secundaria (en verde oscuro) de extensión menor y distribución discontinua, principalmente en intersticios periurbanos y algunos enclaves periféricos. Estas manchas suelen ser remanentes de coberturas naturales o áreas en regeneración tras desmontes o ceses de actividad agrícola, y funcionan como elementos de conectividad ecológica a pequeña escala. La literatura nacional destaca que, aunque la vegetación secundaria puede aportar servicios ecosistémicos como regulación hídrica local y hábitat su capacidad es limitada cuando se encuentra altamente fragmentada y sometida a presiones antrópicas (SEMARNAT, 2002; INEGI, 2001).

En términos urbanos, estos espacios tienden a ser vistos como reservas de suelo para futuros desarrollos, de modo que su permanencia suele ser transitoria si no existen instrumentos de planificación que protejan corredores verdes y establezcan criterios de compatibilidad (CONAPO, 2025; López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024). Su ubicación periférica sugiere también oportunidades para infraestructura verde que mitigue islas de calor y apoye drenaje urbano sostenible.

Respecto a los cuerpos de agua (en azul), el mapa indica una presencia muy limitada y puntiforme en 2021, propia de un entorno donde el régimen hídrico está dominado por infraestructura de riego y cauces regulados. En el contexto nacional, los sistemas de riego han sido fundamentales para sostener agricultura intensiva en zonas semiáridas; sin embargo, la urbanización contigua puede generar presiones adicionales sobre la calidad del agua, la gestión de escurrimientos y la seguridad hidráulica (SEMARNAT, 2002; INEGI, 2001).

La reducción de superficies agrícolas y el avance urbano suelen modificar patrones de impermeabilización y escorrentía locales, con riesgos de inundación en sectores donde el drenaje no se adapta al nuevo grado de cobertura (CONAPO, 2025; Velázquez et al., 2002). En este sentido, los cuerpos de agua remanentes y canales asociados al riego representan

infraestructura crítica cuya compatibilidad con la expansión urbana requiere criterios técnicos de amortiguamiento, control de vertidos y conservación de bordes vegetados.

Aunque el mapa 2021 no representa explícitamente matorral ni mezquital como categorías diferenciadas, la desaparición cartográfica de estas coberturas en el ámbito mostrado es, en sí misma, un resultado relevante. La literatura sobre cambio de uso del suelo señala que los paisajes semiáridos del noroeste del país, dominados por matorral xerófilo y mezquital, han sido históricamente sustituidos por agricultura de riego y, posteriormente, por usos urbanos, en una secuencia de transición que incrementa la homogeneización del territorio y reduce la diversidad estructural del paisaje (SEMARNAT, 2002; Velázquez et al., 2002). Este proceso, observado a escala nacional y medido por las series del INEGI, conlleva impactos acumulativos sobre ciclos biogeoquímicos, biodiversidad y resiliencia frente a eventos extremos (INEGI, 2001; López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024). En términos locales, la consolidación de la mancha urbana de Navojoa en 2021 sugiere que gran parte de ese gradiente natural-agrícola se ha desplazado hacia afuera del perímetro urbano, dejando relictos mínimos en la ventana cartográfica analizada.

En conjunto, el patrón 2021 muestra una ciudad predominantemente urbana, con islotes agrícolas y vegetación secundaria confinados a bordes perimetrales y cuerpos de agua escasos, lo que perfila un territorio con alta presión antrópica y retos para la gestión integrada del suelo. La evolución es consistente con los diagnósticos recientes de expansión de ciudades mexicanas, donde el consumo de suelo urbano avanza sobre suelos productivos y ecosistemas remanentes (CONAPO, 2025), y con los análisis de intensidad de cambio que registran transiciones aceleradas entre categorías (López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024). Para la planificación, estos resultados subrayan la urgencia de instrumentos municipales y regionales que ordenen el crecimiento, preserven corredores ecológicos, protejan infraestructura hidráulica y fomenten un equilibrio entre desarrollo urbano y la funcionalidad ecosistémica (INEGI, 2001; SEMARNAT, 2002).

La figura 4 para los años 2001-2021 muestra una transición dominante hacia el uso urbano, con un frente de expansión que convirtió extensas superficies previamente agrícolas o con vegetación secundaria en área urbana continua. La mancha roja del mapa evidencia un proceso de consolidación y relleno sobre el tejido construido, acompañado de prolongaciones lineales hacia el sur y el oriente, coherentes con la estructura vial principal y la accesibilidad a equipamientos.

En la periferia, los polígonos que pasan de agricultura de riego a área urbana revelan la secuencia típica de conversión que las series cartográficas nacionales han documentado para ciudades medianas: primero la intensificación agrícola sustentada en riego; después, la urbanización por presión demográfica y valorización del suelo (INEGI, 2001; Velázquez et al., 2002). Esta tendencia se alinea con diagnósticos recientes de expansión de ciudades en México, donde el crecimiento urbano consume suelo productivo y simplifica el mosaico ecológico (CONAPO, 2025; López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024). En conjunto, el patrón observado sugiere una metropolización local en torno a Navojoa, con impactos en movilidad, drenaje y servicios públicos que requieren gestión integrada del territorio.

La segunda trayectoria relevante es la fragmentación y retroceso de la agricultura de riego, visible en las transiciones que van de agricultura de riego a vegetación secundaria, agricultura de riego a pastizal, o directamente a área urbana. Estas conversiones expresan, por un lado, abandono o reconversión de parcelas ante la presión inmobiliaria y, por otro, cambios en la eficiencia del riego y en la competitividad de cultivos intensivos. La literatura nacional sobre cambio de cobertura vincula estos procesos con variaciones en acceso a agua, costos de producción y cercanía a mercados urbanos, elementos que reconfiguran el balance entre actividades primarias y usos urbanos en regiones semiáridas (SEMARNAT, 2002; INEGI, 2001).

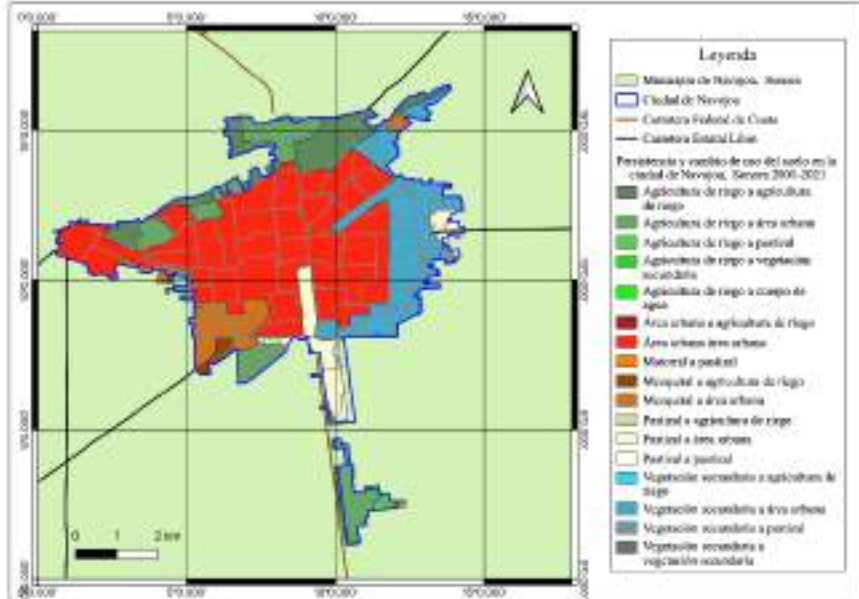
Al mismo tiempo, estudios de intensidad de cambio señalan que la transición agricultura a urbano es una de las más rápidas y permanentes, y que, una vez iniciada, rara vez se revierte, lo cual acentúa la irreversibilidad del consumo de suelo agrícola (López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024; Velázquez et al., 2002). En el mapa, los islotes verdes que persisten quedan encapsulados por el crecimiento urbano, con efectos sobre accesos parcelarios, compatibilidad de usos y conflictos difusos por ruido, polvo y escurrimientos.

Un tercer conjunto de cambios involucra la vegetación secundaria y el pastizal, que aparecen como coberturas intermedias en la trayectoria de transformación del paisaje. Los polígonos que transitan de vegetación secundaria a área urbana y de pastizal a área urbana describen bordes de expansión donde la ciudad avanza sobre espacios que ya habían perdido su vegetación primaria o fueron inducidos por manejo ganadero extensivo. Estos cambios tienden a reducir la conectividad ecológica, aumentar la impermeabilización y modificar los patrones de escorrentía locales,

incrementando la vulnerabilidad a inundaciones en zonas con drenaje insuficiente (SEMARNAT, 2002; CONAPO, 2025).

Figura 4.

Persistencia y cambio del suelo en la ciudad de Navojoa, Sonora 2001-2021



Nota: Elaboración propia en QGIS 3.18.

Asimismo, la desaparición de remanentes de matorral xerófilo/mezquital cuando existían en 2001 y su sustitución por vegetación secundaria o usos urbanos refleja la homogeneización del territorio y la pérdida de diversidad estructural del paisaje, con impactos acumulativos sobre ciclos biogeoquímicos y servicios ecosistémicos (INEGI, 2001; Velázquez et al., 2002). En términos de gestión, estos resultados subrayan la necesidad de corredores verdes y de estrategias de infraestructura verde para mitigar islas de calor y sostener funciones ecológicas básicas en la matriz urbana.

El cuarto grupo de cambios se relaciona con los cuerpos de agua y la infraestructura hidráulica asociada al riego. Aunque su representación espacial en el mapa es acotada, las transiciones que implican bordes de cuerpo de agua a área urbana o agricultura de riego a área urbana en su proximidad son críticas, pues la urbanización contigua puede comprometer calidad del agua, seguridad hidráulica y operación de canales y drenes. La evidencia nacional indica que la expansión urbana modifica la relación entre impermeabilización y escurrimiento, demandando rediseños del drenaje

pluvial y medidas de amortiguamiento (SEMARNAT, 2002; CONAPO, 2025).

En regiones de agricultura intensiva, la compatibilidad entre la traza urbana y la red de riego requiere criterios técnicos y zonas de protección para evitar colmatación, vertidos y ocupaciones irregulares de derechos de vía (INEGI, 2001; Velázquez et al., 2002). Por ello, los polígonos de cambio cercanos a canales deben ser prioritarios en la planificación, integrando soluciones basadas en la naturaleza y regulación de densidades.

Finalmente, el conjunto de transiciones múltiples perfila una secuencia temporal que confirma la hipótesis de gradientes de transformación: primero se desmonta y se induce un uso productivo; después, se urbaniza y se consolida la matriz construida. Esta secuencia, ampliamente descrita para México, acelera la pérdida de capital natural y dificulta la restauración posterior, dado que el cambio a uso urbano conlleva infraestructura rígida y marcos jurídicos que hacen poco probable el retorno a coberturas naturales (SEMARNAT, 2002; López Teloxa y Monterroso Rivas, 2024).

En Navojoa, el resultado agregado del periodo 2001-2021 con base a la tabla 2 y tabla 3, es un territorio más urbano, menos agrícola y con remanentes ecológicos fragmentados, lo que exige instrumentos de ordenamiento territorial y gestión del suelo que equilibren desarrollo y conservación, y que reconozcan explícitamente los costos ambientales de las transiciones observadas (CONAPO, 2025; INEGI, 2001). En esencia, el mapa no solo muestra dónde cambió el suelo, sino cómo se reorganizó el paisaje y qué compromisos demanda de la política pública.

Tabla 2.

Matriz de tabulación cruzada para la ciudad de Navojoa, Sonora

	Agricultura de riego	Zona urbana	Matorral	Mezquital	Pastizal	Vegetación secundaria	Cuerpo de agua
	1	2	3	4	5	6	7
Agricultura de riego	10	11	12	13	14	15	16
Zona urbana	20	21	22	23	24	25	26
Matorral	30	31	32	33	34	35	36

Mezquital	40	41	42	43	44	45	46	47
Pastizal	50	51	52	53	54	55	56	57
Vegetación secundaria	60	61	62	63	64	65	66	67
Cuerpo de agua	70	71	72	73	74	75	76	77

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3.

Matriz de tabulación cruzada para el cambio de uso de suelo en la ciudad de Navojoa, Sonora del año 2001 al 2021 en hectáreas

	Agricultura de riego	Zona urbana	Matorral	Mezquital	Pastizal	Vegetación secundaria	Cuerpo de agua	Total 2001	Pérdidas
	1	2	3	4	5	6	7		
Agricultura de riego	10 388.62	481.72	0	0	22.32	4.96	1.12	898.77	510.14
Zona urbana	20 0.47	1978.56	0	0	0	0	0	1979.03	0.47
Matorral	30 0	0	0	0	3.29	0	0	3.29	3.29
Mezquital	40 32.03	249.49	0	0	0	0	0	281.52	281.52
Pastizal	50 0.12	223.69	0	0	19.74	0	0	243.56	223.81
Vegetación secundaria	60 0.30	684.34	0	0	13.99	2.64	0	701.28	698.64
Cuerpo de agua	70 0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Total 2021	421.56	3617.81	0.00	0.000	59.36	7.61	1.12	4107.47	
Ganancias	32.93	1639.25	0.00	0.000	39.61	4.96	1.12		

Nota: Elaboración propia con base en CONABIO 2001 y 2021.

Entre 2001 y 2021 con base a la tabla 4, la zona urbana de Navojoa se expandió con claridad, pasando de 1,979.035 ha a 3,617.819 ha, con una tasa anual promedio de 3.06%, lo que indica un proceso sostenido de urbanización en dos décadas. Paralelamente, la agricultura de riego se contrajo de 898.775 ha a 421.564 ha, evidenciando una disminución

persistente de superficies agrícolas intensivas. La cobertura de matorral (3.296 ha en 2001) y mezquital (281.523 ha en 2001) desapareció por completo en 2021 (-100% en ambos casos), un cambio categórico que sugiere sustitución de vegetación nativa por usos antrópicos. Se observa también una fuerte reducción del pastizal (de 243.562 a 59.362 ha, -6.82% anual) y de la vegetación secundaria (de 701.287 a 7.610 ha, -20.24% anual), categorías que suelen comportarse como zonas de transición especialmente vulnerables a la expansión urbana. Finalmente, emergen cuerpos de agua (de 0 a 1.124 ha), lo que podría asociarse a nuevas infraestructuras hidráulicas o permanencia de láminas de agua en áreas artificiales.

Tabla 4.

Tasa de cambio de los usos del suelo en la ciudad de Navojoa, Sonora

Categorías	Superficie en ha. 2001	Superficie en ha. 2021	Tasa cambio anual promedio
Agricultura de riego	898.775	421.564	-3.714558385
Zona urbana	1979.035	3617.819	3.06226151
Matorral	3.296	0	-100
Mezquital	281.523	0	-100
Pastizal	243.562	59.362	-6.815227418
Vegetación secundaria	701.287	7.610	-20.24196542
Cuerpo de agua	0.000	1.124	0

Nota: Elaboración propia con base en CONABIO 2001 y 2021.

En términos de dinámica territorial, el patrón observado es consistente con una reconfiguración estructural del paisaje: la expansión urbana parece haberse realizado a costa de mosaicos de vegetación secundaria y pastizales, mientras la desaparición del matorral y el mezquital apunta a pérdida de coberturas xerófitas y su fragmentación hacia usos urbanos o agrícolas más intensivos. Estos resultados sustentan implicaciones de política pública: necesidad de planeación urbana compacta, delimitación de amortiguamientos ecológicos, y gestión hídrica que anticipe los efectos de nuevas superficies acuáticas sobre el balance territorial.

La tabla 5 de valores de transición muestra una expansión urbana contundente en Navojoa: la categoría zona urbana registra ganancias de 1,639.25 ha, pérdidas de 0.47 ha, intercambio de 0.95 ha y un cambio total de 1,639.73 ha (con diferencia entre 2001 y 2021 de +1,638.78 ha). En contraste, la agricultura de riego evidencia una contracción neta: pérdidas de 510.14 ha, ganancias de 32.93 ha, intercambio de 65.87 ha, y cambio total de 543.08 ha (diferencia-77.21 ha).

Tabla 5.

Valores de transición entre categorías en hectáreas en la ciudad de Navojoa, Sonora.

Categorías	Superficie 2001	Superficie 2021	Diferencia 2001-2021	Ganancias	Pérdidas	Intercambio	Cambio neto	Cambio total
Agricultura de riego	898.77	421.56	-477.21	32.93	510.14	65.87	477.21	543.08
Zona urbana	1979.03	3617.81	1638.78	1639.25	0.47	0.95	1638.78	1639.73
Matorral	3.29	0	-3.29	0	3.29	0	3.29	3.29
Mezquital	281.52	0	-281.52	0	281.52	0	281.52	281.52
Pastizal	243.56	59.36	-184.20	39.61	223.81	79.23	184.20	263.43
Vegetación secundaria	701.28	7.61	-693.67	4.96	698.64	9.93	693.67	703.61
Cuerpo de agua	0.00	1.12	1.12	1.12	0.00	0.00	-1.12	1.12

Nota: Elaboración propia con base en CONABIO 2001 y 2021.

Las coberturas vegetación secundaria y pastizal también disminuyen con fuerza; la primera acumula pérdidas de 698.64 ha y la segunda pérdida de 223.81 ha. Las categorías matorral y mezquital muestran pérdida completa, mientras que la categoría cuerpo de agua emerge con ganancias de 1.12 ha y pérdidas nulas. Desde una lectura de geografía regional, el patrón refleja un proceso de urbanización principalmente unidireccional, acompañado por una desestructuración del mosaico agro-pastoril y de coberturas secundarias, donde el intercambio es mayor, señal de transiciones bidireccionales antes de estabilizarse como pérdida neta.

Con base a la tabla 6 de transiciones sistémicas revela que la zona urbana no solo creció en superficie, sino que lo hizo con una marcada preferencia por ciertas categorías. Las ganancias observadas (Go) más altas provienen de vegetación secundaria y pastizal, seguidas por mezquital y agricultura de riego. Al comparar con las ganancias esperadas (Ge) bajo un modelo aleatorio, se aprecia que la urbanización absorbió más superficie de

vegetación secundaria y pastizal de lo previsto, mientras que la agricultura de riego aportó menos de lo esperado. El indicador (Go-Ge)/Ge, que mide la intensidad relativa de la transición, confirma esta tendencia: vegetación secundaria (0.267) y pastizal (0.193) son las más favorecidas por la expansión urbana, seguidas por mezquital (0.151), mientras que la agricultura presenta un valor negativo (-0.304), señal de menor conversión urbana respecto a lo esperado.

Tabla 6.

Transiciones sistémicas para la zona urbana

Categoría	Ganancia observada	Ganancia esperada	Diferencia Go-ge	Tasas (go-ge)/ge
Agricultura de riego	481.72	692.20	-210.478	-0.30
Matorral	0	2.53	-2.538	-1
Mezquital	249.49	216.82	32.670	0.15
Pastizal	223.69	187.58	36.111	0.19
Vegetación secundaria	684.34	540.11	144.236	0.26
Cuerpo de agua	0	0	0.000	0

Nota: Elaboración propia con base en CONABIO 2001 y 2021.

Estos resultados sugieren que la urbanización en Navojoa se orientó hacia áreas de vegetación secundaria y pastizales, que funcionan como espacios de transición y son más vulnerables a la presión urbana, en lugar de ocupar proporcionalmente las áreas agrícolas. Esto implica un patrón de crecimiento que prioriza zonas con menor resistencia productiva y ecológica, lo que puede acelerar procesos de fragmentación del paisaje y pérdida de conectividad biológica. La diferencia negativa en agricultura indica que, aunque hubo conversión, esta fue menor a la esperada, posiblemente por la persistencia de actividades agrícolas en áreas estratégicas. Estos hallazgos son clave para diseñar políticas de ordenamiento territorial que consideren la protección de coberturas secundarias y la gestión de corredores ecológicos.

CONCLUSIONES

El análisis multitemporal realizado sobre la expansión urbana en Navojoa entre 2001 y 2021 confirma un proceso acelerado y sostenido de urbanización que ha transformado de manera profunda la estructura territorial de la ciudad. La superficie urbana prácticamente se duplicó en dos décadas, pasando de 1,979 ha a más de 3,600 ha, lo que refleja una dinámica de crecimiento extensivo y consolidación que responde a presiones demográficas, económicas y de infraestructura. Este patrón no solo implica un cambio cuantitativo en la ocupación del suelo, sino también una reorganización funcional del paisaje, donde la matriz natural y agroproductiva ha cedido espacio a la mancha urbana.

Los resultados evidencian una pérdida significativa de coberturas vegetales y agrícolas, con tasas de cambio negativas que alcanzan valores críticos en categorías como vegetación secundaria y pastizal, además de la desaparición total del matorral y el mezquital. Estas transiciones no son aleatorias: la urbanización se orientó preferentemente hacia áreas de vegetación secundaria y pastizales, que funcionan como zonas de amortiguamiento y presentan menor resistencia productiva, lo que acelera la fragmentación del paisaje y la pérdida de conectividad ecológica. Este hallazgo es consistente con la hipótesis planteada y subraya la vulnerabilidad de los ecosistemas intermedios frente a la presión urbana.

La contracción de la agricultura de riego, aunque menos intensa que la de las coberturas naturales, también es relevante: la reducción de más del 50% de su superficie indica una tendencia hacia la sustitución de usos productivos por usos residenciales y de equipamiento. Este fenómeno plantea implicaciones económicas y sociales, dado que la agricultura irrigada constituye un pilar en la economía regional y su retroceso puede afectar la seguridad alimentaria y la competitividad agroindustrial. Además, la coexistencia de islotes agrícolas encapsulados por la trama urbana genera conflictos difusos en términos de accesibilidad, compatibilidad de usos y gestión de recursos hídricos.

Desde una perspectiva ecológica, la desaparición de coberturas xerófitas como el matorral y el mezquital representa una pérdida irreversible de capital natural, con impactos acumulativos sobre los ciclos biogeoquímicos, la biodiversidad y la resiliencia frente a eventos extremos. La homogeneización del territorio y la impermeabilización creciente incrementan riesgos asociados a la escorrentía, la calidad del agua y la formación de islas de calor, lo que demanda soluciones basadas en la

naturaleza y estrategias de infraestructura verde para mitigar efectos adversos en la matriz urbana.

En términos de política pública, los hallazgos de este estudio subrayan la urgencia de instrumentos de ordenamiento territorial que integren criterios de sustentabilidad en la planificación urbana. La expansión observada no solo compromete la funcionalidad ecológica del territorio, sino que también tensiona la infraestructura hidráulica y los servicios urbanos, lo que exige enfoques de gestión integrada que consideren la protección de corredores verdes, la regulación de densidades y la compatibilidad entre la traza urbana y la red de riego. La evidencia empírica aquí presentada constituye un insumo clave para la formulación de políticas que equilibren desarrollo y conservación.

Finalmente, este trabajo aporta una lectura crítica sobre la relación entre crecimiento urbano y degradación ecológica en ciudades medianas del noroeste de México, mostrando que la urbanización descontrolada no es solo un fenómeno espacial, sino un proceso sistémico que redefine las interacciones entre sociedad y naturaleza. La experiencia de Navojoa ilustra la necesidad de transitar hacia modelos de desarrollo urbano compacto, resiliente y ambientalmente responsable, en consonancia con los objetivos de la Agenda 2030. Solo así será posible garantizar la habitabilidad futura y la integridad ecológica de territorios que hoy enfrentan presiones sin precedentes.

LITERATURA CITADA

- Angel, S., Arcia, D., Sordi, J., De Souza Campos Paiva, J., Serra, O., Vera, F., De Christo, P. H., Furtado, M., Herrera Montes, S., Hobbs, J., Lee, H., Maleronka, C., Martinez, P., Olivares, D., Park, H. J., Romero Lopez, T., y Santamaria, M. (2025). *Accommodating urban growth in Latin American and Caribbean cities*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0013550>
- Areu-Rangel, O. S., Hernández-Hernández, M. Á., y Bonasia, R. (2024). Land-use-change-driven erosion and sediment transport in the Yaqui River sub-basin (Mexico): Insights from satellite imagery and hydraulic simulations. *Land*, 13(11), 1846. <https://doi.org/10.3390/land13111846>
- Ayuntamiento de Navojoa. (2024). *Síntesis ejecutiva. Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Navojoa, Sonora*. Gobierno Municipal de Navojoa. chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.navoj

oa.gob.mx/2024/IMPLAN/PMDU/VERSI%C3%93N%20ABREV
IADA%20(S%C3%ADntesis%20Ejecutiva_PMDU%20Navojoa).
pdf

- Brown, C. F., Brumby, S. P., Guzder-Williams, B., Birch, T., Hyde, S. B., Mazzariello, J., Czerwinski, W., Pasquarella, V. J., Haertel, R., Ilyushchenko, S., Schwehr, K., Weisse, M., Stolle, F., Hanson, C., Guinan, O., Moore, R., y Tait, A. M. (2022). Dynamic World, near real-time global 10 m land use land cover mapping. *Scientific Data*, 9, 251. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01307-4>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2021). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional). Catálogo de metadatos geográficos*. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250ks2gw
- Comisión Nacional de Población [CONAPO]. (2025). *Expansión de las ciudades de México: Análisis de uso de suelo y vegetación, 1985, 2002 y 2018*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/expansion-de-las-ciudades-de-mexico-analisis-de-uso-de-suelo-y-vegetacion-1985-2002-y-2018>
- Hou, H., Zhou, B.-B., Pei, F., Hu, G., Su, Z., Zeng, Y., Zhang, H., Gao, Y., Luo, M., y Li, X. (2022). Future land use/land cover change has nontrivial and potentially dominant impact on global gross primary productivity. *Earth's Future*, 10, e2021EF002628. <https://doi.org/10.1029/2021EF002628>
- Hou, Y., Kuang, W., y Dou, Y. (2023). Observing the compact trend of urban expansion patterns in global megacities during 2000–2020. *Journal of Geographical Sciences*, 33, 2359–2376. <https://doi.org/10.1007/s11442-023-2180-0>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2001). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, Serie II*. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250s7gw
- Krause, A., Papastefanou, P., Gregor, K., Layritz, L. S., Zang, C. S., Buras, A., Li, X., Xiao, J., y Rammig, A. (2022). Quantifying the impacts of land cover change on gross primary productivity globally. *Scientific Reports*, 12, 19130. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23120-0>
- López, V. y Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000, Investigaciones Geográficas,

- Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, (68): 85-101. <https://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/18000/17141>
- López Teloxa, L., y Monterroso Rivas, A. (2024). Intensidad en los cambios de uso de suelo en México (2001-2018). *Investigaciones Geográficas*, (115), 1–20. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112024000300107
- Pandey, B., y Ghosh, A. (2023). Urban ecosystem services and climate change: A dynamic interplay. *Frontiers in Sustainable Cities*, 5, 1281430. <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1281430>
- Pontius, R. G., Shusas, E., y McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 101(2–3), 251–268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>
- Potapov, P., Hansen, M. C., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., Zalles, V., Li, X., Khan, A., Stolle, F., Harris, N., Song, X.-P., Baggett, A., y Kommareddy, I. (2022). The global 2000–2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: First results. *Frontiers in Remote Sensing*, 3, 856903. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.856903>
- Sánchez-Duarte, N. E., Bracamontes-Nevárez, J., y Álvarez-Chávez, C. R. (2020). *El desarrollo socioeconómico y sustentabilidad ambiental en municipios urbanos de la Región Noroeste, México*. Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional, 30(55), e20868. <https://doi.org/10.24836/es.v30i55.868>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2002). *Informe del medio ambiente: La vegetación natural y el uso del suelo en México*. Gobierno de México. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap2.html>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2002). *La vegetación natural y el uso del suelo en México*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen/02_vegetacion/cap2.html
- Tesfaye, W., Elias, E., Warkineh, B., Tekalign, M., y Abebe, G. (2024). Modeling of land use and land cover changes using Google Earth Engine and machine learning approach: Implications for landscape management. *Environmental Systems Research*, 13, 31. <https://doi.org/10.1186/s40068-024-00366-3>

- United Nations, Statistics Division. (2024). *The Sustainable Development Goals-Extended Report 2024: Goal 15 (Life on land)*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/extended-report/Extended-Report-Goal-15.pdf>
- UN-Habitat. (2024). *Urban regeneration for localizing the Sustainable Development Goals*. United Nations Human Settlements Programme. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/05/ur_-_paper_22052024.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/05/ur_-_paper_22052024.pdf)
- Velázquez, A., Mas, J., Díaz Gallegos, J., Mayorga Saucedo, R., Alcántara, P., Castro, R., Fernández, T., Bocco, G., Ezcurra, E., y Palacio, J. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, (62), 21-37. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/539/53906202.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/539/53906202.pdf)
- Zhang, X., Zhao, T., Xu, H., Liu, W., Wang, J., Chen, X., y Liu, L. (2024). GLC_FCS30D: The first global 30 m land-cover dynamics monitoring product (1985–2022) generated using dense-time-series Landsat imagery and the continuous change-detection method. *Earth System Science Data*, 16, 1353–1381. <https://doi.org/10.5194/essd-16-1353-2024>

SINTESIS CURRICULAR

Francisco Humberto Valdez-Sandoval

Licenciado en Relaciones Comerciales Internacionales por la Unidad Académica de Negocios de la Universidad Autónoma de Sinaloa, especialista en Planificación y gestión estratégica territorial por el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES/CEPAL), Maestro en Ciencias Sociales con Énfasis en Estudios Regionales por la Facultad de Ciencias Sociales de la UAS y Doctor en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México, certificado en Entrepreneurship and Small Business, docente en la Universidad Autónoma de Sinaloa y profesor invitado en la Universidad Tecnológica de Escuinapa y el Instituto Tecnológico de Sonora, y especializado en temas relacionados con el desarrollo regional y la geografía económica. Correo electrónico: valdez.sandoval@uas.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1570-525X>

Aniela Guadalupe Valdez-Sandoval

Licenciada en Relaciones comerciales Internacionales por la Unidad Académica de Negocios de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Maestra en Ingeniería en Logística y Calidad por el Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Navojoa, Doctorante en Economía y Negocios Internacionales por la Universidad Autónoma Indígena de México. Profesora en el Instituto Tecnológico de Sonora campus Navojoa. Responsable del área de análisis de datos, proyectos de inversión y logística. Se ha especializado en temas relacionados con economía, logística y comercio exterior, y se ha desempeñado como instructora invitada en el Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: aniela.valdez209037@potros.itson.edu.mx ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8375-3843>

Allán Chacara-Montes

Ingeniero Industrial y de Sistemas por el Instituto Tecnológico de Sonora, campus Navojoa. Maestro en Ingeniería en Logística y Calidad por el Instituto Tecnológico de Sonora, campus Navojoa, y Maestro en Educación Campo Formación Docente por la Universidad Pedagógica Nacional, campus Hermosillo, Sonora. Doctor en Proyectos, con línea de investigación en Gestión Organizacional, por el Centro Panamericano de Estudios Superiores, en Morelia, Michoacán. Cuenta con certificación en Lean Manufacturing para la mejora continua de procesos por CONOCER, así como con certificación como Black Belt. Actualmente se desempeña como responsable del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de Sistemas y responsable del Posgrado en Ingeniería en Logística y Calidad. Es colaborador del Cuerpo Académico “Desarrollo Competitivo de las Organizaciones”, con grado en consolidación, y cuenta con el reconocimiento como Candidato al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI). Correo electrónico: allan.chacara@potros.itson.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0567-0017>

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

Unequal access to water in tourist destinations: socio-environmental tensions and the human right to water in Cabo San Lucas

Lizzeth Aguirre-Osuna¹

Resumen

El acceso al agua potable y saneamiento constituye un derecho humano reconocido constitucionalmente y en tratados internacionales. Sin embargo, persiste una brecha significativa entre su reconocimiento y su ejercicio efectivo. El objetivo de esta investigación es analizar su acceso en Cabo San Lucas, Baja California Sur, a partir de la experiencia cotidiana de la población y del análisis documental del régimen de concesiones, con el fin de identificar los principales obstáculos estructurales y de gestión que limitan su garantía.

El estudio visibiliza las tensiones socioambientales que surgen en contextos turísticos de alta presión hídrica, donde el crecimiento urbano y el aprovechamiento económico del recurso pueden entrar en conflicto con las necesidades de la población. Metodológicamente, se empleó un enfoque mixto que combinó la aplicación de encuestas a 317 residentes, con la revisión documental de 847 concesiones

de aguas nacionales inscritas en el Registro Público de Derechos de Agua.

Los resultados evidencian acceso desigual al agua, caracterizado por intermitencia del servicio, dependencia de la compra de agua en pipas y uso de estrategias domésticas de almacenamiento y reutilización, mientras que el análisis documental revela concentración del recurso en ejidos, particulares y sociedades mercantiles vinculadas al sector turístico e inmobiliario.

Se concluye que, pese al avance de la Ley de Aguas Nacionales y la Ley General de Aguas, la garantía efectiva del derecho humano al agua requiere fortalecer la gobernanza hídrica con un enfoque de derechos humanos, priorizar el consumo humano y doméstico, y consolidar mecanismos de exigibilidad y rendición de cuentas.

Palabras clave: Derecho humano al agua, destinos turísticos, justicia hídrica, gobernanza del agua, Cabo San Lucas

¹ Universidad Autónoma de Baja California Sur

Recibido: 10 de diciembre de 2025

Aceptado: 14 de febrero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(1): 321-345

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.14.la

Abstract

Access to drinking water and sanitation is a human right recognized in constitutions and international treaties. However, there remains a significant gap between its recognition and its effective exercise. The objective of this research is to analyze access to water in Cabo San Lucas, Baja California Sur, based on the daily experience of the population and a documentary analysis of the concession regime, in order to identify the main structural and management obstacles that limit its guarantee.

The study highlights the socio-environmental tensions that arise in tourist contexts with high water pressure, where urban growth and economic exploitation of the resource can conflict with the needs of the population. Methodologically, a mixed approach was

used, combining surveys of 317 residents with a documentary review of 847 national water concessions registered in the Public Registry of Water Rights.

The results show unequal access to water, characterized by intermittent service, dependence on the purchase of water in tanker trucks, and the use of domestic storage and reuse strategies, while the document analysis reveals a concentration of the resource in ejidos, private individuals, and commercial companies linked to the tourism and real estate sectors.

It is concluded that, despite the progress of the National Water Law and the General Water Law, the effective guarantee of the right to water.

Keywords: Human right to water, tourist destinations, water justice, water governance, Cabo San Lucas

INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable y saneamiento fue considerado como un derecho humano fundamental por la Asamblea General de las Naciones Unidas desde el año 2010, al establecer que son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. Ello implica que los Estados tienen la obligación de garantizar su disponibilidad, calidad, accesibilidad física y económica, así como su aceptabilidad cultural. En México se consagra en el artículo 4° constitucional, lo que supone la obligación de garantizar el acceso equitativo y sustentable a este recurso vital y su protección, promoción y respeto (Palacios, 2020).

El derecho humano al agua potable y al saneamiento se ha definido como la potestad de todo individuo a alcanzar un servicio de saneamiento apropiado y seguro que resguarde la salud pública y el medio ambiente, garantizando un adecuado acceso al agua no solo para consumo humano, sino para actividades esenciales para el desarrollo (Rubio, 2024).

El agua es un recurso indispensable no solo para la vida, sino también para la salud y la dignidad humana. En el pasado, fue considerado como un

servicio público, sin que fuera declarado como derecho humano, con el tiempo se inició el camino hacia su reconocimiento (Becerra & Salas, 2016).

La comunidad internacional empezó a percibir que, sin agua potable suficiente y condiciones satisfactorias de saneamiento, no es posible garantizar plenamente el goce de otros derechos humanos como salud, alimentación, vida digna y desarrollo (Cervantes & Pérez, 2024).

Fue en el año 2002, cuando la Organización de las Naciones Unidas, reconoció este derecho en la Observación General No. 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, en sus artículos 11 y 12, al determinar que es un recurso natural limitado y un bien público fundamental para la vida y la salud, indispensable para vivir dignamente y condición previa para la realización de otros derechos humanos (Naciones Unidas, 2002, Observación General No. 15).

La Observación General No. 15 identifica como elementos esenciales de este derecho humano los siguientes aspectos: disponibilidad (abastecimiento continuo y suficiente para uso personal y doméstico), calidad (salubre y sin microorganismos o sustancias químicas o radiactivas que puedan constituir una amenaza para la salud), accesibilidad (accesible para todos, sin discriminación). La accesibilidad debe ser física, económica, sin discriminación y acceso a la información (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, 2011).

La Resolución 64/292 del 28 de julio de 2010, de las Naciones Unidas, establece el saneamiento como un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los otros derechos, lo que implica instalaciones limpias, seguras, privadas y culturalmente aceptables (Naciones Unidas, 2010). La reforma del artículo 4º constitucional en México, en el año 2012, incorporó el derecho de toda persona al acceso, disposición y saneamiento de agua para uso personal y doméstico, de forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. Agregando la obligación del Estado de garantizar este derecho humano (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 4, 1917/2025).

Nuestro país ha ratificado tratados internacionales, que le imponen obligaciones de reconocimiento de este derecho, como el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, la Convención sobre los Derechos del Niño, la Convención sobre la Eliminación de todas formas de Discriminación contra la Mujer en todas sus formas.

La Ley de Aguas Nacionales (1992/2025), aún vigente, con un enfoque administrativo, de concesiones y aprovechamiento económico del recurso, más que un enfoque de derechos humanos, creó tensiones y vacíos normativos, pues no contempla expresamente los principios que exigen los tratados internacionales y el texto constitucional. En 2023 y 2025, el artículo 4, de la Ley de Aguas Nacionales, fue reformado, para establecer que la autoridad y administración en materia de aguas nacionales corresponde al Ejecutivo Federal y que cualquier autorización, permiso, concesión, asignación o prórroga que se otorgue conforme a la presente ley debe priorizar el consumo humano y doméstico del agua, y en caso de que exista riesgo de disponibilidad de agua para consumo humano y doméstico, se disminuirá o cancelará el volumen de agua concesionada (Ley de Aguas Nacionales, 1992/2025).

Lo anterior si bien representa un avance normativo relevante al establecer de manera expresa la prioridad del consumo humano y doméstico sobre cualquier otro uso del recurso, ello no ha significado, en la práctica, la consolidación efectiva del derecho humano al agua en contextos como Cabo San Lucas.

La reciente expedición de la Ley General de Aguas (2025), reglamenta el derecho humano al acceso, disposición y saneamiento del agua para consumo personal y doméstico y establece principios rectores para su garantía como son en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. Sin embargo, los mecanismos operativos para que la autoridad reduzca o cancele concesiones en función de priorizar el consumo humano y doméstico se encuentran en las reformas a la Ley de Aguas Nacionales, que facultan expresamente a la Comisión Nacional del Agua para disminuir o cancelar volúmenes concesionados cuando exista riesgo para la disponibilidad de agua destinada a ese uso.

Pero la garantía del derecho humano al agua no depende únicamente de que el Estado tenga las facultades legales para intervenir en el régimen de concesiones, sino de que existan mecanismos efectivos para que la población pueda hacerlo exigible judicialmente. El acceso a la justicia es fundamental para que las personas puedan reclamar ante tribunales sus violaciones, garantizar en la práctica el ejercicio de esos derechos y viabilizar a que las personas los exijan con el respaldo del marco legal e institucional (Soares, 2022).

La estructura de este derecho requiere adaptarse a las nuevas exigencias sociales, contemplando además el reconocimiento de la reutilización como parte de la estructura básica de esta potestad, ya que esto permitiría

garantizar en el futuro la disponibilidad de agua (Rodríguez, 2021). A pesar de los avances, aún persisten retos para su garantía efectiva, particularmente en regiones donde el desarrollo urbano y turístico ha generado presiones significativas sobre los recursos hídricos. Tal es el caso de Cabo San Lucas, Baja California Sur, una ciudad con un acelerado crecimiento poblacional, marcada desigualdad social y una fuerte demanda de agua para el sector turístico, que puede entrar en tensión con las necesidades básicas de la población local.

Este estudio parte de la necesidad de analizar la experiencia cotidiana de los habitantes de Cabo San Lucas, respecto al acceso al agua potable en este contexto particular, abordando una problemática estructural que afecta la vida cotidiana de miles de personas en Cabo San Lucas: el acceso desigual al agua potable.

Esta investigación busca contribuir a los estudios sobre justicia hídrica desde una mirada, que privilegia las voces de quienes enfrentan cotidianamente la escasez, la ineficiencia institucional o la falta de acceso regular a este recurso esencial. En ese sentido, el estudio no solo tiene una finalidad académica, sino también un potencial impacto social.

El objetivo general de esta investigación fue analizar el acceso al agua potable y al saneamiento como derecho humano en Cabo San Lucas, Baja California Sur, a partir de un enfoque mixto que integre la experiencia cotidiana de la población local y la revisión documental del régimen de concesiones de aguas nacionales, con el propósito de identificar los principales obstáculos estructurales, sociales y de gestión que limitan su ejercicio efectivo, así como aportar elementos que fortalezcan su exigibilidad y la justicia hídrica en el ámbito local.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló a través de un diseño mixto que combinó un enfoque empírico cuantitativo con un análisis documental. En la fase empírica se llevó a cabo un estudio de caso intrínseco y evaluativo, con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño transversal. Para ello, se aplicó una encuesta estructurada con preguntas cerradas a una muestra representativa de residentes adultos de Cabo San Lucas, Baja California Sur.

El área de estudio se delimitó geográficamente a la ciudad de Cabo San Lucas, municipio de Los Cabos. El diseño metodológico siguió la propuesta de Creswell (2013), respecto al estudio de caso intrínseco y evaluativo, en tanto busca exponer y analizar un contexto específico con el propósito de formular “juicios sobre la realidad del objeto de estudio” (Jiménez y Comet,

2016, p. 8). De manera complementaria, se adoptó un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y corte transversal, de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018).

En cuanto a la población de referencia, se tomó como base el total de 202,694 habitantes de Cabo San Lucas, de los cuales el 67% corresponde a población económicamente activa (135,805 personas) (Secretaría de Turismo y Economía, 2025). Con este universo, se calculó una muestra aleatoria estratificada con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. El número final de encuestados ascendió a 317 personas.

La muestra aleatoria simple se integró bajo tres criterios de selección: 1) pertenecer a la población económicamente activa, 2) ser residente de Cabo San Lucas, y 3) manifestar disposición para participar en el estudio. El cuestionario utilizado fue validado previamente por tres expertos en la materia, y contempló variables relacionadas con el derecho humano al agua, el acceso al servicio de alcantarillado, la periodicidad del suministro, los costos asociados y las necesidades básicas de los hogares. Las encuestas se aplicaron de manera presencial, mediante formulario digital, en el periodo comprendido entre mayo y septiembre de 2025.

La información recabada fue procesada mediante estadística descriptiva, complementada con un análisis interpretativo de carácter socio-jurídico. Además, se elaboró una matriz comparativa para sistematizar las dimensiones estudiadas, con base en las variables de género, edad, acceso al servicio de agua y alcantarillado, periodicidad del suministro, costo y percepción del derecho humano al agua.

En una segunda fase, se realizó una investigación documental con base en fuentes oficiales, particularmente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), administrado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Este instrumento constituyó una fuente secundaria de información, al contener los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga inscritos en la entidad. La consulta en la plataforma electrónica del REPDA arrojó 847 registros bajo los parámetros de estado: Baja California Sur y municipio: Los Cabos, con fecha de corte al 25 de junio de 2025 (CONAGUA, 2025).

El procedimiento metodológico de esta fase contempló, en primer lugar, la identificación y organización de los registros pertinentes. Posteriormente, se desarrolló un análisis con doble perspectiva: cualitativa, mediante la interpretación del marco regulatorio y sus implicaciones institucionales; y

cuantitativa, a través de la descripción estadística de volúmenes concesionados, concesionarios y patrones de distribución.

Con la información obtenida se elaboró una base de datos que permitió clasificar los registros de acuerdo con la naturaleza jurídica de los titulares de las concesiones. De este modo, se identificó que 44 corresponden al sector público, 540 a personas físicas, 168 a sociedades mercantiles, 20 a asociaciones civiles y 75 a ejidos. Finalmente, se procedió a identificar a los titulares con mayor número de concesiones y a quienes concentran los volúmenes más altos de extracción de aguas nacionales, lo que permitió contrastar dichos hallazgos con la percepción social de los habitantes sobre el acceso desigual al agua en Cabo San Lucas.

Este diseño metodológico permitió integrar la dimensión empírica de la vida cotidiana de los habitantes de Cabo San Lucas con el análisis documental de los registros oficiales sobre concesiones de agua. La combinación de encuestas representativas y datos secundarios provenientes del REPGA aportó una visión amplia y contrastada, que articula tanto la percepción social como la estructura normativa e institucional del recurso hídrico.

El enfoque mixto no solo fortaleció la validez de los hallazgos, sino que también permitió comprender el problema desde una perspectiva socioecológica: por un lado, visibilizando las prácticas y estrategias que desarrollan los hogares frente a la escasez, y por otro, identificando las dinámicas de distribución y concesión del agua en un contexto turístico de alta presión. En este sentido, el apartado metodológico sienta las bases para un análisis integral de la justicia hídrica, en el que se entrecruzan factores ambientales, sociales, económicos y jurídicos.

Limitaciones

La investigación empírica presentó la limitación de que no todas las personas invitadas a participar accedieron a responder el cuestionario, lo que restringe parcialmente la representatividad de ciertos sectores sociales. Sin embargo, la muestra obtenida mantiene un nivel de confianza y un margen de error adecuados para garantizar la validez de los resultados.

En cuanto a la investigación documental, una de sus principales limitaciones radica en que se basa en fuentes oficiales de datos secundarios, particularmente en la información registrada por la CONAGUA a través del REPGA. Estos registros pueden presentar rezagos en su actualización, omisiones o inconsistencias derivadas de la forma en que se sistematizan los datos.

A pesar de estas limitaciones, el enfoque metodológico empleado ofrece un panorama confiable y suficiente para aproximarse a la problemática del acceso desigual al agua en Cabo San Lucas. Asimismo, las restricciones señaladas abren la posibilidad de realizar investigaciones complementarias en el futuro, ya sea a través de estudios longitudinales que capten cambios en el tiempo, o mediante la incorporación de metodologías cualitativas que profundicen en las experiencias y percepciones de los actores locales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El servicio de agua y saneamiento que presta el Estado se conecta a un derecho humano inalienable, integran roces medulares para lograr el desarrollo económico, permiten integrar el territorio, coadyuvan en la lucha contra la pobreza y generan fuertes externalidades positivas, en tanto existe una desventaja para aquellos sectores que no tienen acceso al agua, especialmente por las condiciones sanitarias y en la calidad de los efluentes, razón por la que resulta pertinente conocer la percepción ciudadana en cuanto a su acceso al vital líquido (Cáceres, 2024).

Experiencia cotidiana sobre el acceso al agua en Cabo San Lucas

En cuanto a los participantes del estudio: los resultados de las encuestas aplicadas nos permiten identificar la experiencia cotidiana de los habitantes de Cabo San Lucas, respecto al acceso al agua potable y saneamiento y los posibles obstáculos para la realización plena de este derecho. En primer lugar, se ha abordado el análisis descriptivo sobre los participantes del estudio. Se les preguntó respecto a su género y edad. El 41% manifestó identificarse con el género masculino, el 46.1% con el femenino y el 12.9% prefiere no decirlo. En cuanto al rango de edad de los encuestados el 58,4% se encuentra en el rango de 18 a 29 años y 30 a 59 años el 29%.

Al cuestionarlos respecto a si cuentan con servicio de agua potable en su hogar el 81.7% dijo que sí y un 18.3% respondió negativamente. A continuación, se les interrogó respecto a si cuentan con el servicio de alcantarillado o saneamiento, el 75.7% manifestó que sí, mientras que un 24.3% no lo tiene. Se le preguntó con respecto a cada cuánto tiempo reciben el suministro de agua potable en su hogar, solo el 3.5% manifiesta que a diario, el 7.3% que nunca, el 12% una vez por semana, el 25.6% cada 15 días, el 51.7% cada 20 días o en ocasiones más tiempo.

En cuanto a si alguna vez se han quedado sin agua potable en su hogar para su consumo personal y doméstico, el 94% manifiesta que sí y el 6% restante que no. En virtud de que los participantes en su mayoría manifiesta

que el suministro de agua no es constante, se les cuestionó en cuanto a si han tenido que tener que hacer adecuaciones en su vivienda para poder recolectar agua para cuando no cuentan con el servicio, el 78.2% señala que sí y el 21.8% no.

Al preguntarles si se han visto en la necesidad de comprar agua en pipas para hacer frente a sus necesidades cotidianas para su uso personal y doméstico, el 90.9% responde que sí y el 9.1% no.

Respecto a la cantidad de agua que pueden recolectar, tomando en cuenta la capacidad que tienen en su casa como en tinacos, cisternas o cualquier otro recipiente, el 29.1%, señaló que 2000 litros, 23% que 5000 litros, 28.8% manifestó que 10,000 litros, el 19.2% señaló que 15,000 litros.

Luego se les preguntó si saben que el agua es un derecho humano, a lo que el 85.4%, dijo que sí y el 14.6% que no. En cuánto si consideran que las autoridades garantizan su derecho al agua potable y el saneamiento de manera eficiente, el 47.2 %, manifestó que no lo garantizan y el 49.4% que lo hacen parcialmente, el 3.4% restante consideran que en gran parte sí o completamente. En relación a las acciones que tienen que realizar en su hogar para ahorrar agua, se resumen a continuación:

1. Reutilización del agua
 - Usar agua de la lavadora para el baño, regar plantas, lavar pisos o patios.
 - Recolectar agua de regadera, lavado de frutas o verduras y reutilizarla.
 - Aprovechar agua usada por mascotas o de trastes para limpieza.
2. Ahorro y uso responsable
 - Usar solo la cantidad necesaria, no malgastarla.
 - Evitar dejar las llaves abiertas mucho tiempo.
 - Tomar baños cortos o reducir la frecuencia de baño y lavado de ropa.
 - Usar cubetas en lugar de mangueras o regaderas abiertas.
 - Evitar lavar en exceso (ropa, patios, trastes).
3. Almacenamiento y captación

- Guardar agua en cubetas o tambos para usarla en otras actividades.
- Recolectar agua de lluvia.
- 4. Prácticas específicas de ahorro
 - Juntar ropa para lavar solo una vez y usar la lavadora en modo ahorro.
 - Regar plantas en la noche para reducir la evaporación.
 - Colocar dispositivos ahorradores en llaves y regaderas.
 - Usar agua reciclada incluso con fines sanitarios (descargas de baño).
- 5. Restricción de consumo personal
 - Bañarse menos veces por semana o hacerlo en pocos minutos.
 - Lavar menos frecuentemente ropa, trastes o patios.

Finalmente, se les preguntó si conocen las leyes que regulan el derecho al agua en México a lo que el 71.8%, dijo que sí y el 28.2% que no.

Entre la escasez y la equidad: voces ciudadanas sobre la justicia hídrica

Los resultados obtenidos permiten visibilizar que, en Cabo San Lucas, el derecho humano al agua enfrenta importantes tensiones entre su reconocimiento jurídico y su ejercicio efectivo en la vida cotidiana de la población. Aunque el 85.4% de las personas encuestadas manifestó tener conocimiento de que el agua constituye un derecho humano, los datos empíricos evidencian que su cumplimiento está lejos de garantizarse. La irregularidad en el suministro —donde más de la mitad de los participantes reporta recibir agua cada veinte días o más— refleja una vulneración directa a los estándares de disponibilidad y accesibilidad establecidos en la Observación General N° 15 : El derecho al agua (Naciones Unidas, 2002).

En este sentido, la experiencia de los habitantes se caracteriza por la necesidad de desarrollar estrategias domésticas para asegurar el abastecimiento mínimo: almacenamiento en tinacos, cisternas u otros recipientes, compra de agua en pipas —una práctica reportada por el 90.9% de los encuestados— y múltiples formas de reutilización del agua. Estas prácticas, aunque evidencian resiliencia comunitaria, también ponen de

manifiesto una desigualdad estructural, donde el acceso al agua depende de la capacidad económica para adquirir pipas o invertir en sistemas de almacenamiento, lo cual contradice el principio de asequibilidad como componente esencial del derecho.

Los resultados también muestran que la población percibe una gestión pública deficiente. Casi la mitad de los encuestados considera que las autoridades no garantizan este derecho, y otro 49.4% que lo hacen sólo parcialmente. Esa gestión pública deficiente ha derivado en una gestión fragmentada, en donde prevalece la intermitencia, la dependencia de pipas y la percepción de inequidad en el tandeo.

El contexto turístico agrava estas tensiones. Cabo San Lucas, como destino internacional de gran crecimiento demográfico, enfrenta una presión constante sobre sus recursos hídricos. La percepción de los residentes confirma que el turismo convive con una desigualdad en el acceso al agua para la población local, lo que interpela directamente al principio de no discriminación.

En un destino donde la actividad turística depende del agua para la operación hotelera, restaurantera y recreativa, resulta paradójico que los residentes tengan que limitar sus baños, reutilizar agua o depender de la compra de pipas para satisfacer necesidades básicas.

Surge entonces la cuestión respecto a si las deficiencias del servicio de agua potable y alcantarillado en Cabo San Lucas, en materia de disponibilidad, percibidas por la población se debe únicamente a la escasez del vital líquido o a otras causas, como el enfoque administrativo de concesiones y aprovechamiento económico del recurso más que un enfoque en derechos humanos.

Gestión del recurso hídrico: revisión documental de las concesiones de aguas nacionales en Los Cabos

Se ha mencionado que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales (1992/2025), dispone que, en caso de escasez o riesgo de disponibilidad, el Presidente de la República o la CONAGUA, deberá disminuir o cancelar los volúmenes concesionados con el fin de salvaguardar el consumo humano y doméstico. Tanto la Constitución Política, como la Ley General Aguas (2025) y la Ley de Aguas Nacionales consagran una jerarquía en el uso del recurso: el consumo humano y doméstico prevalece sobre cualquier otro uso (agrícola, industrial, turístico o de servicios). Esta prelación no es solo administrativa, sino una consecuencia de la obligación del Estado de proteger y garantizar los derechos humanos. Esto refleja un cambio hacia

una visión garantista que privilegia el interés público y los derechos fundamentales frente a intereses económicos particulares.

En Cabo San Lucas, la escasez hídrica es estructural debido a la presión turística y a la sobreexplotación de los acuíferos. Si la población carece de agua suficiente para consumo doméstico, como así lo percibe, la autoridad está jurídicamente obligada a suspender, reducir o cancelar concesiones destinadas a otros fines (turísticos, agrícolas o comerciales) para reorientar el recurso hacia la población. No hacerlo implicaría una violación directa al artículo 4º constitucional, a la Ley General de Aguas, a la Ley de Aguas Nacionales y a los compromisos internacionales en materia de derechos humanos.

La consulta en la plataforma electrónica del REPDA arrojó 847 títulos de concesión de aguas nacionales, bajo los parámetros de estado: Baja California Sur y municipio: Los Cabos (CONAGUA, 2025). En la tabla 1 se muestran los organismos públicos que presentan un mayor volumen de extracción de aguas nacionales de los 44 titulares de concesiones en Los Cabos.

Tabla 1
Organismos públicos con mayor extracción de agua en Los Cabos

Titular	Título	Uso	Fecha de registro	Volumen de extracción (m3/año)
Organismo Operador Municipal del SAPAS Los Cabos	01BCS161048/0 6FXDL25	Industrial	02/04/2025	19,399,495.50
Municipal del SAPAS de Los Cabos.	01BCS100304/0 6HMDL09	Público urbano	18/10/1999	17,510,000.00
SAPAS de Los Cabos.	01BCS102468/0 6HBGR03	Público urbano	28/01/1999	2,473,040.00
SAPAS de Los Cabos.	1BCS100146/06 HMGR94	Público urbano	05/12/1994	1,856,000.00
Unidad de Riego para el Desarrollo	1BCS101563/06 ASGR96	Agrícola	27/06/1996	941,800.00

Rural San Jorge				
Unidad de Riego San Bernabé, A.C.	01BCS102444/06AMD17	Agrícola	18/03/1998	600,000.00
Unidad de Riego San José Numero Dos, A.C.	01BCS102440	Agrícola	18/03/1998	600,000.00
Unidad de Riego San José Numero Uno, Ac.	01BCS102439/06AMD18	Agrícola	18/03/1998	456,500.00
Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos.	01BCS106166/06HMD18	Público urbano	14/08/2014	400,000.00
Unidad de Riego Animas de Arriba, A.C.	01BCS102447/06AMD18	Agrícola	18/03/1998	360,757.32

Nota. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA (2025)

Posteriormente en la Tabla 2 se identifican los diez ejidos con los mayores volúmenes de extracción de aguas nacionales, de entre los setenta y cinco ejidos con titularidad de concesiones de aguas nacionales existentes en el Municipio de Los Cabos, con base en el volumen autorizado de extracción anual:

Tabla 2

Ejidos con mayor extracción de agua en Los Cabos

Titular	Título	Uso	Autoridad que emite el acto	Fecha de registro	Volumen de extracción (m3/año)
Ejido Santiago	1BCS101169/06AMGR95	Agrícola	Dirección General del Organismo de	21/12/1995	1,775,000.00

Cuenca Península B.C.					
Ejido San José del Cabo	BCS101539	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	20/05/19 96	1,457,000.00
Ejido Las Cuevas	01BCS101536 /06AMD15	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	20/06/19 96	1,332,000.00
Ejido La Ribera	BCS101708	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	02/10/19 96	1,183,500.00
Ejido Santa Cruz	1BCS101537/06AMGR96	Agrícola	Dirección General del Organismo de Cuenca Península B.C.	20/06/19 96	1,040,000.00
Ejido Las Cuevas	1BCS101600/06AMGR96	Agrícola	Dirección General del Organismo de Cuenca Península B.C.	13/08/19 96	500,000.00
Ejido El Zacatal	1BCS101509/06AMGR96	Agrícola	Dirección General del Organismo de Cuenca Península B.C.	29/04/19 96	355,000.00
Ejido San José del Cabo	01BCS105413 /06AMD16	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	17/11/20 15	344,894.00
Ejido Miraflores	01BCS105021 /06APDL18	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	18/11/20 03	240,000.00
Ejido Migriño	01BCS101535 /03IPDL16	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	20/06/19 96	190,000.00

Nota. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA (2025).

En la Tabla 3 se presentan los nueve titulares de autorización que concentran los mayores volúmenes de extracción de aguas nacionales, de un

total de 540 personas físicas con concesiones vigentes en el municipio de Los Cabos:

Tabla 3

Personas físicas con mayor extracción de agua en Los Cabos

Titular	Título	Uso	Autoridad que emite el acto	Fecha de registro	Volumen de extracción (m3/año)
María Maribel Cosío Núñez	01BCS1 02465/06 AMOC0 8	Agrícola	Dirección General del Organismo de Cuenca Península B.C.	22/06/19 98	1,540,000.00
David Mercado Cossío, Guillermo Mercado Casas, Irini María Mercado Cosío y María Maribel Cosío Núñez	01BCS1 50598/06 AMDL1 2	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	07/06/20 12	1,455,920.00
Javier Aramburo Palacios	01BCS1 05009/06 AMDL1 2	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	03/07/20 03	500,000.00
Ramón Marcos Sethon	01BCS1 04662/06 EMDL18	Servicios	Dirección Local B.C.S.	27/12/19 99	270,000.00
Alejandro Alberto Cota Montaño	01BCS1 01750/06 IMDL18	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	26/05/19 97	200,000.00
María Del Carmen Llera Ruibal	01BCS1 02438/06 IMDL17	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	18/03/19 98	200,000.00

Javier Aramburo Palacios	01BCS1 57174/06 IPDL18	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	01/02/2019	155,370.00
Ramiro Pineda Martínez	01BCS1 01748/06 AMDL1 4	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	26/05/1997	109,000.00
Alejandro Marí Giraldo Montaña	01BCS1 05419/06 EDDL08	Servicios	Dirección Local B.C.S.	28/11/2008	100,000.00

Nota. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA (2025).

En la Tabla 4 se muestran de las 168 sociedades mercantiles con titularidad de concesiones de aguas nacionales en Los Cabos, los que presentan un mayor volumen de extracción:

Tabla 4
Sociedades Mercantiles con mayor extracción de agua en Los Cabos

Titular	Título	Uso	Autoridad que emite el acto	Fecha de registro	Volumen de extracción (m3/año)
GRE Hansa Baja Investments, S. de Rl. De C.V.	01BCS1 00165/06 EMOC0 8	Servicios	Dirección General del Organismo de Cuenca PBC	14/11/1994	4,500,000.00
GFR Inmobiliaria de Negocios, Sapi de C.V.	856839	Servicios	Dirección Local B.C.S.	01/12/2023	3,027,456.00
Comercializadora Vista Ballena, S.A. de C.V.	01BCS1 05347/06 EKDL08	Servicios	Dirección Local B.C.S.	11/09/2009	1,620,600.00
RGL Arrendadora de Inmuebles, S.A. de C.V.	01BCS1 57224/06 IWDL21	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	15/02/2021	949,000.00

Quinta del Golfo de Cortez, S.A. de C.V.	01BCS1 61025/06 IWDL24	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	10/06/20 24	883,008.00
Operadora de Inmuebles Los Arcos, S.A. de C.V.	01BCS1 04895/06 IMDL12	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	22/11/20 02	697,880.00
Banco JP. Morgan, S.A., Institución de Banca Múltiple, Grupo Fin. JP. Morgan, División Fiduciaria	01BCS1 05404/06 EMDL08	Servicios	Dirección Local B.C.S.	26/11/20 08	693,792.00
Grupo Sol Pacífico Caribe, S.A. de C.V.	01BCS1 57235/06 IWDL21	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	01/06/20 21	473,000.00
Villas Solaris, S. de R.L. de C.V.	01BCS1 04894/06 IMDL15	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	11/06/20 02	450,000.00
Mar Adentro Residencial, S.A. de C.V.	01BCS1 57185/06 IWDL20	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	04/09/20 20	438,000.00
Playa Grande de Cabo San Lucas, S.A. de C.V.	01BCS1 05071/06 IMDL12	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	26/03/20 04	422,000.00
Banco Invex, S.A. I.B.M., Invex Grupo Financiero, Fiduciario en el Fideicomiso Número 159 Denominado "Baja Real"	01BCS1 61024/06 EWDL2 4	Servicios	Dirección Local B.C.S.	16/01/20 24	400,000.00
Centro de Promociones Los Cabos San Lucas, S.A. de C.V.	01BCS1 05073/06 IMDL10	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	10/11/20 04	400,000.00

Hotel Finisterra, S.A. de C.V.	01BCS1 05211/06 IMDL12	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	19/02/20 07	394,000.00
H. Capital, S.A. de C.V.	01BCS1 61022/06 IWDL23	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	22/03/20 23	380,000.00
Agua de Cañada Verde, A.C.	01BCS1 04736/06 AODL10	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	20/02/20 01	378,370.00
Constructora Los Arcos Del Cabo, SA. de CV.	01BCS1 05854/06 EMDL09	Servicios	Dirección Local B.C.S.	17/05/20 10	373,000.00
Grupo Haptec, S.A. de C.V.	01BCS1 02601/06 EMDL17	Servicios	Dirección Local B.C.S.	09/03/19 98	362,664.00

Nota. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA (2025).

En la Tabla 5 se muestran de las 20 asociaciones civiles con titularidad de concesiones de aguas nacionales en Los Cabos, las que presentan un mayor volumen de extracción:

Tabla 5

Asociaciones civiles con mayor extracción de agua en Los Cabos

Titular	Título	Uso	Autoridad que emite el acto	Fecha de registro	Volumen de extracción (m3/año)
Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego Aguacaliente	1BCS101211/ 06AHGE95	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	12/03/1996	719,100.00

xAsociación de Usuarios de Agua del Ejido Boca de la Sierra de Los Cabos B.C.S., A.C.	01BCS101564/ 06ASDL16	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	20/06/1996	664,100.00
Asociación de Usuarios Toma de Enmedio A.C.	BCS102445	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	18/03/1998	375,000.00
Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego Miraflores	1BCS101212/ 06AHGE95	Agrícola	Dirección Local B.C.S.	12/03/1996	105,100.00
Asociación de Colonos del Fraccionamiento Spa, A. C.	1BCS101670/ 06EMGE96	Servicios	Dirección Local B.C.S.	13/08/1996	60,000.00
Asociación de Colonos de la Huerta de los Frailes, A.C.	01BCS157184/ 06IWDL23	Diferentes usos	Dirección Local B.C.S.	04/09/2020	10,000.00
Club Las Barracas, A.C.	01BCS100530/ 06EMDL17	Servicios	Dirección Local B.C.S.	18/01/1996	8,000.00

Nota. Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA (2025).

Gestión del agua en Los Cabos: Análisis documental de las concesiones

El análisis documental de las concesiones de aguas nacionales en Los Cabos permite identificar la profunda brecha entre el marco jurídico que prioriza el consumo humano y doméstico, y la práctica administrativa que ha

favorecido históricamente a sectores productivos y turísticos. Si bien la Ley de Aguas Nacionales establece que, en situaciones de escasez, las concesiones deben reducirse o cancelarse para salvaguardar el derecho humano al agua, los registros del REPDA evidencian una dinámica de distribución desigual del recurso.

En primer lugar, la Tabla 1 muestra que el Organismo Operador Municipal de Sistema de Agua Potable de Los Cabos (OOMSAPAS Los Cabos) concentra los mayores volúmenes de extracción con más de 19 millones de m³/año para uso industrial a pesar de que esta es una actividad no preponderante en Los Cabos y 17.5 millones de m³/año para uso público urbano. Sin embargo, pese a esta magnitud, los habitantes de Cabo San Lucas reportan un suministro intermitente, donde más de la mitad recibe agua cada veinte días o más. Ello sugiere que los volúmenes concesionados al operador público no necesariamente se traducen en disponibilidad efectiva para la población, lo que plantea un problema de eficiencia y transparencia en la gestión.

Por otro lado, los ejidos también tienen un papel relevante en el acceso al recurso. La Tabla 2 muestra que el Ejido Santiago y el Ejido San José del Cabo cuentan con volúmenes de 1.7 y 1.4 millones de m³/año, respectivamente, principalmente para uso agrícola. Este hallazgo refleja la persistencia de un modelo de aprovechamiento agrícola en un municipio donde el turismo y el crecimiento urbano demandan cada vez más agua para consumo doméstico. La tensión entre usos agrícolas y urbanos se convierte en un obstáculo para garantizar el derecho humano al agua de la población local.

En cuanto a personas físicas, la Tabla 3 muestra que algunas tienen varios títulos de concesión de aguas a su nombre: Javier Aramburo Palacios (11), José Collins Monroy (5), Blanca Libia Fisher Montaña (5), Gudelia Verduzco Collins (4), Agustín Alberto Liceaga Ruibal (4), Urbano Castro Zumaya (4), Jesús de la Concepción Collins González (4), Bruno Guillermo Castro Ojeda (4), Ema Palacios Avilés (4), Griselda Cristina Cota Sáñez (3), Manuela González Ojeda (3), Jesús Aragón Ceseña (3), Ramón Ojeda Burgoín (3), Rigoberto Montaña Ceseña (3), Ramón Marcos Sethon (3). Adicionalmente algunos particulares concentran volúmenes significativos, como María Maribel Cosío Núñez (1.5 millones de m³/año) y el grupo familiar Mercado Cosío (1.4 millones de m³/año). Finalmente se identificó a individuos con múltiples títulos de concesión, entre ellos Javier Aramburo Palacios con once, José Collins Monroy y Blanca Libia Fisher Montaña con cinco cada uno. Esta concentración contrasta con la precariedad en el acceso

reportado por la población, y plantea interrogantes sobre la equidad y legalidad en la distribución del recurso.

Las sociedades mercantiles con más títulos de concesión son Vista Serena, S. de R.L. de C.V. (5), Impulsora Rain, S.A. de C.V. (4), Desarrolladora Tamaral, S.A. de C.V. (3), P.V. Desarrolladores, S.A. de C.V. (3) y RGL Arrendadora de Inmuebles, S.A. de C.V. (2). La Tabla 4 refleja la relevancia del sector turístico e inmobiliario en la extracción de agua. Empresas como GRE Hansa Baja Investments, S. de R.L. de C.V. (4.5 millones de m³/año) y GFR Inmobiliaria de Negocios, SAPI de C.V. (3 millones de m³/año) poseen concesiones que superan ampliamente a las de varios ejidos o particulares. Asimismo, compañías vinculadas al turismo y desarrollos inmobiliarios —como Comercializadora Vista Ballena, Villas Solaris y Playa Grande de Cabo San Lucas— concentran volúmenes superiores a los 400 mil m³/año cada una. La magnitud de estas concesiones evidencia que el modelo de desarrollo turístico-inmobiliario se sostiene sobre una elevada extracción de agua, lo que agudiza la competencia por el recurso frente al consumo doméstico.

Finalmente, las asociaciones civiles también aparecen como titulares de concesiones, aunque en volúmenes menores. Según la Tabla 5, la Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego Aguacaliente (719 mil m³/año) y la Asociación de Usuarios de Agua del Ejido Boca de la Sierra (664 mil m³/año) son las más relevantes. Si bien su peso en términos de volumen es menor que el de sociedades mercantiles o el Organismo Operador, representan un ejemplo de organización comunitaria con incidencia en el acceso al recurso.

En suma, la revisión documental muestra un patrón de concentración en distintos niveles: organismos públicos con volúmenes que no se reflejan en un suministro eficiente, ejidos con concesiones agrícolas en un territorio marcado por la urbanización acelerada, particulares con múltiples títulos a su nombre, y sociedades mercantiles ligadas al turismo e inmobiliaria que concentran volúmenes millonarios de extracción. Este panorama se traduce en tensiones distributivas que, desde la perspectiva de la población, se manifiestan en intermitencia, dependencia de la adquisición de pipas y percepción de inequidad.

El reto, por tanto, no es únicamente de infraestructura, sino de gobernanza hídrica y justicia distributiva. En un contexto de escasez estructural, la autoridad está jurídicamente obligada a revisar la pertinencia de estas concesiones y, en su caso, cancelarlas o reducirlas en favor del consumo humano y doméstico. De lo contrario, se perpetúa un modelo que

privilegia a actores económicos en detrimento del derecho humano al agua de la población local.

CONCLUSIONES

El estudio permite constatar que en Cabo San Lucas existe una brecha profunda entre el reconocimiento formal del derecho humano al agua y su ejercicio cotidiano. Por un lado, los resultados de las encuestas reflejan la precariedad en el suministro: la mayoría de los hogares recibe agua cada veinte días o más, y más del 90% depende de la compra de pipas para satisfacer necesidades básicas. Estas estrategias de almacenamiento, reutilización y restricción del consumo ponen de relieve que el acceso al agua en la práctica no responde a los estándares de disponibilidad, calidad, accesibilidad y asequibilidad establecidos en el marco jurídico nacional e internacional (Matayoshi Collazos et al., 2021).

Por otro lado, la revisión documental de las concesiones revela un patrón de concentración y uso desigual del recurso. El OOMSAPAS Los Cabos cuenta con volúmenes millonarios de extracción para uso industrial y menos para urbano, pero estos no se reflejan en un suministro eficiente para la población. Ejidos con fines agrícolas, particulares con múltiples concesiones —algunos con hasta once títulos a su nombre— y sociedades mercantiles ligadas al sector turístico e inmobiliario poseen volúmenes significativos, en algunos casos superiores a los destinados al uso público urbano. Este escenario evidencia que, a pesar de que la Ley General de Aguas y la Ley de Aguas Nacionales priorizan el consumo humano y doméstico, en la práctica prevalece un modelo de gestión orientado al aprovechamiento económico y a la presión del desarrollo turístico.

La comparación entre los hallazgos empíricos y documentales muestra que la población vive cotidianamente los efectos de una gestión fragmentada y desigual. Mientras los residentes enfrentan intermitencia, costos elevados y soluciones precarias, distintos actores económicos concentran volúmenes de extracción que deberían estar sujetos a revisión y reorientación en un contexto de escasez estructural.

En este sentido, garantizar el derecho humano al agua en Los Cabos requiere más que ampliar infraestructura: exige una reforma de la gobernanza hídrica con enfoque en derechos humanos, que implique la reducción o cancelación de concesiones cuando el consumo doméstico esté en riesgo, la rendición de cuentas de los organismos operadores y la participación activa de la ciudadanía en las decisiones sobre el recurso. Solo mediante este tránsito de un modelo centrado en la explotación a otro

sustentado en la justicia distributiva será posible equilibrar las demandas del turismo con las necesidades vitales de la población local y asegurar la sostenibilidad hídrica del municipio y la vigencia real del derecho humano al agua.

LITERATURA CITADA

- Becerra Ramírez, José de Jesús, & Salas Benítez, Irma. (2016). El derecho humano al acceso al agua potable: aspectos filosóficos y constitucionales de su configuración y garantía en latinoamérica. *Prolegómenos*, 19(37), 125-146. <https://doi.org/10.18359/prole.1683>
- Cáceres, V. L. (2024). Desafíos en la provisión agua y saneamiento en Argentina (2001-2022). *Fundamentos*, 1, 67-79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12773898>
- Cervantes Rivera, R. & Pérez Sainz, O. (2024). El derecho al agua y la vida digna en la mantención del medio ambiente, Pasco-2022
- CONAGUA, (2025). Consulta la base de datos del REPDA. Recuperado de : <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917/2025). *Artículo 4*. 15 de Abril de 2025.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design. Qualitative, quantitative, and mixed method approaches*. Sage Publications
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de Investigación: las rutas cualitativas, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Jiménez Chávez, V. E. y Comet Weiler, C. (2016). Los estudios de caso como enfoque metodológico. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*. 3 (2). 1-1.
- Ley de Aguas Nacionales. (1992/2025). *Artículo 4*. 11 de diciembre de 2025.
- Ley General de Aguas. (2025). *Artículos 1, 3, 5, 7, 10*. 11 de diciembre de 2025.
- Matayoshi Collazos, A., Mejía Briones, J., & Chuquitapa Guzmán, J. (2021). Deconstruyendo el derecho al agua potable en el Perú: Nuevos retos a nuestros doscientos años como República. *THEMIS Revista de Derecho*, (80), 279-293. <https://doi.org/10.18800/themis.202102.013>

- Naciones Unidas. (2002) Economic and Social Council, Observación general N° 15: El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales), E/C.12/2002/11, ONU: Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CESCR). Recuperado de: https://aguaysaneamiento.cndh.org.mx/Content/doc/Normatividad/Observacion15_DESC.pdf
- Naciones Unidas. (2010). El derecho humano al agua y el saneamiento. Resolución 64/292, 28 de julio de 2010. Recuperado de: <https://docs.un.org/es/A/RES/64/292>
- Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (2011). *El derecho al agua (Folleto informativo No. 35)*. Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf>
- Palacios Valencia, Y. (2020). Acceso al agua potable y saneamiento: Desafío en las Américas para colectivos étnicos desde los estándares internacionales de protección de los derechos humanos. *Relaciones Internacionales*, (45), 137-162.
- Rodríguez, G. O. (2021). El Constitucionalismo Ecológico Latinoamericano: El Derecho Humano al Agua, al Saneamiento y a la Reutilización, como Derecho del Siglo XXI. *Revista Ibérica Do Direito*, 2(1), 17-47.
- Secretaría de Turismo y Economía. Gobierno de Baja California Sur. (2025). *Los Cabos. Información Estratégica*, pp.5-28. Recuperado de: https://biblioteca.setuesbcs.gob.mx/ficha/?id_pub=517
- Soares, D. (2022). Territorio, género y derechos: el agua y el saneamiento en debate. *Perfiles latinoamericanos*, 30(59), 0-0.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la U.A.B.C.S., por el apoyo institucional para la realización de esta investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Dra. Lizzeth Aguirre-Osuna

Doctora en Ciencias Jurídicas y profesora investigadora de tiempo completo titular “B”, en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Integra el comité académico y el núcleo académico básico del Posgrado Interinstitucional en Derechos Humanos y del Doctorado en Estudios

Socioecológicos. Miembro del SIN nivel 1. Cuenta con perfil PRODEP y una sólida trayectoria en investigación sobre derechos humanos, derecho fiscal, turismo y sostenibilidad. Ha participado como autora y coautora en libros y artículos científicos en estas líneas. Entre sus aportaciones destaca el análisis de los derechos humanos vinculados con el desarrollo social, en contextos locales, especialmente en Los Cabos. Correo electrónico laguirre@uabcs.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1413-4854>.

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

Social representations of climate change by people attending the Open House event at the Postgraduate College, Puebla Campus

Andrés Pérez-Magaña ¹,

Resumen

Se viven varias crisis en la actualidad, una de ellas y la más apremiante, la crisis ecológica, transversal a las crisis social y económica que dañan a la humanidad, al planeta tierra y las distintas formas de vida. En esta vorágine de daños que estas crisis causan, hay una categoría heurística muy prometedora e importante: las representaciones sociales, referidas al conocimiento, causas y actitudes de las personas, en este caso sobre el cambio climático, como fenómeno urgente de afectación y atención planetaria, debido a que estas pueden favorecer o convertirse en un obstáculo para proponer estrategias de mitigación y adaptación. Se planteó como objetivo analizar las representaciones sociales del cambio climático por personas de contextos situados para entender la cualificación que dan al fenómeno y fortalecer acciones de respuesta. Mediante la técnica de entrevista para recabar información y la herramienta de redes

semánticas naturales, se midieron las variables: tamaño de la red semántica, frecuencia o repetición del vocablo estímulo, índice de consenso grupal, peso semántico y distancia semántica para discernir sobre el conocimiento, puesta en valor, causas, efectos y reacciones ante el fenómeno. El principal aporte de este estudio fue identificar cómo, los participantes representan el cambio climático como fenómeno vinculado a cambios en aspectos específicos del clima, efectos y causas, coincidente con lo documentado por científicos estudiosos del tema y en adición asumen una actitud proambiental. Lo cual resulta útil para considerar propuestas de mitigación y adaptación desde la familia, la localidad, la escuela y en el trabajo.

Palabras clave: adaptación, clima, conocimiento, mitigación, variabilidad

Abstract

We are currently experiencing several crises, one of them, and the most pressing, is the ecological crisis, which is transversal to the social and economic crises that harm humanity, the planet

¹ Colegio de Postgraduados

Recibido: 8 de octubre de 2025

Aceptado: 1 de febrero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(1): 347-371

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.15.ap

Earth and the different forms of life. In this maelstrom of damage caused by these crises, there is a very promising and important heuristic category: social representations, referring to people's knowledge, causes, and attitudes, in this case about climate change, as an urgent phenomenon affecting and requiring planetary attention, because these can either favor or become an obstacle to proposing mitigation and adaptation strategies. The objective was to analyze the social representations of climate change held by people in specific contexts to understand how they characterize the phenomenon and to strengthen response actions. Using interviews to gather information and the natural semantic networks tool, the following variables were measured: semantic network size, frequency or

repetition of the stimulus term, group consensus index, semantic weight, and semantic distance. These variables were used to discern knowledge, valuation, causes, effects, and reactions to the phenomenon. The main contribution of this study was to identify how participants represent climate change as a phenomenon linked to changes in specific aspects of the climate, its effects, and causes, consistent with what has been documented by scientists studying the topic. Furthermore, they adopt a pro-environmental attitude. This is useful for considering mitigation and adaptation proposals at the family, community, school, and workplace levels.

Key words: adaptation, climate, knowledge, mitigation, variability

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno físico motivado por distintas causas y con variadas consecuencias para la vida en el planeta, el cual se ha reconocido en los últimos tiempos, como fenómeno de preocupación de la sociedad global y desafío insoslayable del siglo XXI (Naciones Unidas, 1992). Es causado por la dinámica propia del sistema climático y acelerado por actuaciones antrópicas en la manera de producir bienes y servicios, de transformar materias primas y productos, de distribuirlos y de consumirlos (Sánchez et al. 2020). Formas de actuar emanadas de la identidad y cultura de pertenencia de cada persona (Flores, 2005). Actuaciones con las que se generan residuos sólidos, líquidos y gaseosos que el ecosistema a donde se dirigen no es capaz de asimilar en el corto plazo, causando disrupción en los recursos naturales y sobre todo en el clima (Mendoza, et al. 2024). Por lo tanto, el cambio climático es un problema ecosocial multicausal, que como tal debe ser entendido y atendido por los distintos actores sociales de la sociedad civil como de sus gobernantes (Díaz, 2012). Desde hace algunos años, el cambio climático, se considera como desafío prioritario global, de agenda internacional, porque afecta entidades bióticas y factores abióticos del planeta, la dinámica económica y social, y por poner en riesgo las distintas formas de vida (Pacheco 2029). Aqueja de manera global, pero en

forma desigual en diferentes espacios (Dalla et al. 2017). Estos hechos ubican el fenómeno como un desafío de gran importancia, por lo que se le consideró como el número 13 de los objetivos de desarrollo sostenible, a partir de dicho objetivo, la Organización de las Naciones Unidas, y desde una perspectiva social, hace un llamado inaplazable a la humanidad de adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (ONU, 2018). La bibliografía especializada define este cambio como la mutación en los valores medios de parámetros del clima como: temperatura, precipitación, velocidad y orientación del viento, humedad relativa, presión atmosférica entre otros. Factores medidos durante un periodo de más de tres décadas, en que dichas variables van cambiando de manera lenta hasta reflejar un verdadero cambio del clima, así lo señaló el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño [CIIFEN] (2022).

Por su parte, la European Commission (2009), reveló que el cambio climático ocupa el cuarto problema de mayor gravedad que enfrenta la humanidad detrás de la pobreza, carencia de alimento, calidad y escasez de agua; por lo que se ha convertido en un fenómeno de carácter físico, que cada día agrava los problemas sociales. Los cambios en las variables climáticas que revelan la mutación del clima, se acompañan de la presencia de eventos adversos extremos que incrementan su frecuencia e intensidad: referidos a olas de calor, sequías, tormentas, inundaciones, deshielos, deslaves, incendios entre otros de consecuencias inesperadas para la vida en el planeta (Díaz, 2012).

A las adversidades que propicia el cambio climático, se adicionan las condiciones de pobreza, marginación y rezago social de grandes sectores de la población, que se convierten en razones científicas, políticas, ambientales, económicas y sociales por las cuales es interesante el estudio de este fenómeno desde la perspectiva de las representaciones sociales de personas de contextos situados (Kindelán, 2013). Los planteamientos anteriores justifican las razones fundamentales para desde las ciencias sociales continuar en la búsqueda de estrategias que contrarresten los variados efectos dañinos del cambio climático, por lo que conocer las representaciones sociales de las personas sobre este fenómeno contribuye en forma directa en las acciones a emprender para mitigar y adaptarse al problema.

La perspectiva teórica del estudio

Las representaciones sociales también conocidas como conocimientos de sentido común, construcciones sociales, creencias colectivas o modelos cognitivos permiten aproximarse al estudio de un fenómeno desde la voz de

las personas que lo viven para organizar y explicar la información a escala de la memoria semántica de las mismas personas informantes, a partir de lo cual es factible documentar el conocimiento, las causas y actitudes que tienen respecto a tal fenómeno (Valdez, 2005). Los fenómenos a escala global, como el cambio climático y las actitudes de la población ante ellos son de importancia en las ciencias sociales para promover acciones de atención (Seacrest et al. 2000). Una de las formas de contribuir al estudio del cambio climático para encontrar oportunidades de mitigación y adaptación, es a través de la indagación de los conocimientos de sentido común que las personas elaboran desde su memoria individual y colectiva, debido a que estos se convierten en la base de su actuación (Vergara, 2008).

El carácter de interpretación de la realidad en estudio por medio de las percepciones y los significados que las personas le dan, ayudan a comprender en profundidad los fenómenos (Sandín, 2004). Al ver las cosas desde la perspectiva de las personas que las viven, cómo las pueden comprender, interpretar y describir es factible un mejor entendimiento, en este caso del cambio climático (Rodríguez, et al. 2001). En ese sentido, este tipo de construcciones sociales son una forma apropiada para captar e interpretar los sentidos que las personas dan a la manera de percibir su realidad y a las acciones que implementan a partir de ellas (Catañeda y Chávez, 2016).

El motor que mueve estos modelos cognitivos es la relación que se presenta entre el ser humano y su contexto, debido a que de dicha relación se deriva la forma en que cada individuo y colectividad explica su entorno, de cuya explicación emana elementos que de manera potencial es plausible incidir, en este caso, en las estrategias de mitigación y adaptación ante el cambio climático (Moyano et al. 2009). El conocimiento de sentido común, entonces, está asociado a la interacción entre las personas y su contexto, su estructuración orienta y responde a atender las necesidades de la sociedad generadas en el contexto de pertenencia (Villamañan, 2016).

Por consiguiente, si este tipo de modelos cognitivos se originan mediante la interacción social y contextual, entonces se construyen a través de la experiencia de vida, de la educación familiar y formal, al retomar además normas, valores, creencias, tradiciones, mitos, leyendas, sentimientos y pensamientos (Piña y Cuevas 2004). En este estudio se retoma la idea de las representaciones sociales en tanto sistemas de significados de construcciones sociales que clasifican, categorizan, nombran y cualifican

personas, objetos, cosas o hechos sociales o naturales, como lo es el fenómeno del cambio climático.

De acuerdo con Paoli (2004) que señala que los significados son aquello que una persona se representa mentalmente al captar algo por cualquiera de los sentidos y que los puede referir a través de una palabra, un gesto, un sabor, un olor o un ruido, referentes que le permiten evocar un concepto. Entonces, las representaciones sociales derivan del conocimiento de sentido común para explicar la realidad social y precisar las formas de intervenir en ella (Moscovici, 2001).

En ese sentido, estos constructos son configurados y compartidos por el grupo social al cual se vincula cada persona, de cuya identidad toman valores, normas, códigos e ideologías, por lo que a partir de las representaciones sociales aprehenden y descifran el contexto ecosocial al cual están vinculadas (Ramírez, 2008). De modo que en esencia, las representaciones sociales expresan las relaciones que el individuo o el colectivo entretiene con su contexto, en el que también están sus pares y sus antagonistas, en el sentido de quienes están de acuerdo y quienes en desacuerdo sobre la forma de representar el caso (Jodelet, y Guerrero, 2000; Moscovici, 2001). Es de gran importancia para el estudio del cambio climático, problema de índole global y especialmente interesante para ser abordado desde la óptica de las representaciones sociales, conocer el modo en que los individuos lo representan, lo cual puede variar según el sexo, la edad, la escolaridad, el hábitat de residencia, la escala geográfica que se tome como referencia y su ocupación (Cohen, et al. 1998).

En el sentido de que el fenómeno en cuestión afecta de manera diferenciada a mujeres y hombres, a grupos de edad, a actividades económicas, espacios y cosas (Cozer, 2011). En concordancia con Marcus (2001), el acercamiento a la cultura y experiencia de sujetos de contextos situados, en este caso a las personas asistentes al evento Casa abierta realizado en 2024 en el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, originarios de contextos situados multilocales: cuatro estados del centro de México y de múltiple municipio y localidad que fueron expuestos al concepto estímulo “cambio climático” para identificar las representaciones sociales. Por consiguiente, las variables enunciadas se deben tomar en cuenta a la hora de promover acciones de mitigación y adaptación ante el fenómeno.

Bajo la problemática planteada y las consideraciones teóricas referidas, se reconoció que, en el estudio de las representaciones sociales de un objeto de estudio, como lo es el cambio climático, se ubican los modos y procesos

de construcción del pensamiento social, por medio del cual las personas configuran el objeto de estudio, construcción que utilizan para actuar o tomar alguna posición respecto a tal objeto (Araya, 2002). De modo que el objetivo de este estudio consistió en analizar las representaciones sociales sobre el cambio climático de personas de contextos situados para entender la cualificación que dan al fenómeno y fortalecer acciones de respuesta individuales y colectivas.

METODOLOGÍA

El referente empírico de este estudio lo conformó una población de 600 personas que radican en contextos situados del centro de México, que asistieron al evento de vinculación denominado “Casa abierta 2024”, enmarcado en las actividades de vinculación que el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, realiza cada año desde 2009 para dar a conocer los resultados de las investigaciones que implementa su planta académica y la oferta educativa de postgrado en materia de ciencias agrícolas.

Las variables que comprendió el estudio fueron las relativas a conocer aspectos sociodemográficos de los sujetos participantes como: sexo, edad, escolaridad, lugar de origen, lugar de residencia, escolaridad y ocupación para describir la muestra que se expuso al estímulo “cambio climático” y conocer la representación social del mismo. En este caso, para aproximarse a la base sociocognitiva de las representaciones sociales de los sujetos participantes sobre el fenómeno. Para ello, se calculó un segundo grupo de variables, a fin de entender las representaciones sociales del fenómeno en estudio, conformado por el tamaño de la red semántica (TRS), referido al número total de vocablos diferentes con los que la totalidad de participantes identificaron el cambio climático; conjunto de vocablos que conformaron el capital semántico; la frecuencia (f), que señaló el número de veces que el vocablo fue repetido o nombrado por los participantes; el índice de consenso grupal (ICG) con el que se expresó el porcentaje de coincidencia entre las palabras definidoras sobre el concepto estímulo; el peso semántico (PS), definido como el puntaje total o peso que se asignó a cada palabra definidora, mismo que se calculó a partir de la multiplicación de la frecuencia de cada palabra y el puntaje obtenido de la jerarquía asignada; y otra variable fue la distancia semántica (DS) expresada en porcentaje, al tomar como referencia la palabra de mayor frecuencia a la que se le asignó el 100%, misma que representó el eje del significado de cambio climático, al ser la palabra más compartida por los participantes y que mejor representó

para los participantes el concepto. Estos factores conformaron el conjunto de la memoria acumulativa semántica (MAS), (Valdez, 2005).

Al conocer la magnitud de las variables anteriores, se posibilitó la valoración de la información que los sujetos participantes tienen en su memoria sobre la palabra usada como estímulo, así como el significado que le atribuyen a la misma. La cultura subjetiva asociada al fenómeno del cambio climático como constructo social objetivo, construido por las personas dedicadas a su estudio, para el rescate de conocimiento, puesta en valor, causas, efectos y reacciones ante el mismo por personas de contextos situados. Lo anterior juega un papel importante en el desarrollo de la experiencia y en la manifestación de la conducta de los sujetos sobre la cosa o el fenómeno en cuestión para su atención (Valdez, 2005).

Procedimiento para la entrevista

El evento Casa abierta, celebrado en el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla el día seis de diciembre de 2024 registró una duración de ocho horas, comprendidas de las 9:00 h de la mañana hasta las 17:00 h de la tarde. En la mesa instalada para el registro de asistentes al evento durante el día y tiempo señalado, se notificó del objetivo del estudio a 120 de 600 personas de contextos situados del centro de México que asistieron a esta actividad, así mismo se les informó de la confidencialidad de la información y se consiguió su consentimiento informado para participar en el trabajo. En el tiempo en que se desarrolló este acontecimiento, tres personas entrevistaron a 79 participantes que consintieron participar en el estudio.

Al exponer a los participantes al concepto estímulo: “cambio climático”, se les distribuyó una hoja en la que se les solicitó que escribieran sus características sociodemográficas: sexo, edad, escolaridad, estado civil, lugar de residencia, años viviendo en el mismo lugar de residencia; así como un listado de cinco palabras simples o sueltas, que, desde su perspectiva definieran de la mejor manera el concepto de cambio climático. Después, se indicó que jerarquizaran las palabras que nombraron, otorgándoles un número del uno al cinco, en función del grado de importancia o cercanía que le atribuyeran respecto al concepto estímulo, donde el número más bajo representó mayor importancia (1) y el más alto menor importancia (5), de acuerdo con la propuesta metodológica de Hinojosa (2008). A partir de lo anterior, se obtuvo el conjunto de las palabras indicadas por los participantes, donde aquellas que más se repitieron y que fueron jerarquizadas con mayor importancia, permitieron identificar las representaciones sociales que construyeron en torno al concepto estímulo.

Sistematización de la información

La información de las variables estudiadas se registró en una base de datos del software SPSS. De este registro se siguió el planteamiento propuesto por Valdez (2005) para obtener los indicadores del TRS, f, ICG, PS y DS, factores que conformaron el conjunto de la MAS.

Análisis de la información

Las variables sociodemográficas se analizaron mediante estadísticos descriptivos que sirvieron para caracterizar a los participantes en el estudio. En función de los vocablos asignados a la palabra estímulo “cambio climático”, el análisis, la reflexión y la comparación, se seleccionaron las categorías semánticas que permitieron agrupar las palabras definidoras de cambio climático y sus respectivos valores en conjuntos susceptibles de ser nombrados con un concepto integrador, conjuntos identificados como dimensión y subdimensión.

A partir de las categorías en las que se agruparon las palabras definidoras nombradas por los participantes sobre la palabra estímulo se elaboró una red semántica, que se estructuró por seis dimensiones y 12 subdimensiones, en cada una de estas se adicionaron los valores de PS y DS. Sumatoria que facilitó apreciar en forma clara tanto la composición como la distribución, así mismo la riqueza y peso de la red que contiene la representación social del cambio climático desde la perspectiva de los sujetos participantes en el estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características sociodemográficas de los sujetos participantes

Los sujetos participantes en el estudio correspondieron en mayor proporción a mujeres: 35.4% del sexo masculino, mientras que 64.6% al femenino. Este hecho se atribuye a que cuando se solicitó el consentimiento a los asistentes al evento para participar en el estudio, de cada tres hombres invitados, dos se negaron a colaborar.

La edad de quienes participaron se movió en el rango de 19 a 80 años, el grupo de edad que tuvo mayor representatividad fue el comprendido entre los 19 y 40 años, individuos considerados como adultos jóvenes. La mitad de la muestra informante registró menos de 50 años, con una media de 42.9 y desviación Standar de 14.1 años.

Se obtuvo información del grado escolar de cada persona que participó en el estudio, debido a que esta variable es otra de las múltiples

oportunidades que tienen los seres humanos para informarse de la realidad social, por lo que influye en las representaciones sociales (Cohen et al. 1998). A este respecto, un porcentaje reducido no registró algún grado de escolaridad, mientras que el mayor porcentaje de escolaridad correspondió al grado de Licenciatura con 27.8%, seguido del de Maestría con 25.3%, el resto tiene una escolaridad de primaria a preparatoria. El hecho de haber encontrado una alta escolaridad entre participantes se atribuye a que la información que se difunde en el evento Casa abierta se relaciona con la oferta educativa y resultados de investigación que tiene el Colegio de Postgraduados en el Campus Puebla, información de interés para los sujetos asistentes a dicho evento.

Con respecto al estado civil, se encontraron cinco situaciones, entre las cuales, la de casado estuvo representado por el 50%, circunstancia que correspondió a población con mayores responsabilidades y al mismo tiempo a la máxima frecuencia de la información proporcionada

Origen de los informantes. Uno de los atributos en que se fundamentan las representaciones sociales es la historicidad de los sujetos (Moscovici, 2001), en donde se ubica el contexto situado en el que establece sus relaciones sociales y sus relaciones de producción. En otras palabras, sus relaciones sociales y ecológicas, tanto con la sociedad como con la naturaleza en su cotidiano vivir. Ante ello, se incluyó conocer el lugar de origen de la muestra estudiada, donde se encontró que es originaria de 37 localidades, es decir, de distintos contextos, tales localidades, en su mayoría pertenecen al estado de Puebla, 18.9% a Guerrero y 2.7% a Veracruz y Tlaxcala respectivamente. Estas personas y sus localidades de origen, se distribuyen en 24 municipios de Puebla, en siete de Guerrero, en uno de Veracruz y otro de Tlaxcala.

Además, la muestra estudiada informó que de dos años como mínimo a 70 años como máximo han habitado en la localidad donde residen en la actualidad. La media de años viviendo en la localidad fue de 32.2 con una desviación Standar de 19.8. En el rango de 21-40 años de vivir en la localidad de residencia se ubicó el más alto porcentaje del total de la muestra. Así mismo, cerca del 70% de los participantes ha vivido más de 20 años en el mismo lugar, aspecto coincidente con el periodo en que se ha acentuado la preocupación y el estudio sobre el cambio climático.

Con respecto al trabajo u ocupación que desempeña cada uno de los entrevistados, se encontró que realizan una variedad de 14 ocupaciones en conjunto. Tales ocupaciones favorecieron el tener entre los participantes en el estudio, personas con distinta interacción social y ecológica que asegurará

el conocimiento del concepto estímulo. La ocupación de estudiante registró la mayor representatividad (16.5%), este hecho ratifica lo comentado antes, que este sector de población acude al evento Casa abierta por su interés en la oferta académica que difunde el Colegio de Postgraduados en dicho evento. Siguió en importancia, la ocupación de ama de casa (15.2%), esto tiene su explicación porque en el evento se ofertan productos agrícolas frescos de interés para este sector poblacional. El tercer sector importante fueron los productores agrícolas (13.9%) debido a que en el evento consiguen información tecnológica para atender los problemas que enfrentan en sus cultivos y ganado. Mientras que los sectores con menor frecuencia de asistencia indicaron tener como función laboral: mesero, instructor de baile, artesano o se desempeñan en el sector privado.

Las representaciones sociales sobre el cambio climático

Sobre el concepto estímulo “cambio climático”, los participantes expresaron 132 vocablos distintos, sin embargo, estos estuvieron vinculados con el mismo, hecho que reflejó una abundancia semántica y pluralidad de vinculación del concepto en estudio con ciertas palabras definidoras, mismas que conformaron el TRS. Es decir, que estos sujetos, desde su perspectiva saben y expresan a que se hace referencia con el vocablo en cuestión, ya sea porque lo viven, lo perciben a través de sus sentidos, lo valoran, lo relacionan con algo como puede ser su pasado o su presente, su ocupación: trabajo o estudios, o conocen sus causas y efectos. Así mismo, la actitud que asumen ante el fenómeno. Todos ellos son elementos presentes en la representación social de un problema o cosa. Estos resultados reflejan que se accedió de manera empírica a la estructura cognoscitiva e interpretación personal y subjetiva que realizan los sujetos sobre el fenómeno en estudio, de acuerdo con la situación encontrada por Castañeda (2016), en el estudio de las representaciones sociales sobre la comunicación e investigación por estudiantes de la Licenciatura en Comunicación en Colima, México. En ese mismo sentido, Gallego y Castro (2020) en el estudio sobre la caracterización de las representaciones sociales que los docentes en formación han elaborado sobre el cambio climático en Caldas Colombia, encontraron que las elaboraciones del profesorado sobre el tema son fruto de las formas populares de acceder al conocimiento del fenómeno, ya que es común apropiarse de la información a través de los programas divulgativos de televisión de divulgación, la red de internet y materiales escrito, situación que conduce a deducir que las representaciones sociales son producto del conocimiento cotidiano. Por otro lado, estos resultados son coincidentes con lo encontrado por Flores y Amigón (2018), quienes, en el

estudio sobre las emociones en las representaciones sociales del cambio climático por estudiantes de una Universidad Pedagógica Nacional en México, documentaron que los sujetos estudiados disponen de conocimiento sobre el cambio climático, y que una mayor proporción conocen sus efectos y menor porcentaje sus causas. Esta cuestión es de suma importancia, debido a que la identificación de la forma en que un sujeto o sujetos reconocen, construyen, reconstruyen, coconstruyen o transforman la realidad social en la que viven, es un elemento importante a tomar en cuenta para la transmisión de información y desarrollo de capacidades y libertades en dichos sujetos a la hora de promover iniciativas de intervención en las que se requiere la participación individual y colectiva, como es el caso del cambio climático que afecta a la sociedad global. Por lo que es necesaria la participación efectiva de distintos estamentos de la sociedad para realizar acciones de mitigación y adaptación (Rico, 2016).

Índice de consenso grupal

El ICG de la red semántica de los valores que se generaron del procesamiento básico de la información de los indicadores contemplados en el estudio para identificar las representaciones sociales del cambio climático fue de 91.6%, al identificar 121 definidoras repetidas del total encontrado. El valor de este índice informa que las representaciones sociales de las personas de contextos situados participantes en el estudio son compartidas en una proporción alta, en beneficio de las prácticas sociales que ello genera, por lo que como lo plantea Jodelet (1986), hay una toma de postura respecto al cambio climático de los sujetos estudiados. El hallazgo encontrado en este estudio es coincidente con el resultado que presentó Benavides, et al., (2016), al estudiar las representaciones sociales de estudiantes de Bachillerato en Veracruz, México, que en un 94% señalaron conocer del fenómeno del cambio climático, sus causas, sus efectos y adicionalmente le reconocieron como un problema que se debe atender.

Conjunto de la memoria acumulativa semántica

El conjunto de la MAS se presenta en la tabla 1, en la que se denota un tamaño de red de 132 definidoras del concepto estímulo, el PS de cada definidora, su f, así como la DS. En el conjunto se percibe, cómo de acuerdo con estos tres indicadores, el eje de las representaciones sociales lo constituyen los cambios de temperatura, frase a la que los participantes en el estudio asociaron las principales palabras, con un PS igual o mayor a 30, que en conjunto definen el concepto de cambio climático.

términos que los participantes relacionan más con el significado de cambio climático. Varias palabras a las que los participantes recurrieron

para asociarlas a su concepto de cambio climático tienen una clara correspondencia con las principales acepciones que ofrece el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE, 2021), con usos locales y con definiciones documentadas por expertos en el tema como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) y la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH, 1993).

Tabla 1.

Conjunto de la memoria acumulativa semántica sobre el fenómeno del cambio climático

TRS	Palabra definidora	PS	f	DS
1	Cambios de temperatura	112	34	100
2	Modificación	85	29	76
3	Alteración	71	24	63
4	Desequilibrio	48	16	52
5	Calor	63	18	48
6	Transformación	54	16	48
7	Escases de agua	50	16	45
8	Desorden climático	42	15	38
9	Cambios	35	15	31
10	Critico	34	11	30
...
132

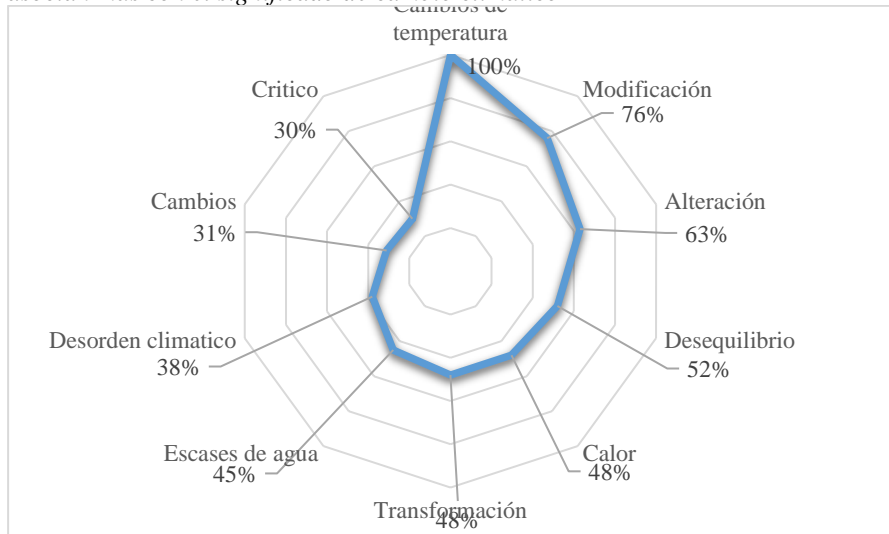
Nota: Elaboración propia a partir de la entrevista

La figura 1 muestra la DS entre cada una de las asociaciones de los

La acepción sobre cambio climático que apunta el DRAE refiere que es un “cambio previsible en el clima terrestre provocado por la acción humana, que da lugar al efecto invernadero y al calentamiento global”. En los usos locales, en la comunicación interpersonal en los contextos situados en estudio, se encontró cambio del tiempo, del clima, cambio en la temperatura (considerado como el eje del significado que dan al cambio climático) y en las lluvias. Las definiciones académicas de expertos en el tema (CNDH, 1993), en su Artículo 1, precisa el cambio climático como un “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables”. Por su parte, el IPCC (2007), señala que es un cambio en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio y en la variabilidad de sus propiedades, y que se mantiene durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos de más de tres décadas.

Figura 1.

Representación gráfica de las definidoras que los participantes en el estudio asocian más con el significado de cambio climático



Nota: Elaboración propia a partir de la entrevista

Por su parte, Miller (2007), indicó que el cambio climático hace alusión a las modificaciones en cualquier factor del clima del planeta, tales como la temperatura, precipitación e intensidad y las rutas de las tormentas. Este hecho es concordante con lo encontrado en un estudio realizado en Chile por Peña y Sandoval (2024), en el que los resultados indicaron que, existen representaciones sociales del cambio climático comunes en poblaciones de

áreas rurales y urbanas, y la relevancia de las causas de origen antrópico. Sin embargo, las significaciones sobre los efectos y consecuencias difieren.

Tanto por afinidad semántica como por sinonimia los términos cambio de clima, temperatura etc., que indicaron los participantes de contextos situados en el estudio están comprendidos en las acepciones y definiciones referidas en la literatura consultada. Hecho que denota que hay concordancia entre las palabras definidoras que expresaron los participantes en el estudio y la acepción de cambio climático del DRAE, las definiciones académicas y el propio lenguaje coloquial de los participantes de contextos situados.

De acuerdo con la red semántica identificada, su núcleo se ubicó en la palabra-frase cambios de temperatura, con un peso semántico significativamente mayor que el resto de las palabras que osciló de 0.8% a 76%. Este resultado permite afirmar que la definidora, palabra-frase, eje del significado de cambio climático está fuertemente asociada con el concepto para el grupo de personas participantes en el estudio. La definidora modificación, fue ubicada en el segundo lugar, mientras que alteración en el tercer puesto del núcleo de la red. Al igual que Peña y Sandoval (2024), en estudio realizado en Chile encontraron que el núcleo central de la representación social del cambio climático correspondió al aumento de la temperatura, mientras que en la periferia encontraron las definidoras: cambio que se asocia con modificación, así como la definidora transformación, asociada a alteración.

La red cognoscitiva de las palabras asociadas al fenómeno del cambio climático, a través de la técnica de las redes semánticas encontrada en este estudio, revela que el cambio de temperatura como parámetro climático fue considerado la palabra-frase mejor definidora del problema abordado. Hecho que es de llamar la atención, si se considera que la concepción del cambio climático por el IPPC (2007) contempla que el concepto se refiere a la variación de los indicadores climáticos en periodos de más de tres décadas, entre tales parámetros está la temperatura como factor importante en el desarrollo y la vida de todo organismo. En ese sentido, el hallazgo de las primeras 10 definidoras clave en la memoria de los sujetos participantes en este estudio, forman parte de la evaluación del significado de cambio climático por personas de contextos situados y sirve como una aportación empírica para delimitar los aspectos que los sujetos participantes vinculan a dicho constructo. Así mismo, puede funcionar como un primer paso para proponer estrategias de mitigación y adaptación ante el cambio climático relevantes y desde la perspectiva de los actores sociales involucrados.

El análisis fino de las palabras definidoras del cambio climático condujo a una categorización que las agrupa en seis dimensiones y dos subdimensiones cada una. Conjunto de dimensiones y subdimensiones que tienen relación con los siguientes tres aspectos; de acuerdo con Jodelet (1986) las representaciones sociales son una forma de conocimiento social que sirve para la valoración de una situación. Mientras que para Abric (2001) son la base que rige los comportamientos y conductas de las personas. Por su parte para Isaacs y Mancilla (2014) las creencias como parte de los aspectos socioculturales influyen en las actitudes de las personas. De modo, que al considerar las categorías enunciadas por los autores anteriores, las representaciones sociales, se pueden exhibir en un abanico amplio de circunstancias que incluye aspectos cognitivos, valorativos, causativos, socioculturales, consecuenciales y conductuales. Así, de esta etapa del estudio surgieron las dimensiones y subdimensiones señaladas que refieren de viva voz los sujetos participantes en el estudio, los diversos significados que se vinculan a la representación social de las personas de contextos situados sobre el concepto que evocan en su memoria, al pensar sobre el cambio climático.

Respecto a la articulación de las relaciones lógicas entre las definidoras que componen cada dimensión, se consideró como la base del diseño de la red semántica de los diversos significados que entran en juego en la representación social del cambio climático configurada y representada en la figura 2.

En el análisis de las palabras definidoras, se encontró que la dimensión cognoscitiva, que fue la que obtuvo el segundo peso semántico más alto (28.44%), es plausible dividirla en dos subdimensiones: una relativa al tiempo y la otra sobre cambio o transformación. Los participantes en el estudio relacionan el cambio climático con la ocurrencia en su vida presente y visualizado, relativa al tiempo, y en la subdimensión de cambio o transformación, comparada con el pasado sobre cambios de temperatura, modificación, alteración, transformación, desequilibrio, desorden climático, cambios y desequilibrio ecológico; como expresión cotidiana de su realidad actual. En ese sentido, como lo plantea Lezama (2008) un fenómeno que no ha tenido una percepción y reconocimiento social no llega a ser relevante para su atención, aun cuando este cause perjuicios al medio ambiente y a la sociedad. Mientras que para Araya (2002) las representaciones sociales son una concepción que toma en cuenta la dimensión cognoscitiva para resignificar la realidad. Al asociar dichos aspectos al significado del fenómeno del cambio climático, resultan afectadas las actividades económicas y sociales, los bienes y productos, así como la salud de las personas. Aspectos coincidentes con la problemática que se propicia a

consecuencia del cambio climático encontrado en el estudio realizado por Olcina, et al., (2023).

En la dimensión valorativa, que registró un peso semántico de 9.5%, los participantes ubicaron aspectos con los que realizan la valoración del fenómeno del cambio climático en dos subdimensiones. La subdimensión de responsabilidad y la de evaluación propiamente dicha del fenómeno. Desde la dimensión valorativa indican que por ser un fenómeno que en su cotidiano visualizan como causante de varios daños, le otorgan una valoración altamente negativa, se conciben como parte causal del fenómeno y la humanidad en su conjunto como responsable. Desde la subdimensión de la responsabilidad, refieren que la propia humanidad es responsable del fenómeno por la inconciencia, falta de valores y desinterés personal y colectivo en los comportamientos humanos sobre las formas de producción y de consumo, aspectos asociados a la generación de determinados residuos contaminantes, si no tienen un manejo adecuado. Las definidoras evocadas, indican que el cambio climático es un suceso ocasionado por la humanidad, coincidente con lo planteado en la literatura. Mientras que desde la subdimensión de evaluación, estiman el fenómeno como grave, extremo y crítico, hasta quienes señalan que es impredecible e irreversible, así mismo apuntan que es importante y digno de preocupación porque la vida animal, vegetal y humana está en riesgo, amenazada y es afectada por catástrofes, las cuales, con los cambios actuales tienen mayores posibilidades de ocurrencia. Debido al cambio, valoran el clima como deficiente, y expresan que eso es una tristeza y a la vez una crueldad por las múltiples afectaciones. Razones por las que se hace necesario la atención impostergable de las causas que provocan dicho cambio. Por su parte Flores (2018) en su estudio sobre las representaciones sociales del cambio climático por estudiantes universitarios encontró que estos manifiestan una preocupación por las condiciones actuales y futuras del planeta, la cual expresan en sentimientos como: tristeza, angustia, temor, sensación de que bajo la situación actual se destruirá el planeta e incluso en términos pesimistas, plantean que no hay salida.

En la dimensión sociocultural, con peso semántico de 3.67%, los participantes ubicaron las asociaciones que hacen del cambio climático como fenómeno que afecta la vida en el planeta. Precizaron que en el contexto de su cultura como expresión y construcción humana practicada en lo individual y colectividad de la humanidad que reside en la comunidad donde viven, el clima de tiempos anteriores comparado con el clima actual es añorado y anhelado, en espera de que las estaciones del año vuelvan a su

normalidad y a partir de la capacitación y la educación se atienda la desinformación e ignorancia respecto al fenómeno. Ante ello, en cualquier realidad social, aparece una base de valores, experiencias de las personas para actuar (González, 2012). Acciones sobre las que se esperaría desarrollar capacidades en los individuos para atender con mayor tino tareas de mitigación y adaptación ante el cambio climático

Desde la dimensión causativa del cambio climático a partir de las definidoras nombradas por los participantes en el estudio, la tercera dimensión con mayor peso semántico (13.91%), se identificaron tres subdimensiones: la subdimensión de causas antropogénicas, la de política y de poder, y la de la ética. En esta subdimensión se refuerza lo manifestado en la subdimensión de la responsabilidad de la dimensión valorativa, al indicar que las causas del fenómeno son derivadas de acciones antropogénicas que generan los gases de efecto invernadero emanados de la industrialización, fábricas, automóviles, residuos industriales, plásticos, contaminación en general, y de ríos y mares, lo que se evidencia de manera fehaciente en humo, smog, aguas negras, agroquímicos y mal uso de energéticos. Así como, la deforestación y la explotación de los recursos naturales. Aspectos a los que se suman y relacionan con aquellos ubicados en la subdimensión política y de poder, relativos a la urbanización, el mismo desarrollo e introducción del capitalismo, incluso en actividades primarias como en la agricultura industrializada, que obedece a la penetración del capitalismo, los modelos de desarrollo imperantes y la misma globalización que desde los políticos y los centros de poder promueven la tecnología industrializada para apostar por la ganancia y el lucro, con una consideración incipiente del medio ambiente y aspectos socioculturales. Desde la subdimensión ética los factores anteriores encuentran su apoyo en la irresponsabilidad de las personas, la negligencia, el descuido, la corrupción, consumismo, desenfreno y soberbia, que en conjunto conducen a una perturbación tanto ecológica como social. Estos resultados son coincidentes con los encontrados por Meira, et al., (2013) y Meira y Arto (2014) en España, así como por Reyes (2014) en México.

La dimensión consecencial del significado del cambio climático, obtuvo el mayor peso semántico de la red con valor de 32.22%. De acuerdo con las afectaciones que provoca el fenómeno en el planeta, es decir, lo que han visto, sentido y oído los sujetos participantes en este estudio, esta dimensión fue dividida en tres subdimensiones: la social, la económica y la ecológica. En la subdimensión social del significado del cambio climático se contemplan las asociaciones que los participantes hacen, relativas a problemas y consecuencias como la muerte de animales y personas, daños en especies vegetales y animales, incluso el ser humano por enfermedades

causadas por el cambio climático y carencias por la escases de alimentos, por su parte Porrúa (2001) en su estudio sobre Cambio climático global: causas y consecuencias, adelantó que en los sistemas socioeconómicos ocurriría la serie de consecuencias que los sujetos de este estudio identificaron 23 años después. Refieren también problemas por el oxígeno asociado a la deforestación y déficit de espacios de producción agrícola, que se traducen en pobreza, fenómeno que afecta a sus localidades de origen. Aspectos articulados a la dimensión económica, al vincular el fenómeno con escases de recursos económicos, afectación en los precios de los productos y sobre todo, pérdidas en la producción, aspectos que se identificaron por Hernández (2020) en su estudio sobre el cambio climático: causas y consecuencias. Así mismo, los sujetos participantes, en sus vivencias denotan una articulación con la subdimensión ambiental a partir de la cual vinculan problemas y consecuencias en el medio ambiente que se expresan en el calentamiento global, escases de agua, sequías, pero también su contraparte aumento de lluvia y agua que causa inundaciones y otro tipo de desastres naturales, deshielo (que los participantes en este estudio observan en los nevados del Popocatepetl, Iztlazihuatl, Pico de Orizaba y Cofre de Perote), bajas temperaturas, maltrato de animales, problemas de suelo, enfermedades y plagas en especies vegetales y animales que merman su producción, así como extinción de especies que en conjunto causan destrucción de los recursos naturales y la vida misma. Aspectos coincidentes con resultados encontrados en otras latitudes como: Estados Unidos de América e Inglaterra (Leiserowitz, 2004), en España (Ministerio de Medio Ambiente, 2007), así como en el recuento consecencial del cambio climático que acertadamente realizó Hernández (2020).

Desde la dimensión conductual, con un peso semántico de 2.5%, el PS más bajo de las seis dimensión, se rescataron las escasas pero robustas asociaciones que los participantes hicieron del cambio climático como fenómeno que los afecta, al señalar que es urgente la participación o recomendación de estrategias de mitigación y adaptación al fenómeno para fortalecer la resiliencia, aprovechar oportunidades y acciones como la reforestación, el reciclaje y el uso de cañones antigranizo a favor de las lluvias. Desde las conductas rescatadas, Jodelet (2000) plantea que las representaciones sociales se forjan a través de procesos personales y colectivos de percepción, experiencia y lenguaje, que son la base de las prácticas para atender el fenómeno que afecta a la colectividad. En ese sentido, como planteó Porras y Pérez (2022) en su estudio de las representaciones sociales del cambio climático en futuros profesionales de la ciencia, que las concepciones sociales sobre la variabilidad climática, las

reflexiones que surgen de los conocimientos locales y las acciones que se proponen desde los contextos situados y en coherencia con los hallazgos científicos y las potencialidades de los conocimientos de sentido común son un potencial para mitigar o adaptarse al cambio.

En las seis dimensiones y las 12 subdimensiones resultantes del proceso de diferenciación, clasificación y categorización de las definidoras del constructo usado como estímulo, se agruparon los significados que configuraron la representación social del fenómeno del cambio climático por los participantes en el estudio. Las cuales, para los participantes constituyen parte importante de la manera de sentir, percibir, vivir, pensar y actuar sobre el fenómeno.

Figura 2.

Red semántica de la representación sobre el cambio climático por personas de contextos situados



Nota: Elaboración propia a partir de la entrevista

CONCLUSIONES

El abordaje de las representaciones sociales por personas de contextos situados desde la perspectiva teórica y metodológica planteada aseguró identificar y caracterizar las representaciones sociales sobre el cambio climático, se encontró coincidencia sobre el significado de cambio climático entre los participantes en el estudio y el discurso que manejan los académicos y científicos dedicados a este tema.

El trabajo expone que los participantes disponen de información y un nivel de conocimientos sobre el cambio climático, lo valoran negativamente, lo relacionan con aspectos socioculturales y definen sus causas, sus consecuencias y señalan formar parte de los responsables. Al mismo tiempo, indican cómo viven sus consecuencias, así como la conducta que asumen o debería tomarse desde su memoria del significado global de su representación.

Se identificaron conductas tendientes al diseño de estrategias de mitigación y adaptación ante el fenómeno del cambio climático, las cuales se pueden realizar a partir de acciones concretas (reciclaje, reforestación, ahorro de agua, ahorro de energía, reducir el uso de agroquímicos y en la agricultura transitar hacia una producción agroecológica) desde la casa, la escuela o en el trabajo a que se dedique cada persona. Conductas que se pueden auxiliar o reforzar con acciones que promuevan el desarrollo de capacidades para realizar estas y otras acciones a incorporar.

LITERATURA CITADA

- Abric, J. (2001). Las representaciones sociales: aspectos teóricos. En *Prácticas sociales y representaciones*, editado por Jean Abric, 11–32. México: Ediciones Coyoacán S.A. de C. V.
- Araya, S. (2002). *Las representaciones sociales: ejes teóricos para su discusión*. Costa Rica: FLACSO, 2002. <https://tinyurl.com/82jwrdvs>
- Benavides, L. O. B., Frenk, G. A., & González, G. É. J. (2016). Representaciones sociales sobre cambio climático. Un acercamiento a sus procesos de construcción. *Trayectorias*, 18(43), 73-92. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60746482004>
- Castañeda, A. (2016). Las redes semánticas naturales como estrategia metodológica para conocer las representaciones sociales acerca de la investigación en el contexto de la formación profesional de los comunicadores. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas* 22 (43): 123-168. <https://tinyurl.com/35shbbnv>
- Castañeda, A. y Chávez, M. G. (2016). Los grupos de discusión como estrategia metodológica: para conocer las representaciones sociales acerca de la investigación en el contexto de la formación profesional de los comunicadores. *Estudios sobre las culturas contemporáneas*, (44), 127-177. <https://tinyurl.com/2e35cnxv>
- CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño). 2022. ¿Qué es el cambio climático?. <https://tinyurl.com/2swjswej>

- Cohen, S. D., David, R. J. y Rothman, D. (1998). Climate change and sustainable development: towards dialogue. *Global Environmental Change* 8: 341-371.
- CNDH. Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (1993). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Marco normativo. <https://tinyurl.com/yfk7f2m7>
- Cozer, L. S. (2011). Género y Cambio Climático. *Revista Latino-americana de Geografía y Género*, 2(1), 12-26. <https://revistas.uepg.br/index.php/rlagg/article/view/1733/1891>
- Dalla. N. G., Serantes, A. P., & Sato, M. (2017). ¿Quiénes son los afectados por el cambio climático?. Carpeta Informativa del CENEAM, janeiro, 1-5. https://www.araceliserantes.com/Araceli_Serantes/Artigos_Educacion_Ambiental_files/2017-dalla-serantes-sato_tcm7-443541.pdf
- Díaz, C. G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y sociedad*. XXXVII(2), 227-240. <https://intranetrepositorio.intec.edu.do/server/api/core/bitstreams/3bacdd56-e4ef-4b1f-a2eb-d5cced4f44aa/content>
- DRAE (Diccionario de la Real Academia Española). (2021). Diccionario de la lengua española. Madrid.
- European Commission. 2009. Europeans attitudes towards climate Change. Bruselas Special, Eurobarometer 322. TNS Opinion & Social.
- Flores, I. (2005). Identidad cultural y el sentimiento de pertenencia a un espacio social: una discusión teórica. *La palabra y el hombre*, 136, 41-48. https://educacion.indiceenlinea.com/valores/docs/lecturas/identidad_cultural/identidad_cultural_03.pdf
- Flores, R. C., & Amigón, E. T. (2018). Las emociones en las representaciones sociales del cambio climático. *Educación en Revista*, 34(68), 217-233. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.55684>
- Flores, R. C. (2018). El cambio climático en las representaciones sociales de los estudiantes universitarios. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(1), 122-132. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412018000100122&lng=es&tlng=es.
- Gallego, T. A. P., & Castro, M. J. E. (2020). Estudio de las representaciones sociales de los docentes sobre el cambio climático antropogénico. *Revista científica*, (38), 229-242. <https://doi.org/10.14483/23448350.16190>
- González, E. J. (2012). La representación social del cambio climático: una revisión internacional. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1035-1062. <https://tinyurl.com/c7k2czjs>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio Climático. (2007). Informe de síntesis.

- Hernández, Y.. (2020). Cambio climático: causas y consecuencias. *Renovat: Revista De Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales, Tecnología E Innovación*, 4(1), 38–53. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/3517>
- Hinojosa, G. (2008). El tratamiento estadístico de las redes semánticas naturales. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 18(1): 133-154. <https://tinyurl.com/36tu6jy7>
- Isaacs, M. y Mansilla, L. (2014). Representaciones sociales sobre inclusión de personas con discapacidad en educación superior. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 13 (26): 117-130. <https://tinyurl.com/mv98udb5>
- Jodelet, D. y Guerrero, A. (2000). Develando la cultura. *Estudios en representaciones sociales*. México: UNAM.
- Jodelet, D. (2000). Representaciones sociales: contribución a un saber sociocultural sin frontera, En *Develando la cultura. Estudios en representaciones sociales*, Jodelet, D. y A. Guerrero (coords.), Ciudad de México: UNAM, pp. 7-30.
- Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. En *Psicología social II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Editado por Serge Moscovici. 469 – 494. Buenos Aires: Paidós.
- Kindelán, C. (2013). Percepción, información y comunicación del cambio climático, conocimiento en estudiantes universitarios. Tesis para doctorado en la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España.
- Leiserowitz, A. (2004). Before and after The Day After Tomorrow: A U.S. study of climate change risk perception. *Environment*, 46 (9): 22-37. <https://tinyurl.com/5n8pk649>
- Lezama, J. L. 2008. La construcción social y política del medio ambiente, Ciudad de México: México: México: El Colegio de México. <https://tinyurl.com/4exb82vj>
- Marcus, G. (2001). Etnografía en/del sistema mundo. El surgimiento de la etnografía multilocal.” *Alteridades*, 11(22): 111-127. <https://tinyurl.com/3p2kf7dm>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2007). *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia: Horizonte 2007-2012-2020*. Madrid. <https://tinyurl.com/2p93jvp8>
- Meira, A. y Arto, Monica. 2014. “Representaciones del cambio climático en estudiantes universitarios en España: aportes para la educación y la comunicación”. *Educación em Revista*, 15-33. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38041>

- Meira, A.; Arto, M.; Heras, F.; Iglesias, L.; Lorenzo, J. y Motero, P. (2013). La respuesta de la sociedad española ante el cambio climático. Madrid: Fundación MAPFRE/Aldine Editorial. <https://tinyurl.com/3h7nt3uj>
- Mendoza, G. J. L., Buitrago, R. D. H., Navas, B. W. I., & Suriaga, S. M. A. (2024). El agotamiento de los recursos naturales y su efecto en el medio ambiente. *MQRInvestigar*, 8(4), 1611-1626. DOI: <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.1611-1626>
- Miller, T. (2007). *Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral*, 8va. Edición, México: Editores Internacional Thomson.
- Moscovici, S. (2001). *Social Representations. Explorations in social psychology*. Great Britain: New York: University Press.
- Moyano, E.; Paniagua, Á. y Lafuente, R. (2009). Políticas ambientales, cambio climático y opinión pública en escenarios regionales. El caso de Andalucía". *Revista internacional de sociología*. 67, (3): 681-699. <https://doi.org/10.3989/ris.2008.01.23>
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Olcina, J., Morote, S. Á. F., & Souto, G. X. M. (2023). Representaciones sociales y cambio climático en la Geografía escolar. Un estudio de caso desde la formación del profesorado. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias*, 27(4), 1-32. <https://doi.org/10.1344/sn2023.27.39948>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*, Santiago. <https://tinyurl.com/yc4nnh86>
- Pacheco, G. A. B., & Hernández, R. (2019). Cambio climático algunos aspectos a considerar para la supervivencia del ser vivo: revisión sistemática de la literatura. *Revista cuidarte*, 10(3). <http://dx.doi.org/10.15649/cuidarte.v10i3.664>
- Paoli, J. A. (2004). *Comunicación e información. En Comunicación e información, Perspectivas teóricas*. 11-17. México: Trillas.
- Piña, O. J., & Cuevas, C. Y. (2004). La teoría de las representaciones sociales: Su uso en la investigación educativa en México. *Perfiles educativos*, 26(105-106), 102-124. <https://www.redalyc.org/pdf/132/13210605.pdf>
- Peña, G. M., & Sandoval, D. J. S. (2024). Representaciones sociales del cambio climático entre población urbana y rural de Chile. *Revista de psicología (Santiago)*, 33(1), 77-91. <https://dx.doi.org/10.5354/0719-0581.2024.71552>
- Porras, C. Y. A., & Pérez, M. M. R. (2022). Representaciones sociales del cambio climático en futuros profesores de ciencias: una mirada desde la

- perspectiva freireana. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (52), 83-100. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-16470>
- Porrúa, M. E. (2001). Cambio climático global: causas y consecuencias. *Rev. Inf. y análisis*, 1, 7-17. <https://ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS15/MGTSV15-02/SEMANA3/climatico.pdf>
- Ramírez, S. L. P. (2008). La teoría de las representaciones sociales y la perspectiva de Pierre Bourdieu: Una articulación conceptual. *Revista de investigación Educativa*, (7), 1-19. <https://www.redalyc.org/pdf/2831/283121713002.pdf>
- Reyes, J. (2014). Los jóvenes universitarios y el cambio climático. Un estudio de representaciones sociales. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 99-104. <https://tinyurl.com/p7wknr8y>
- Rico, A. (2016). Representaciones sociales de un grupo de estudiantes universitarios colombianos sobre el ambiente. *Educação e Pesquisa*. 42 (4): 1001-1014. <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201603143940>
- Rodríguez, G.; Gil, J. y García, E. (2001). *Metodología de la investigación cualitativa*. España: Ediciones Aljibe
- Sánchez, M., Berenice, F. V., Susana, R. H., Elba, A. E., Ana, M., & Contreras, C. E. A. (2020). Causas y consecuencias del cambio climático en la producción pecuaria y salud animal. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(2), 126-145. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11s2.4742>
- Sandín, M. P. (2004). *Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y tradiciones*. México: Mc Graw-Hill.
- Seacrest, S.; Robert, K. y Leonard, R. (2000). Global climate change and public perception: the challenge of translation. *Journal of the American Water Resources Association* 36: 253-263. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2000.tb04265.x>
- Valdez, J. L. (2005). *Las redes semánticas naturales, usos y aplicaciones en psicología social*. México: UAEM.
- Vergara, Q. M. D. C. (2008). La naturaleza de las representaciones sociales. *Revista latinoamericana de Ciencias Sociales, niñez y juventud*, 6(1), 55-80. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlcs/v6n1/v6n1a03.pdf>
- Villamañan, M. (2016). Lo comunitario en las representaciones sociales de la violencia. *Psicología & Sociedad*, 28 (3): 494-504. <https://doi.org/10.1590/1807-03102016v28n3p494>

SÍNTESIS CURRICULAR

Andrés Pérez-Magaña

Dr. en Agroecología, sociología y desarrollo rural sostenible, su correo electrónico es: apema@colpos.mx, se desempeña como Profesor Investigador Titular en el Colegio de Postgraduados en donde realiza actividades de enseñanza a nivel de posgrado, actividades de investigación y vinculación, como producto de estas actividades ha participado en la asesoría de 48 tesis de licenciatura, maestría y doctorado, es integrante del Núcleo Académico de dos posgrados inscritos en el Sistema Nacional de Postgrados de la SECIHTI, ha publicado 23 artículos en revistas nacionales e internacionales, ha sido compilador y coordinador de 6 libros y ha participado en la publicación de 22 capítulos de libro, es miembro del comité organizador de dos congresos internacionales que se realizan cada año desde 2018, ha participado en la presentación de 73 ponencias en congresos, lo cual lo ha hecho merecedor de reconocidas distinciones, entre las cuales figura el reconocimiento en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores en el Nivel I. Correo electrónico: apema@colpos.mx.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2790-0642>

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

Dendrometric analysis of mesquite and assessment of regional ecosystem service in Jalisco

Lilia García-Azpeitia¹

Resumen

Se realizó el análisis estructural de un bosque espinoso nativo localizado en el estado de Jalisco, con el objetivo de caracterizar la composición arbórea y las condiciones ecológicas del ecosistema, así como determinar la estructura dasométrica de mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnst.) como especie dominante. Se identificó el estrato arbóreo, se registraron variables abióticas y se evaluaron las principales actividades antropogénicas. El análisis estadístico, con un nivel de confianza del 95%, mostró que la especie arbórea presentó una densidad de 210 individuos/ha y una densidad relativa (DR) de 71.19%, seguida de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) con 80 individuos/ha y una DR de 28.81%. Se detectaron alteraciones fisicoquímicas en el 10% del suelo, afectación por actividades humanas en el 30% del área y deforestación equivalente al 10% (40 árboles/ha). La regeneración natural fue nula para individuos de 0.1 a 1 m de altura, evidenciando un proceso de

degradación progresiva. A partir de esta caracterización, se valoró el bosque espinoso como servicio ecosistémico regional, considerando sus funciones ambientales, sociales y ecológicas. Se identificaron servicios de regulación (captura de CO₂, conservación del suelo, generación de biomasa y mitigación térmica), de aprovisionamiento (recursos maderables y frutos de mezquite), de apoyo (mantenimiento de biodiversidad) y culturales (identidad regional y valor espiritual). Los resultados evidencian la importancia de conservar este ecosistema como recurso estratégico para la sostenibilidad y la preservación de la biodiversidad en las zonas semiáridas de México.

Palabras clave: Biodiversidad, Dasometría, Ecosistema, Restauración, Sostenibilidad.

Abstract

A structural analysis of a native thorn forest located in the state of Jalisco was conducted to characterize the arboreal composition and ecological conditions of the ecosystem, as well as to determine the dendrometric structure of mesquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez

Recibido: 20 de octubre de 2025

Aceptado: 1 de febrero de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en *Ra Ximhai* 3(1): 373-399

doi.org/10.35197/rx.22.01.2026.16.lg

Willd.) M. C. Johnst.) as the dominant species. The tree stratum was identified, abiotic variables were recorded, and the main anthropogenic activities were evaluated. Statistical analysis, with a 95% confidence level, showed that the tree species had a density of 210 individuals/ha and a relative density (RD) of 71.19%, followed by huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) with 80 individuals/ha and an RD of 28.81%. Physicochemical alterations were detected in 10% of the soil, human activity impacts were found in 30% of the area, and deforestation equivalent to 10% (40 trees/ha). Natural regeneration was nonexistent for individuals between 0.1 and 1 m in height, indicating a process of progressive degradation. Based on this characterization, the thorn forest was

assessed as a regional ecosystem service, considering its environmental, social, and ecological functions. Regulating services (CO₂ sequestration, soil conservation, biomass generation, and thermal mitigation), provisioning services (timber resources and mesquite fruit), supporting services (biodiversity maintenance), and cultural services (regional identity and spiritual value) were identified. The results demonstrate the importance of conserving this ecosystem as a strategic resource for sustainability and biodiversity preservation in the semi-arid regions of Mexico.

Key words: Biodiversity, Dendrometry, Ecosystem, Restoration, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

La intervención humana ha provocado la degradación de aproximadamente el 80 % de las tierras agrícolas, 10 a 20 % de los pastizales y 87 % de los humedales del mundo, según estimaciones de plataformas intergubernamentales que analizan la literatura científica sobre degradación de la tierra. (Cheng et al., 2021). En México, de acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable la definición de vegetación forestal refiere especies leñosas perennes con cobertura mayor al 10 % de la superficie que ocupa (LGDFS, 2003) y según el INEGI (2017) la vegetación forestal de zonas áridas incluye al matorral, selva baja espinosa y chaparral, incluida la vegetación arbórea o arbustiva que crece en zonas con precipitación media anual inferior a 500 mm, el matorral xerófilo incluye el bosque de mezquite (BM)) con una extensión de 216,234 ha de bosque como especie primaria; lo que evidencia la importancia de la conservación de estos ecosistemas. Parte de este ecosistema es *P. laevigata*, de la familia Fabaceae, con 11 especies endémicas en México (Palacios et al., 2016), el cual está presente en 290, 347 ha (CONAFOR, 2020b). Esta especie, constituye una parte fundamental de la flora del árido mexicano, de importancia ecológica, económica e industrial indiscutible (Foroughbakhch et al., 2024). La estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México mostró que el 34.99 % de concentración de carbono se registró en bosques templados y tropicales y el 15.27 % en matorrales (CONAFOR

2020a). Para la Región Altos Norte (RAN), el Programa de Ordenamiento Ecológico (2020) menciona que dentro de los hábitats críticos para la fauna está el ecosistema de mezquite espinoso, en el cual están en riesgo siete especies de fauna silvestre según la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la RAN, Lagos de Moreno tiene una superficie de 2,797 km² que corresponde al 32.70%, la mayor parte de la zona (38.3%) tiene clima semiseco templado y desde los años sesenta se empezó a percibirse la problemática ambiental por la deforestación, la contaminación, la erosión y la pérdida de fertilidad del suelo; y la escasez de agua (la disponibilidad de agua con un valor negativo, -30.02 Mm³); por lo que la mayoría de la superficie del municipio se encuentra en la categoría de riesgo alto de sequía (INEGI, 2022). Según el Plan Municipal de Desarrollo Humano de Centro de Población de Lagos de Moreno (2022), el BM está dentro del área de conservación, que corresponde a bosque espinoso con presencia de *Prosopis* spp. Es fundamental conservar este ecosistema natural ya que de acuerdo con el área de ecología del gobierno del municipio de Lagos de Moreno este BM es el único que se ha conservado (comunicación personal, junio de 2022).

Por otra parte, los ecosistemas ofrecen cuatro tipos de servicios ambientales: regulación, soporte, provisión y cultural (SEMARNAT, 2021; Sarukhán, 2021) y como lo refiere Acharya et al. (2019) es necesario realizar análisis de servicios ambientales regionales, además de mencionar que de 1156 estudios no se hace referencia de ningún estudio en México.

Por lo anterior, la investigación tuvo la finalidad de diagnosticar el estado de conservación de un bosque espinoso en Lagos de Moreno, se determinó la flora en estado arbóreo, las características dasométricas de la especie dominante, los factores abióticos y estado de conservación del bosque. Y se planteó el análisis del BM bajo la perspectiva de que aporta los cuatro tipos de servicios ecosistémicos, bajo un enfoque sistémico.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio se realizó en un BM localizado en el municipio de Lagos de Moreno dentro de la región Norte de Jalisco, México. Su localización geográfica corresponde a 21°18'57.4"N y 101°54'36.2"W, entre la Sierra Madre Occidental y el Eje Volcánico Transmexicano (figura 1).

Diagnóstico de especies arbóreas del bosque

Para el conteo arbóreo de especies predominantes se consideraron seis transectos de 10 x 100 m, seleccionados en secciones distantes. Se determinó: 1) la densidad relativa (DR) considerando el número de ejemplares de especie primaria y secundaria por transecto; 2) la posición sociológica (expresión vertical de las especies), por lo que se definieron tres sub estratos para la especie dominante: 1-3 m (inferior), 3-5 m (medio) y 5-

10 m (superior), se realizó el conteo manual de los árboles de cada estrato; 3) se evaluó la regeneración natural de la especie dominante, para ello, se identificaron aquellos ejemplares de 0.1 a 1 m de altura.

Figura 1.

Fotografía panorámica de un parte del área de bosque espinoso, cuya especie arbórea dominante es Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C.

Johnst



Nota: Fotografía tomada por autor.

Caracterización dasométrica

Se establecieron diez unidades experimentales de aproximadamente 1 ha cada una. Se determinó un tamaño de muestra de 60 individuos, con un error del 11 % y un nivel de confianza del 90%, se muestrearon seis árboles adultos (altura mayor a 3 m) por unidad experimental, con un total de n=60 árboles, se utilizó una estación total SOKKIA serie SET650RX con un telescopio con aumento 26X y un campo de visión de 1°30', para medir la altura (m), altura de copa (m), diámetro de copa (m) (con la medición de seis puntos alrededor del perímetro de cada individuo). Se midió el diámetro a Normal a 1.30 m de altura sobre el suelo (DAP) y el Índice de Esbeltez (IE). Con las determinaciones del DAP, la altura, largo y diámetro de copa se calcularon los demás indicadores: Porcentaje de copa PC (Largo de copa/altura) x 100, índice de copa IC (largo de copa/diámetro de copa), forma de copa FC (diámetro de copa/largo de copa), índice de espacio vital IEV (diámetro de copa/diámetro normal) (Durlo, 2001; Arias, 2005) y el diámetro basal DB (ecuación específica para matorral xerófilo) (Morfin et al., 2015). Para el análisis estadístico de factores abióticos y variables dasométricas se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurión versión

XVI, con un nivel de significancia del 5%. Se realizó una correlación para DAP y altura de los árboles.

Análisis de factores abióticos

Con adaptación de González Rodríguez et al. (2018) y Muñoz Iniestra et al. (2017), se registraron los valores promedio de tres factores abióticos (temperatura máxima, humedad relativa (%), velocidad de aire (m/s), en tres sitios en el perímetro del BM, fuera de la copa de los árboles, las mediciones se realizaron dos veces por semana, durante 48 semanas. Para la determinación de la velocidad del aire, se utilizó un anemómetro modelo ST8021; la temperatura y humedad relativa se midieron con un mobile-cassy marca Leybold. Se analizaron tres muestras de suelo y una muestra compuesta, 1 kg en cada sitio (Bautista et al., 2011), los análisis edafológicos se realizaron en el Laboratorio de Suelos del CUCBA de la Universidad de Guadalajara. Se midió la humedad relativa y temperatura en 17 micrositios, dentro del bosque bajo las copas de los árboles de *P. laevigata*. Al interior del bosque en 12 sitios de suelo, se determinó temperatura, pH y humedad, se utilizó un medidor HI9811-5N, marca Hanna Instruments.

Análisis de servicio ambiental

Para la valoración del bosque de mezquite como servicio ambiental (SA) se utilizó la Clasificación Internacional Común de los Servicios de los Ecosistemas (CICES) para la Contabilidad Ambiental y Económica Integrada, versión 5.1 (Haines y Potschin, 2018). El análisis se realizó bajo un enfoque sistémico, considerando los tres ejes del desarrollo sostenible: social, ambiental y económico, en concordancia con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente los ODS 13 (Acción por el clima) y 15 (Vida de ecosistemas terrestres). En la dimensión económica, se aplicaron dos métodos de valoración económica de servicios ambientales, de acuerdo con los lineamientos de SEMARNAT (2020). Se utilizaron datos de productividad sin alteración del ecosistema, considerando que una hectárea de *P. laevigata* puede generar aproximadamente 700 kg de madera (Blanco, 2019) y de 1 a 1.2 toneladas de carbón por cada 5 toneladas de leña (SEMARNAT, 1998). En la dimensión ambiental, se estimó la fijación aproximada de CO₂ y el contenido de biomasa (por individuo y por población de mezquite mediante un procedimiento no destructivo, empleando el DAP y una ecuación alométrica específica para la especie de acuerdo con Méndez et al. (2012). En la dimensión social, se consideró la cuarta Directriz Internacional sobre Planificación Urbana y Territorial (ONU-Hábitat, 2015; OMS, 2021); y el CICES con sus tres servicios (provisión, regulación y mantenimiento, y cultural), con su análisis biótico

y abiótico; se analizaron los usos locales del mezquite. Este sistema estandarizado, es compatible con ODS, SEMARNAT, evaluaciones tipo IPBES y análisis multicriterio (MCDA). Se apoyó el análisis con información de INEGI (Jalisco) y del Consejo Nacional para la Biodiversidad (CONABIO), correspondiente a la región Altos Norte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de especies arbóreas del BM

En el bosque nativo únicamente hay dos especies predominantes, la especie primaria o dominante es *P.laevigata*, con un promedio de 210 individuos/ha, el 62 % son árboles grandes, una mortalidad de 21%; como especie secundaria *A.farnesiana*, con 80 individuos/ha, especie arbustiva que mostró una mortalidad menor al 10 %. La DR de la especie dominante fue de 71.19 % la cual fue menor a lo mencionado por Valenzuela et al. (2015), quienes refieren valores de 91.15 %; y para la especie secundaria de 28.81%. En el 30 % del bosque está presente *Opuntia spp.* con una altura mayor a tres metros, en promedio 10 individuos/ha (figura 2). El número de individuos de mezquite en una hectárea concuerda con lo encontrado por Flores et al., (2015), quienes registraron 191.7 a 224.1 árboles/ha en 13 sitios naturales; sin embargo, esta cantidad es mucho menor que lo reportado para ecosistemas de Durango, 402 y 556 individuos/ha (Valenzuela et al., 2015) con una altura total promedio menor. De acuerdo con CONAFOR (2017), en un cultivo forestal de *P.laevigata* se establecen 400 árboles/ha para producción de forraje y 100 árboles/ha para producción de semilla. En ecosistemas más diversos se reporta la presencia de 194 individuos (García et al., 2019), debido quizás a que coexisten con otras especies secundarias y terciarias, compitiendo por nutrientes; además de que el crecimiento y desarrollo están afectados por los factores abióticos del ecosistema. Como ocurre en Querétaro, en dónde la población de *P.laevigata* ocupa el lugar 18 en bosque tropical caducifolio y de altura menor a los del BM (Soto-Correa, 2019).

El BM presentó una afectación ocasionada por las actividades antropogénicas: tala selectiva de individuos adultos, la quema en pie para la obtención de carbón y la extracción ilegal de flora y suelo, así como erosión en un 10% de la superficie, por el pastoreo de ganado vacuno. En lo concerniente a la posición sociológica en los tres substratos se encontró que el *P.laevigata* ocupa el 50 % del estrato inferior, el 62.5 % del estrato medio y 100 % del superior; mientras que *A.farnesiana* ocupa el 50 %, 37.5 % y 0 % en los estratos inferior, medio y superior, respectivamente, debido a que esta es una especie arbustiva de baja talla. Desde un enfoque ecológico, la especie predominante, tiene una distribución al azar; sin

embargo, situación que no existe en poblaciones para especies de ecosistemas nativos (Pretzsch, 2021) en donde es característica la distribución uniforme y agrupada; la especie secundaria tiene una peculiar distribución agrupada, que sugiere interacciones entre sus individuos. El 67.39 % de mezquite son árboles unifustales y el 32.61 % multifustales; lo que podría sugerir que las condiciones ambientales favorecen a la especie en este BM. No se encontraron referencias sobre el comportamiento respecto al crecimiento y desarrollo que presenta la especie predominante y su relación con la forma del tronco; sin embargo, de acuerdo con estudios con otras especies del mismo género, se encontró que en *Prosopis flexulosa* D.C., los individuos de tallo múltiple disminuyeron rápidamente sus tasas de crecimiento después de los 60 años y los de un solo tallo mantuvieron tasas de crecimiento estables durante los primeros 100 años (Álvarez et al., 2011); por lo que probablemente *P. laevigata* podría tener el mismo comportamiento.

Figura 2.

a. Ejemplares de especie predominante *Prosopis* spp. (mezquite) junto a especie arbustiva secundaria *Acacia farnesiana* (huizache), b. individuo de *Oppuntia* sp., de aproximadamente 3 m.



Nota: Fotografía tomada por autor.

El BM presentó una afectación ocasionada por las actividades antropogénicas: tala selectiva de individuos adultos, la quema en pie para la obtención de carbón y la extracción ilegal de flora y suelo, así como erosión en un 10% de la superficie, por el pastoreo de ganado vacuno. En lo concerniente a la posición sociológica en los tres substratos se encontró que el *P.laevigata* ocupa el 50 % del estrato inferior, el 62.5 % del estrato

medio y 100 % del superior; mientras que *A.farnesiana* ocupa el 50 %, 37.5 % y 0 % en los estratos inferior, medio y superior, respectivamente, debido a que esta es una especie arbustiva de baja talla. Desde un enfoque ecológico, la especie predominante, tiene una distribución al azar; sin embargo, situación que no existe en poblaciones para especies de ecosistemas nativos (Pretzsch, 2021) en donde es característica la distribución uniforme y agrupada; la especie secundaria tiene una peculiar distribución agrupada, que sugiere interacciones entre sus individuos. El 67.39 % de mezquite son árboles unifustales y el 32.61 % multifustales; lo que podría sugerir que las condiciones ambientales favorecen a la especie en este BM. No se encontraron referencias sobre el comportamiento respecto al crecimiento y desarrollo que presenta la especie predominante y su relación con la forma del tronco; sin embargo, de acuerdo con estudios con otras especies del mismo género, se encontró que en *Prosopis flexulosa* D.C., los individuos de tallo múltiple disminuyeron rápidamente sus tasas de crecimiento después de los 60 años y los de un solo tallo mantuvieron tasas de crecimiento estables durante los primeros 100 años (Álvarez et al., 2011); por lo que probablemente *P. laevigata* podría tener el mismo comportamiento.

Durante 7 años la regeneración natural de mezquite fue de cero pues no se encontraron individuos con altura de 0.1 a 1m. En el 10% del área es reducido el número de árboles y es nula la presencia de árboles jóvenes (menores a 3 m de altura; que indica un ecosistema alterado por las actividades antropogénicas. Además, se observó la presencia de *Tillandsia recurvata* (“heno motita”) en los árboles de *P.laevigata* independientemente de su altura; se ha reportado que esta epífita tiene un efecto negativo directo sobre esta especie, debido a la liberación de compuestos aleloquímicos se reduce la germinación y desarrollo de los árboles (Pérez et al., 2021), situación que podría ser la causa de la nula germinación y falta de árboles menores a 1m de altura. La ausencia de regeneración natural registrada indica una pérdida funcional progresiva; coincide con lo encontrado por Martínez-Garza et al. (2022), donde la regeneración natural se ve limitada por la compactación del suelo y la presión antropogénica

Caracterización dasométrica

La altura promedio de mezquite fue de 8.03 m (tabla 1), la cual fue mayor a lo reportado en otros estudios que mencionan un promedio de 2.45 m, 3.59 m y 7.8 m para tres ecosistemas nativos (Morfín et al., 2005; García-Sánchez et al., 2012; Soto-Correa, 2019); pero menor a lo encontrado por

Ramírez et al. (2014), quienes reportaron una altura de 12 m para árboles adultos.

Tabla 1.

Características morfométricas de las principales especies (Prosopis laevigata) norte = 60 árboles.

Dimensiones y relaciones morfométricas	
Diámetro normal - cm	27.14 ± 19.28
Altura total- m	8.03 ± 1.94
Largo de copa - m	4.95 ± 1.95
Diámetro de copa - m	8.40 ± 3.41
Porcentaje de copa	60.11 ± 14.84
Forma de copa	1.99 ± 1.56
Índice de copa	0.63 ± 0.23

Nota: Elaborada por el autor, los datos representan la media ± desviación estándar.

El DAP mínimo de 4.77 cm y un máximo de 105.99 cm, una distribución no normal, el promedio estuvo dentro de los valores determinados por otros autores, quienes tras la evaluación de siete sitios encontraron un diámetro de 5.9 a 41.8 cm (Méndez et al. 2012), y 38.6 cm de DAP para individuos en el estado de Querétaro (Soto- Correa, 2019). El IEV tuvo un valor medio de 0.412 y el DB promedio de 23.396 cm. Esta diferencia en dimensiones (DAP, altura, diámetro de copa, etc.) podría ser el resultado de las condiciones ambientales predominantes en la región. El PC es un indicador de vitalidad, la FC encontrada corresponde a una productividad mayor y de acuerdo con estudios de IC en especies forestales, se encontraron valores similares (0.3 a 1.6); lo cual es consistente con una calidad estructural media y un potencial productivo moderado (Rodríguez-

Solís et al., 2015; Morales-Gallegos et al., 2023). El coeficiente de correlación entre la altura de los árboles y el diámetro normal (DAP) fue de -0.563, que indica una relación moderadamente fuerte entre las variables, con una significancia estadística del 5%. Las clases diamétricas indican una disminución de número de individuos al aumentar su DAP, presencia de masas irregulares en etapa de regeneración y crecimiento. El IE se utiliza a nivel invernadero y como un indicador de calidad de las plantas y árboles en parques públicos, los árboles muestreados (n= 60) tuvieron en promedio un IE de 39.89, este se determinó para evitar riesgos de caída que afecten a la población del Tecnológico quienes acceden al BM; permitió determinar la estabilidad del tronco en los árboles (inestabilidad cuando IE es mayor a 80% y valor menor a 80% en árboles mayores a 10 años). Sólo uno de los árboles muestreados tuvo un valor mayor a 80 que de acuerdo con Saavedra et al. (2019) denomina a un ejemplar con alta inestabilidad en el tronco, sin embargo, no fue mayor a 100 (máximo permitido) lo que evita daños a la población. En árboles de *Prosopis alba* de vivero el IE se utilizó para evaluar su adecuado desarrollo (Fontana et al., 2018).

Análisis de factores abióticos

El sitio de estudio se encuentra a 1787.2 msnm, con una presión atmosférica de 815.51 mmHg; la temperatura media anual es de 25.51 °C, una mínima de 13.4 y una máxima de 38.9 °C; este promedio anual para BM fue similar a lo encontrado para el estado de Hidalgo, pero mucho mayor a lo reportado en Durango (17.3°C) (García- Sánchez et al., 2012; Valenzuela- Núñez et al., 2015). La humedad relativa media anual es de 38.88% con valores mínimos de 10.5% en la época de sequía y máximo de 64.8% en época de lluvia. La velocidad del aire fluctuó entre 0 y 2.7 m/s con una media anual de 0.83 m/s. La velocidad del viento constituye un factor en el desarrollo estructural de los árboles al influir en la relación altura-diámetro y otros indicadores; bajo viento moderado (menor a 13 m/s) los árboles tienden a presentar un crecimiento más robusto y una menor altura relativa, como respuesta adaptativa al estrés mecánico (Jiao-jun, 2004; Wang et al., 2022; Bonnesoeur et al., 2016). La precipitación pluvial promedio fue de 156.0 mm en julio y de 6 mm (promedio histórico en abril) (CONAGUA, 2023). *P. laevigata* crece en ambientes con precipitación media anual de 300 mm (Rzedowski 1988); por lo que la precipitación pluvial máxima registrada para Lagos de Moreno fue un 50% menor de lo requerido, lo que tal vez también pudiera estar afectando la germinación de semillas en condiciones naturales, sin embargo, el 67 % de individuos corresponde al tipo arbóreo, lo que indica que las condiciones ambientales han permitido un adecuado

desarrollo, debido quizás a mantos freáticos en los que está localizado el BM. Bajo estas condiciones ambientales (temperatura mensual y precipitación pluvial) del BM y de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (Holdridge, 2000) el BM esta en una zona de matorral desértico; esta clasificación difiere de la reportada para el municipio de Lagos de Moreno en la RAN, en donde se indica un ecosistema con clima templado moderado lluvioso (CONAGUA, 2024). Lo que refleja el comportamiento funcional real del ecosistema en términos de disponibilidad hídrica, productividad y estrategias adaptativas de *P. laevigata* y no una categoría regional general que no define las variaciones microclimáticas y edáficas. El suelo (muestras simples) presentó diferencias en algunos parámetros, sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa; en la muestra compuesta (tabla 2).

Tabla 2.

Parámetros fisicoquímicos, nutrientes y cationes intercambiables del suelo, muestra compuesta

Parámetros Fisicoquímicos			
Profundidad(cm)	30cm	Limo (%)	35.28
Materia Orgánica (%)	4.42	Arcilla (%)	24.16
CIC (mea/100g)	24.50	Conductividad eléctrica (mmhoms/cm)	0.28
Textura	Franco Arcilloso Limoso	Densidad Aparente	1.1
Arena (%)	40.56	PH	6.35
Nutrientes muestra compuesta (ppm)			
N-NO₃	38	Magnesio	510
Fósforo	27	Cobre	0.41
Potasio	1.258	Manganeso	12.6
Sodio	457	Fierro	16.3

Calcio	3017	Zinc	0.83
Cationes Intercambiables (meq/100g)			
Potasio 3.23	Sodio 1.99	Calcio 15.09	Magnesio 4.20

Nota: Elaborada por el autor, los datos representan la media \pm desviación estándar.

El tipo de suelo fue de textura franco arcilloso-limoso, con un pH y un porcentaje de materia orgánica menor al encontrado para suelo en Valle del mezquital en espacios cercanos a *P. laevigata*, en donde la materia orgánica fue de 5.43% (Guarneros et al., 2024). Esta diferencia tal vez debida a la afectación que ha tenido el bosque por las actividades antropogénicas mencionadas anteriormente. Las variaciones en los parámetros evaluados podrían influir en las especies que crecen bajo el dosel de esta planta nodriza, siendo importante para estudios posteriores el censo de especies de plantas en el sotobosque.

De acuerdo con Bernal et al. (2019) el dosel de *P. laevigata* produce “microcosmos” que promueven la existencia de mayores concentraciones de recursos, como los nutrientes liberados por la descomposición de la hojarasca, y un microambiente particular que favorece el incremento de la diversidad vegetal, encontrándose hasta 72 especies. Es importante mencionar que Moreno et al. (2021) refieren que el tipo de suelo tiene un efecto en la variación cualitativa de la especie, aunque este estudio se realizó en Guanajuato y se determinó un tipo de suelo diferente (vertisol y phaeozem) al del BM. En los 17 microsítios, las condiciones ambientales bajo el dosel *P.laevigata*, se registró una temperatura promedio de 28.44 °C en febrero y 19.77 °C en noviembre, lo cual no corresponde a las temperaturas promedio reportadas para estos meses, febrero (16.4 °C) y noviembre (16.3°C) (IIEG, 2024). La humedad relativa fue de 30% y 45% para febrero y noviembre, respectivamente, lo que también difiere de lo reportado para estos meses (45 % febrero, 60 % noviembre) (Water Atlas, 2025). Estos datos indican la disminución de humedad a lo largo del año, y el aumento de temperatura media lo que podría tener un impacto en el crecimiento, desarrollo y permanencia de los árboles y demás flora del ecosistema. En promedio los parámetros en suelo al interior del bosque en los 12 sitios de muestreo mostraron una temperatura promedio de 23 °C, un pH de 6.4 y una humedad del 50%, no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Análisis de servicios ambientales

No se encontraron referencias que mencionaran la importancia de BM como SA, y de acuerdo con Prasad et al, (2019) el análisis de los SE, todavía está concentrado en países de ingresos altos y medio altos, además de que este análisis considera principalmente otros tipos como los manglares y bosque de coníferas. Es prioritario un análisis sistémico del ecosistema como lo menciona Mosqueta (2007) “la comprensión de los sistemas solamente se presenta cuando se estudian globalmente, involucrando las interdependencias de sus subsistemas”. El análisis de BM bajo los criterios establecidos en la Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos (2018), permitió precisar que este ecosistema como otros, puede ofrecer los tres tipos de servicios: (regulación y mantenimiento, de provisión y cultural) ofreciendo beneficios inmateriales a la comunidad (figura 3). A partir de 2016 las ecorregiones que experimentaron el mayor aumento de vegetación leñosa fueron la de Balsas, bosque seco a lo largo de la costa del Pacífico, y la volcánica de roble y pino transmexicana (Sánchez et al., 2019). El BM como SA, sin embargo, puede estar en riesgo, ya que según el “Plan Estatal de Acción Ante el Cambio Climático (PEACC) del estado de Jalisco, en los últimos 30 años, en la RAN se presenta un aumento de las temperaturas, acompañado de una disminución de humedad y precipitación y se considera como una de las regiones más vulnerables al cambio climático con repercusiones en la disponibilidad de agua.

Desde el enfoque económico y según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (secretaria Alicia Bárcena, 2021): “Hay dos pilares de la sostenibilidad: la Bioeconomía y la Economía Circular”. Por eso es fundamental restaurar los ecosistemas, a través de tres acciones fundamentales, una de ellas son sistemas regionales mediante soluciones basadas en la naturaleza. La producción de vaina de mezquite podría constituir una cadena productiva que fortalezca a la región ya que tradicionalmente, en el continente americano, aunque la vaina ha sido utilizada para elaborar productos para el consumo humano, pero se necesitan investigaciones sobre los efectos de compuestos anti nutricionales (Bonel et al., 2021). Se consideró como ya se mencionó la valoración económica basada en provisión (madera, sin dañar el ecosistema) y regulación (captura de carbono); para la madera el método de precios en el mercado, se consideró que una hectárea de *P.laevigata* produce 700 kg de madera anual, con un costo total de 11,340. Para el servicio de regulación el método de costos, el impuesto subnacional de carbono 578.00 por ton CO₂ eq, con un total de 160,700.00. Finalmente, el valor total fue de 172, 040, por lo que el costo evitado (al considerar un 10% de pérdida), tuvo un valor de 17,204; quizás no significativo económicamente, pero si ambiental y socialmente. De acuerdo con López-Ridaura et al. (2002), al analizar servicios

de carbono); para la madera el método de precios en el mercado, se consideró que una hectárea de *P.laevigata* produce 700 kg de madera anual, con un costo total de 11,340. Para el servicio de regulación el método de costos, el impuesto subnacional de carbono 578.00 por ton CO₂ eq, con un total de 160,700.00. Finalmente, el valor total fue de 172, 040, por lo que el costo evitado (al considerar un 10% de pérdida), tuvo un valor de 17,204; quizás no significativo económicamente, pero si ambiental y socialmente. De acuerdo con López-Ridaura et al. (2002), al analizar servicios ambientales además de la caracterización, la identificación de puntos críticos es importante la selección de indicadores específicos para las dimensiones ambiental, social y económica; así como proporcionar sugerencias y conocimientos destinados a mejorar sus condiciones socioambientales (Bonilla y Mitchell, 2020).

Bajo el enfoque ambiental, se pueden identificar diferentes problemáticas, como él debido al uso del agua (superficial o subterránea), ya que en Lagos de Moreno este recurso es limitado y se encuentra actualmente en escasez. Ya desde 2013 este índice destacaba que el 27.1 % del territorio del municipio se ubica en un acuífero sobreexplotado. La RAN en la que se ubica el municipio, se encuentra en déficit hídrico, sumado a la demanda de agua ya que el 56% del uso se debe al riego agrícola y actividades ganaderas, lo que provoca que la región sea altamente vulnerable (Ballesteros, 2015). Recientemente el cultivo de berries y *Agave tequilana* weber ha traído consigo el cambio de uso de suelo, la afectación a los polinizadores y fauna por los agroquímicos, así como el uso considerable de agua. Según el Índice Ambiental Municipal de Lagos de Moreno (IMMALM) este ocupa el puesto 96 en el estado de Jalisco (IMMA, 2016), indica un desarrollo bajo del medio ambiente en comparación al resto de los municipios. Además, según el ordenamiento ecológico territorial, sólo el 14.53% del municipio está bajo políticas ambientales de conservación (IIEG, 2024). Aunado a la afectación por *Tillandsia recurvata* en especies arbóreas de la RAN; esta planta “parásita afecta el flujo de agua, la conductividad hidráulica y reduce la eficiencia fotoquímica, provocando mayor mortalidad de ramas en *P. laevigata* (Pérez et al., 2021). Sumado a esto, la tala del árbol de mezquite podría contribuir a la pérdida de flora no determinada, ya que de acuerdo con Bernal et al. (2019) ésta especie constituye un microcosmos que alberga una diversidad florística. Respecto al uso de suelo, el 78.75% tiene uso agrícola y ganadero, el 19.62% con presencia de flora y fauna y solo el 1.44% es forestal, el 59% de la región se encuentra degradado (IIEG, 2024).

Termodinámicamente, el ecosistema en estudio constituye una unidad en la que ocurren mecanismos auto catalíticos, autorreguladores, auto determinantes y auto evolutivos. Los ecosistemas constituyen estructuras de

no equilibrio, abiertos a flujos de materia y energía (Morin (2011) y se toman como sistemas dinámicos, con sus posibilidades para corregir perturbaciones (Gunderson & Holling (2002)). En este sentido en el BM como sistema vivo debe de quedar cubierto el flujo de energía entre los productores y consumidores, sin embargo, este ciclo está alterado por la tala ilegal de árboles de mezquite. Según Becerril et al. (2014) los ecosistemas semiáridos de la zona central de México constituyen un potencial como sumideros de carbono con un promedio de 11 Mg C/ ha (no se encontraron referencias recientes al respecto). Ninguna transformación de energía es 100% eficiente, ocurre pérdida de energía, en forma de calor, disminuyendo cada vez más en formas irrecuperables, pudiéndose inferir que, si el ecosistema se presenta alterado, la pérdida de energía en forma de calor será aún mayor; además, la calidad de ella cambia a una forma irreversible o disimétrica, aumentando la entropía del ecosistema. En ese mismo sentido, según la OECC, un bosque puede ser fuente y sumidero de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a la disminución de su concentración en la atmósfera. Durante un intervalo de tiempo determinado, es mayor la cantidad de carbono que entra en él, que la que sale de él, siempre y cuando no se altere el equilibrio de éste; sin olvidar que la capacidad de absorción de carbono de un mismo árbol puede variar en función de varios criterios: como la especie, edad, tamaño, clima y suelo.

Para *P.laevigata*, el CO₂ almacenado por árbol es de 258.0 kg, en las 10 hectáreas de BM se tiene un almacenamiento total aproximado de 541.8 ton de CO₂ (2100 árboles). Este carbono total por árbol fue inferior al determinado para esta y otras especies del género *Prosopis*, cuyos individuos tuvieron un DAP mayor a 30 cm (Nava et al., 2019); se estima que en el BM se fijan 25.2 ton CO₂ /año. En la determinación de biomasa del BM se consideró el DAP (15.51 ± 7.36 cm), lo que aproximadamente representa una biomasa promedio de 383.331 ± 903.748 kg por árbol. La determinación de la correlación de Pearson entre DAP y biomasa fue de 0.9062 lo que implica una alta correlación entre el diámetro determinado a 1.30 m del suelo y la biomasa del árbol. Además, se ha identificado una mayor fijación de biomasa en bosques mixtos que en bosques puros. Una ruptura del equilibrio ecológico ha resultado en la pérdida de muchos servicios ecosistémicos, es decir, provisión, funcionamiento y recreación (Pérez-Serrano et al., 2021) por lo que es necesario dar importancia a este SA al igual que a otro tipo de ecosistemas (Méndez-Estrella et al, 2017).

El análisis económico complementa esta visión ecológica al cuantificar el valor tangible de los servicios. Estimar la producción de madera, carbón y biomasa por hectárea proporciona un marco de referencia para la valoración económica del capital natural, útil en esquemas de pago por

servicios ambientales y programas de restauración. Tal enfoque ha sido recomendado por SEMARNAT (2020) y coincide con los lineamientos propuestos para integrar la naturaleza en la contabilidad económica nacional (Ren et al., 2023).

En el análisis desde el enfoque social, con base en la cuarta de las Directrices Internacionales sobre Planificación Urbana y Territorial “planificar espacios más resilientes ante el cambio climático y los desastres naturales” (ONU-Hábitat, 2015; OMS, 2021), el BM aporta varios beneficios a la población del entorno por lo que es necesario mantenerlo. Este se sitúa dentro de la unidad académica por lo que tiene un impacto en la población de 1700 personas, entre alumnado y trabajadores; y en la sociedad que participa en actividades recreativas relacionadas con el BM (recorridos para alumnos de educación básica y avistamiento de aves para público en general). Bajo este contexto el BM permite disponer de espacios públicos abiertos que tengan la función de zona de amortiguamiento y paisaje funcional; y es necesario para su permanencia establecer medidas medioambientales, de mitigación del cambio climático y que permita su resiliencia. Como lo refiere Janeczko et al. (2020) los SA tienen una mejora en la salud de las personas que hacen recorridos, proporcionan una reducción significativa del estrés, por lo que se deben considerar las cualidades multisectoriales (Hedblom et al., 2019), entre ellas, la mitigación del ruido (Yan et al., 2019). El uso de métodos no destructivos y ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono responde a buenas prácticas internacionales; este tipo de modelos, ajustados con base en el DAP y parámetros locales, minimizan sesgos y ofrecen comparabilidad con sistemas de monitoreo, reporte y verificación de carbono (Salas-Aguilar et al., 2021). Los resultados obtenidos en el BM son coherentes con estimaciones regionales para ecosistemas secos y semiáridos, donde la fijación de CO₂ se considera un indicador prioritario de mitigación climática.

De acuerdo con los criterios de la CICES, como servicio de provisión, este ecosistema permite la captura de agua, se generan materias primas entre las que están los frutos del mezquite, y por supuesto podría constituir una fuente de metabolitos primarios y secundarios (García et al., 2022). a) En el aspecto biótico las salidas del ecosistema incluyen materiales, nutrición, así como energía, y b) en el aspecto abiótico la generación de biomasa y material genético. Respecto a la regulación y mantenimiento: a) en el aspecto abiótico el servicio permite la transformación de insumos bioquímicos y físicos que permiten la protección de la población del entorno al disminuir ruido, gases de efecto invernadero y b) en el aspecto biótico los beneficios al ecosistema como la fijación de CO₂, mitigación del impacto del hombre al medio ambiente. En la parte cultural: a) en el sentido abiótico

permite la interacción entre ecosistema-personas con los beneficios correspondientes y b) en el sentido biótico las interacciones espirituales y simbólicas con el entorno, así como los aspectos relacionados a la investigación del entorno “*In situ*”. Aunque, en la RAN, el mezquite, no tiene un valor identitario o espiritual en la población, como si se tiene en la población de otras entidades federativas del país (Pérez-Serrano et al., 2021). Por último, la valoración de los SE bajo un enfoque centrado en los beneficiarios fortalece la pertinencia social de las estrategias de conservación. Identificar quién recibe qué beneficios y dónde se generan permite orientar las estrategias hacia la equidad ambiental y el desarrollo regional (Qiu et al., 2024). En el caso del BM, las comunidades locales se benefician de los recursos del mezquite, del microclima moderado y del valor cultural que el ecosistema representa. Reconocer estas interdependencias es esencial para mantener la biodiversidad y promover los ODS 13 y 15 en las regiones semiáridas de México.

Consideramos fundamental un enfoque sistémico del BM, en el que cada individuo de *P. laevigata* constituye un microcosmos que alberga una importante diversidad florística. Y aunque en México la especie está catalogada como en un estado de conservación de riesgo bajo, el ecosistema regional ha sido ampliamente afectado debido a las actividades antropogénicas y económicas en la RAN. Haciendo referencia al análisis ambiental de acuerdo con Díaz et al. (2008) cuando la actividad humana tiene lugar y no está en armonía con el ecosistema, se modifica su condición, en consecuencia, la cantidad total de trabajo termodinámico útil cambia, además del aumento de entropía la cual es producida por la sociedad. Por lo que se propone una valoración integral del ecosistema de BM en el cual este presente como una de las especies arbóreas predominantes *P. laevigata* (figura 4) que permita conservar y aprovechar sus recursos bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental, económica y social.

Así lo establecimos en un ensayo piloto el cual hemos seguido a lo largo de 8 años, ha sido una guía para el cuidado de las 10 hectáreas del BM, lo cual nos permitió disminuir la deforestación y daño que había sufrido por pobladores locales. Nos ha permitido vincularlos con el área de ecología del gobierno municipal de Lagos de Moreno logrando evidenciar la importancia de este SA y la necesidad urgente de resguardarlo ante los embates de del cambio de uso de suelo y bajar recursos para sanear una sección del BM; ha permitido también, establecer actividades de divulgación ambiental dirigidas a niños y jóvenes de educación básica; además de estructurar proyectos de investigación y de vinculación con instituciones de educación superior estatales.

Figura 4.

Estrategias para la conservación del servicio ambiental en estudio



Nota: Elaborada por el autor

Estos ecosistemas se han considerado de bajo valor productivo; sin embargo, la evidencia reciente demuestra que desempeñan un papel decisivo en la regulación climática, la conservación del suelo y la provisión de recursos naturales (Nelson et al., 2020; Ren et al., 2023). La aplicación de metodologías integrales, como la desarrollada en este estudio, permite traducir dichas funciones ecológicas en información tangible para la toma de decisiones ambientales y de estrategias sostenibles. Lo cual se alinea con la visión de ODS, particularmente el ODS 13 (Acción por el clima), el ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables). Diversos estudios destacan que los bosques secos tropicales y espinosos cumplen un papel esencial en la provisión de SE (Mesa-Sierra et al., 2022). Es necesario revalorizar al BM como infraestructura ecológica estratégica, indispensable para el equilibrio ambiental de las regiones semiáridas, pues la diversidad y estructura del dosel vegetal inciden directamente en la productividad y estabilidad de los SE, incluyendo la captura de carbono y la resiliencia ante disturbios (Antunes et al., 2024; Chen et al., 2024). Finalmente, desde la perspectiva de restauración y manejo, los proyectos pertinentes en ecosistemas secos son aquellos que combinan la restauración ecológica con la generación de beneficios sociales (Mesa-Sierra et al., 2022). Estas estrategias son congruentes con las recomendaciones internacionales para aumentar la resiliencia ecológica y

social en zonas semiáridas (Chen et al., 2024). Asimismo, es decisivo abordar las compensaciones entre servicios ecosistémicos, con prácticas diversificadas y basadas en la funcionalidad del ecosistema tienden a generar sinergias positivas, favoreciendo simultáneamente la productividad, la captura de carbono y la conservación del suelo (Nelson et al., 2020).

CONCLUSIONES

El diagnóstico del ecosistema BM permitió conocer la composición arbórea la cual resultó ser diferente a otros ecosistemas de bosque espinoso en los que *P. laevigata* coexiste con varias especies. La metodología establecida en el diagnóstico: determinación de factores abióticos, estado de conservación de la especie arbórea predominante (dimensiones y afectación antropogénicas); permitirá realizar el diagnóstico rápido de otras áreas de bosque espinoso en la región Altos Norte de Jalisco preámbulo a la recuperación y restauración del ecosistema como SA, y contribuir de alguna manera en cambiar el enfoque forestal que se tiene de la especie en otras regiones del país.

En suma, la integración de un enfoque sistémico de valoración de servicios ecosistémicos en el bosque de mezquite en la región Altos Norte de Jalisco permite evidenciar su rol como capital natural estratégico, vincularlo con los compromisos internacionales de sostenibilidad y sustentar su restauración como prioridad regional. Este tipo de análisis constituye un modelo piloto replicable para otras extensiones de BM en la región, así como para otras zonas semiáridas del país, orientado a la preservación de la biodiversidad y la resiliencia ecológica, pilares indispensables para el desarrollo sostenible.

LITERATURA CITADA

- Arias A.D. (2012). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 2(5), 19–32. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/543>
- Álvarez J.A., Villagra P.E., Villalba R.V., Cony M.A. & Alberto M. (2011). Wood productivity of *Prosopis flexuosa* D.C. woodlands in the central Monte: Influence of population structure and tree-growth habit. *J Arid Env*, 75 (1), 7-13. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.09.003>

- Antunes, A. C., et al. (2024). Linking biodiversity, ecosystem services, and Nature's Contributions to People. *Trends in Ecology & Evolution*, 39(3), 201-213. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2024.01.002>
- Bautista Z.F., Palacio P.J.L. & Páez B. R. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Centro de Investigación en Geografía Ambiental. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Doi: <https://doi.org/10.22201/ciga.9786070221279p.2011>
- Becerril P. R., González S. E., Mastachi L. C. A., Díaz D. C., & Ramos-Salinas, N. M. (2014). Contenido de carbono en un ecosistema semiárido del centro de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(1), 9-18. Doi: <https://doi.org/10.19136/era.a1n1.2>
- Bernal R.L.A., Zavala H.J.A., Jiménez M., Cano S.Z. & Fornoni J. (2019). Los microcosmos de *Prosopis laevigata* albergan una alta diversidad florística en el valle de Zapotitlán, Puebla. *Rev Mex Bio*, 90, 1-14. Doi: 10.22201/ib.20078706e.2019.90.2662
- Bone G., Parr T., Brameld J., Elmes M., González C. Z. & Koech O. (2021). The effect of mezquite pod flour in a wheat-based diet on broiler chicken growth performance. *Animal - Science proceedings*, 12 (1), 77. <https://doi.org/10.1016/j.anscip.2021.03.099>
- Bonnesoeur, V., Constant, T., Moulia, B., & Fournier, M. (2016). Forest trees filter chronic wind-signals to acclimate to high winds. *New Phytologist*, 210(3), 850–860. <https://doi.org/10.1111/nph.13836>
- Comisión Nacional Forestal, SIRE-Paquetes Tecnológicos. (2017). *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd). <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/988Prosopis%20laevigata.pdf>
- CONAFOR (2020a). Estimación de la tasa de deforestación en México para el periodo 2001-2018 mediante el método de muestreo. Documento Técnico. Jalisco, México. Consejo Nacional Forestal. Deforestación en México. Disponible en: <https://www.gob.mx/conafor/documentos/estimacion-de-la-tasa-dedeforestacion-bruta-en-mexico-para-el-periodo-2001-2018-mediante-el-metodo-demuestreo?idiom=es>
- CONAFOR. (2020b). Sector Forestal Mexicano en cifras 2020: Bosques para el bienestar social y climático. Gobierno de México. Comisión Nacional Forestal
- CONAFOR (2024). Deforestación en México. Consejo Nacional Forestal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://snmf.cnf.gob.mx/deforestacion/>
- Comisión Nacional del Agua. (2024). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Lagos de Moreno (1410), estado de Jalisco. Ciudad de México, México.

- Chen, H., Zhao, X., & Zhang, T. (2024). Valuation and management of desert ecosystems and their services. *Ecosystem Services*, 66, 102117. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.102117>
- Foroughbakhch Pournavab, M. Ngangyo Heya, E. A. Castillo Gonzalez, A. Rocha Estrada, L. R. Salas Cruz & M. A. Alvarado Vázquez. (2024). Leaf architecture in the morphological diversity of the genus *Prosopis* in the semi-desert area of northeastern Mexico. *Diversity*, 16(6), 351. <https://doi.org/10.3390/d16060351>
- Flores P.A., García F.J.G., Capistrán B.A. (2015). Biomass, phorophyte specificity and distribution of *Tillandsia recurvata* in a tropical semi-desert environment (Chihuahuan Desert, Mexico). *Plant Ecol and Evol*, 148 (1), 68-75. Doi: <http://dx.doi.org/10.5091/plecevo.2015.874>
- Fontana, M., Pérez V., Luna C. 2018. Efecto del origen geográfico en la calidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). *Rev Biol*, 66 (2), 593-604. Doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33383>
- González Rodríguez, H., Dueñas Tijerina, H. A., Cantú Silva, I., Cotera Correa, M., Ramírez Lozano, R. G., & López Hernández, J. M. (2018). Relaciones hídricas en arbustos nativos del noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.229>
- Guarneros-Manoatl, H., Valtierra-Pacheco, E., & Corona-Sánchez, J. E. (2024). *Neltuma laevigata* and its influence on soil fertility in the Valle del Mezquital, Hidalgo, Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i11.2987>
- Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (Eds.). (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1: Guidance on the application of the revised structure*. Fabis Consulting Ltd.
- Hedblom, M., Gunnarsson, B., Irvani, Knez I., Schaefer M., Thorsson P. & Lundström J.N. (2019). Reduction of physiological stress by urban green space in a multisensory virtual experiment. *Sci Rep*, 9, 10113. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46099-7>
- IIEG. Diagnóstico del municipio de Lagos de Moreno [monografía en internet]*. Jalisco: Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2024, junio 2025). <https://www.iieg.gob.mx/contenido/Municipios/LagosdeMoreno.pdf>.

- IMMA. Índice Municipal de Medio Ambiente [archivo en formato XLS]*. México: Gobierno federal; (2016, junio 2025). <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-municipal-de-medio-ambiente>.
- IIEG-INEGI. Instituto de Información Estadística y Geográfica (Jalisco) (2018). Análisis del cambio de uso de suelo y vegetación en Jalisco (2011-2014). Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, Jalisco, uso de suelo, vegetación. <https://iieg.gob.mx/strategos/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Serie VI. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>
- Janeczko, E., Bieninis E., Wojcik, R., Woznicka, M., Kędziora, W., Łukowski, A., Elsadek, M., Szyc, K. & Janeczko, K. (2020). Cuando el entorno urbano es restaurador: el efecto de caminar en los suburbios y los bosques en la relajación psicológica y fisiológica de los adultos jóvenes polacos. *Bosques*, 11, 591. <https://doi.org/10.3390/f11050591>
- Jiao-jun, Z. (2004). Review: Effects of wind on trees. *Journal of Forestry Research*, 15, 153–160. <https://doi.org/10.1007/BF02857836>
- Lee S.G., Felker P. (1992). Influence of water/heat stress on flowering and fruiting of mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*). *J Arid Env*, 23, 309-319. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-1963\(18\)30521-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-1963(18)30521-4)
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación (México), 25 de febrero de 2003. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- Martínez-Garza, C., Cecon, E., & Méndez-Toribio, M. (2022). Ecological and social limitations for Mexican dry forest restoration: A systematic review. *Sustainability*, 14(7), 3793. <https://doi.org/10.3390/su14073793>
- Méndez G.J. Turlan M.O.A, Rios S.J.C. & Najera L.J.A. (2012). Allometric equations to estimate aerial biomass of *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. *Rev mex cienc forestales*, 3 (13), 1-16. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322012000500006&script=sci_abstract&tlng=en
- Méndez E.R., Romo L.J.R. & Castellanos A.E. (2017). Mapping Changes in Carbon Storage and Productivity Services Provided by Riparian Ecosystems of Semi-Arid Environments in Northwestern Mexico. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 6 (10), 298. <https://doi.org/10.3390/ijgi10110720>

- Mesa-Sierra, N., de la Peña-Domene, M., Campo, J., & Giardina, C. P. (2022). Restoring Mexican tropical dry forests: A national review. *Sustainability*, 14(7), 3937. <https://doi.org/10.3390/su14073937>
- Morfín, R.J.E., Michel F.M.J., González M.R., Carrillo O., Mayorga R., Rangel L., Orozco O.J., Rodríguez A.G. & Guerrero P.G. (2015). Estimación de las reservas de carbono en la biosfera forestal en México. Fortalecimiento de la preparación REDD en México y fomento de la cooperación Sur-Sur. Jalisco: CONAFOR México, 116-121.
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/35/6917Anexo%208.pdf>
- Morin, P. J. (2011). *Community ecology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Morales-Gallegos, L. M., Martínez-Trinidad, T., Hernández-de la Rosa, P., Gómez-Guerrero, A., Alvarado-Rosales, D., & Saavedra-Romero, L. de L. (2023). Tree health condition in urban green areas assessed through crown indicators and vegetation indices. *Forests*, 14(8), 1673. <https://doi.org/10.3390/f14081673>
- Moreno-Contreras, M. G., Herrera Flores, T. S., Licea De Anda, E. M., Arratia Castro, A. A., & Medina Haro, A. (2021). Diversidad morfológica del mezquite (*Prosopis* spp.) en la región de Pénjamo, Guanajuato, México. *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 9(23).
<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.7786>
- Muñoz Iniestra, D. J., [coautores]. (2017). Cambios edáficos en islas de fertilidad y su importancia en el funcionamiento de un ecosistema del valle de Tehuacán, Puebla, México. *Terra Latinoamericana*.
- Navar, J., Rodríguez-Flores FdJ, Ríos-Saucedo J. (2019). Biomass estimation equations for mesquite trees (*Prosopis* spp.) in the Americas. *PeerJ*, 7, e6782. <https://doi.org/10.7717/peerj.6782>
- Nelson, H. P., Rivera, J. A., & López, M. R. (2020). A review of tropical dry forest ecosystem service research in the Caribbean. *Ecosystem Services*, 45, 101157. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101157>
- Pasiecznik, N.M., Felker P., Harris P.J.C., Harsh L.N., Cruz G., Tewari J.C., Cadoret K. & Maldonado L.J. (2001). The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* Complex: A Monograph; *Forest Ecology and Management*, 174 (1),172. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00559-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00559-5).
- Palacios R.A., Rodríguez L.R., Hernández F.M.L., Jiménez M.E. & Tirado T.D. (2016). Distribución potencial de *Prosopis laevigata* (Humb.

- Et Bonpl. Ex Willd) M.C. Johnston basada en un modelo de nicho ecológico. *Rev mex cienc forestales*, 7 (34), 35-46. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i34.81>
- Pérez N.F.J. (2015). *Tillandsia recurvata* como parásita estructural de *Prosopis laevigata*: Evidencia experimental en el sur del Desierto Chihuahuense [Tesis de Maestría Departamento de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica]. <http://hdl.handle.net/11627/4037>
- Pérez-Noyola, F. J., Flores, J., Yáñez-Espinosa, L., & otros. (2021). Is ball moss (*Tillandsia recurvata*) a structural parasite of mesquite (*Prosopis laevigata*)? Anatomical and ecophysiological evidence. *Trees*, 35, 135–144. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02023->
- Pérez D, Cabirol N., Martínez C.C. & Rojas O. M. (2021). Mesquite management in the Mezquital Valley: A sustainability assessment based on the view point of the Hñähñü indigenous community. *Environmental and Sustainability Indicators*, 10 (100113), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100113>
- Prasad A.R., Maraseni T., Geoff C. (2019). Global trend of forest ecosystem services valuation – An analysis of publications. *Ecosystem Services*, 39, 100979. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100979>
- Pretzsch, H. (2021). Tree–tree interactions, spatial structure, and neighborhood dynamics in mixed-species forests. *Forest Ecology and Management*, 482, 118849. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118849>
- Qiu, J., Chen, D., & Balvanera, P. (2024). Ecosystem service linkages in real landscapes: Mapping biodiversity–function–benefit relationships. *Landscape Ecology*, 39(5), 1123–1139. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01872-9>
- Ramírez M.R., Delgado B.E., Borodanenko A., Pérez M.L., Barrera G.J.L., Nuñez P.H.G. & Ochoa A.N. (2014). Air Layering and Tiny-Air Layering Techniques for Mesquite [*Prosopis laevigata* (H. B. ex Willd.) Johnst. M. C.] Tree Propagation. *Arid Land Research and Management*, 28, 118–128. <https://doi.org/10.1080/15324982.2013.813609>
- Ren, Y., Li, X., & Xu, G. (2023). Spatial and temporal effects on the value of ecosystem services in arid and semi-arid areas. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1122334. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1122334>
- Rodríguez S.N. E., Rojo M.G.E., Ramírez V.B., Martínez R.R., Cong H.M.C., Medina T.S.M. & Piña R.H.H. (2014). Análisis técnico del árbol de mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. Ex Willd.)

- en México. *Ra Ximhai*, 10 (3), 173-193. DOI: <https://doi.org/10.35197/rx.10.01.e.2014.13.er>
- Rodríguez-Solís, M., Briceño-Elizondo, E., Gamboa-Zúñiga, J. P., & Arias-Aguilar, D. (2015). Biomass assessment, volume equations and crown architecture of *Eucalyptus pellita* F. Muell in a commercial plantation in Mexico. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 12(29), 46–52. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v12i29.2254>
- Roy H. Y., Marion P. C. (2017). International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure by Fabis Consulting Ltd. The Paddocks, Chestnut Lane, Barton in Fabis, Nottingham, NG11 0AE, UK. https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/lg23_cices_v5.1_final_revised_guidance_03-10-2017.pdf. <https://cices.eu/>
- Salas-Aguilar, V., Carrillo-Anzures, F., & González-Montero, G. (2021). Application of a Bayesian approach to adjust biomass allometric equations: Context Mexico. *Scientia Forestalis*, 49(130), e3682. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n130.13>
- Saavedra R.L.L., Alvarado R.D., Martínez T.T. & Hernández R.P. (2019). Identification of defects and risks in trees of San Juan de Aragon Forest, Mexico City. *Rev Chapingo Serie Cienc Forestales Amb*. 25 (1), 31- 47. Doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2018.06.049>
- Sánchez Reyes U. J., Niño-Maldonado S., Barrientos- Lozano L., Treviño-Carreón J, Almaguer- Sierra P. (2019). Seasonal microclimatic Variation in a secession gradient of low thorn forest in Northeastern Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 67 (1), 266-277.
- Soto-Correa, J. C., Cambrón-Sandoval, V. H., & Renaud-Rangel, R. (2019). Atributos de las especies arbóreas y su carbono almacenado en la vegetación del municipio de Querétaro, México. *Madera y Bosques*, 25(1), e2511699
- Valenzuela N.L.M., Ríos S.J.C., Barrientos A.K.R., Muro P.G., Sánchez S.J. & Briceño C.E.A. (2015). Estructura y composición florística en dos comunidades de mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M. C. Johnst.) en Durango, México. *Interc.*, 40 (7), 465-472. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33940000005>
- Valverde T. & Bernal R. (2010). Hay asincronía demográfica entre poblaciones locales de *Tillandsia recurvata*? Evidencias de su funcionamiento metapoblacional. *Bol Soc Bot Mex*, 86, 23-36. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0366-21282010000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Wang, H., Schurgers, G., Rademacher, T. T., & Smith, M. J. (2022). Stronger wind, smaller tree: Testing tree growth plasticity through a

- modeling approach. *Frontiers in Plant Science*, 13, 971690. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.971690>
- Weather Atlas. (2025) (s. f.). Anual y mensual del tiempo – Lagos de Moreno, México. Recuperado el [17 sep 2025], de <https://www.weather-atlas.com/es/mexico/lagos-de-moreno-clima>
- Yuan, M., Yin, C., Sun, Y., & Chen, W. (2019). Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101678. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101678>
- Zarate VJL. (2018). Estudio regional forestal de la UMAFOR Laguna. *Rev Chapingo Serie Cienc Fores Amb*, 25 (1), 31- 47. Doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.06.049>

SÍNTESIS CURRICULAR

Lilia García-Azpeitia

Doctora en Ciencia y Tecnología por el Centro Universitario de los Lagos de la Universidad de Guadalajara con enfoque en valoración y caracterización bioquímica de especies nativas con potencial alimentario en ecosistemas semiáridos. Maestra en Ciencias en Alimentos e Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Tepic-Tecnológico Nacional de México. Desde 2008 docente investigador en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez UA Lagos de Moreno (ITJMMPyH UA LM). Candidato SNII, Profesor de Tiempo Completo-Perfil Deseable PRODEP, coordinadora del cuerpo académico “Sostenibilidad agroindustrial y ambiental”. Proyectos en el área de desarrollo de alimentos y ambiental. Correo electrónico: lilia.garcia@lagos.tecmm.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2942-4248>

La edición de este número estuvo a cargo del Comité Editorial de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM).

El Comité Editorial y los coordinadores del número queremos agradecer el invaluable trabajo de los pares ciegos, que apoyaron en la evaluación de los manuscritos. Sin ustedes, este número no hubiera sido posible.

DIRECTORIO UAIM

M.C. Jesús Rodolfo Cuadras Sainz

Rector

M. en E. y N. Aneth Yuriria de Jesús López Corrales

Secretaria General

Lic. Verónica Gaudelia Sánchez Soto

Coordinadora General Administrativa

Dr. Félix Fernando Álvarez Velázquez

Coordinador General Educativo

Dra. Claudia Selene Castro Estrada

Coordinadora General de Investigación y Posgrado

Lic. Luis Antonio Hernández Ayala

Coordinador General de Vinculación Comunitaria

Lic. Irma Verónica Orduño Borquez

Directora General de la Unidad Mochicahui

M.C. Clarisa Agustín Felipe

Directora General de la Unidad Los Mochis

Ing. Encarnación Apodaca Barreras

Director General de la Unidad Choix

Dr. José Emilio Sánchez García

Director General de la Unidad Virtual

Dr. Pedro Antonio López de Haro

Director Editorial

Revista Ra Ximhai. Fuente de Cristal 2334 entre Coral y Cuarzo. Fracc. Fuentes del Bosque. Los Mochis, Sinaloa. C.P. 81290 Tel: (668) 816-03-20 Ext. 1501. Correo electrónico: raximhai@uaim.edu.mx

SCIENTIFIC ARTICLE

Extraction of timber and non-timber forest resources

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

Juan Arturo Blanco Jaipiedo, Alejandra Ortega Hernández, Marli León Andrade, María Concepción López Téllez

Yearly fluctuation of leaf greenness in guamúchil, as an indicator of leaf chlorophyll level

Omar Franco Mata, Sara Aguilera Ortega, Álvaro Castañeda Vidales

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

Haniel Nephtalí Flores Cortez, Rosa Elba Núñez Jaquez, Carlos Paulino Barrios Durstewitz, Adrián Sorquez Mendivil, Juan Pablo Reyes De los Ríos

Challenges in traditional agroecosystems

Indigenous women, territory and resistance: the Hñahñu and the traditional maguey production system

Alexis Ríos Morales, Marie Christine Renard Hubert

Sustainability and solidarity economy from the coast of Oaxaca: the experience of Escuela Yutu Cui

Amanda Espinosa Soriano, María de Lourdes Herrera Feria

Pests in stored grains against plants of ethnobotanical origin: A systematic review

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

Loss of traditional wisdom in indigenous and equivalent communities

Traditional wisdom in a network of indigenous peasant communities in Oaxaca, Mexico

Luis Canek Angeles Tovar, Gibrán Rivera González, Pablo Emilio Escamilla García

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

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

Indigenous justice and gender violence in the Indigenous Reserve of Cumbal, Norchi

Leidy Johana Cevallos Burbano, Angelly Sofía Lasso Córdoba

Management of priority food systems

Handling of pesticides in pineapple and potential negative externalities to health

César Julio Martínez Castro, Itzel Ahahí Jacinto Solano

Dietary change in peasant families of Oxchuc, Chiapas, Mexico

Abraham Sántiz Gómez

Advancements in agricultural frontier

Vector post-classification analysis of the advance of the agricultural frontier in northern Sinaloa 2005-2021

Samuel Moreno Meza

Navajoo, Sonora, 2001-2021: Geospatial analysis of land use change

Francoisa Humberto Valdez Sandoval, Anelisa Guadalupe Valdez Sandoval, Allan Chacara Montes

Impacts in biodiversity

Unequal access to water in tourist destinations: socio-environmental tensions and the human right to water in Cabo San Lucas

Luzeth Aguilera Osuna

Social representations of climate change by people attending the Open House event of the Postgraduate College, Puebla Campus

Andrés Pérez Magaña

Ecología de especies en riesgo por actividades humanas

Dendrometric analysis of mesquite and assessment of regional ecosystem service in Jalisco

Lilia García Azpeita