

UAGro
Dirección de Investigación

tlamati.uagro.mx

Editorial

El volumen 21, número 34 de la revista *Tlamati Sabiduría* reúne investigaciones orientadas al análisis de problemáticas ambientales, sociales y territoriales contemporáneas, abordadas desde perspectivas interdisciplinarias que contribuyen a la comprensión de los desafíos actuales en materia de sustentabilidad y gestión de los recursos naturales. Los trabajos que integran este número reflejan el compromiso académico con la generación de conocimiento científico pertinente, contextualizado y con impacto social, particularmente en regiones que enfrentan transformaciones ambientales derivadas del crecimiento urbano, la presión sobre los ecosistemas y el aprovechamiento intensivo de los recursos naturales.

Entre los temas abordados destacan la conservación del arbolado urbano, la valoración de los servicios ecosistémicos y la problemática hídrica asociada a la explotación de acuíferos comunitarios. Estas investigaciones evidencian la importancia de incorporar metodologías participativas y enfoques de ciencia ciudadana para fortalecer los procesos de recopilación de información y promover una mayor conciencia ambiental entre la población. Asimismo, se enfatiza el papel de las comunidades locales en la construcción de soluciones orientadas al manejo sostenible del entorno y la preservación de los recursos naturales.

Los artículos presentados ofrecen análisis sustentados en trabajo de campo, herramientas tecnológicas y enfoques cualitativos y cuantitativos que permiten comprender fenómenos complejos relacionados con la biodiversidad urbana, la disponibilidad de agua y los efectos del cambio climático. De igual forma, este volumen pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las políticas públicas y las estrategias de gestión ambiental desde una visión integral y participativa.

Con esta edición, *Tlamati Sabiduría* reafirma su propósito de difundir investigaciones que contribuyan al debate académico y social sobre el desarrollo sostenible, incentivando la reflexión crítica y la búsqueda de alternativas para enfrentar los retos ambientales presentes y futuros.

Índice

Artículo de investigación

- [Censo comunitario del arbolado urbano y su estimación de almacenamiento de carbono: un ejercicio de ciencia ciudadana en Guadalupe Victoria, Durango, México](#)

Jaik-Morán, Susana María , Oyolsi Nájera, Nájera-González (Autor/a)

5-17

- [Percepción sobre la explotación del acuífero Nexpa en la comunidad El Pericón, municipio de Tecoaapa, Guerrero, México](#)

Figuroa-Wences, Humberto Antonio , Hugo Rayón, Víctor Manuel (Autor/a)

18-24

- [Descomposición de Fischer por funciones inframonogénicas generalizadas](#)

Daniel Alfonso-Santiesteban, Ricardo Abreu-Blaya , Yudier Peña-Pérez , José María Sigarreta-Almira (Autor/a)

25-31

- [Impacto del apoyo de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos en la colección viva de Bursera del Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Guerrero](#)

Elvia Barrera, Fanny Imelda, Epifanio Blancas-Calva, César Sandino García-Vega (Autor/a)

32-41

- [Perspectiva del manejo de los residuos sólidos urbanos en Xaltianguis, Guerrero](#)

Viridiana Del Carmen-Niño (Autor/a)

42-47

- [Descripción de las provincias biogeográficas con los componentes naturales en el estado de Guerrero, México](#)

Humberto Antonio , Figuroa-Wences, Leticia Bibiano (Autor/a)

59-69

Artículo Académico

- [Materiales didácticos en la educación remota de emergencia: percepciones desde el estudiantado de la Escuela Superior de Ciencias de la Educación](#)

Fernando Damián-Julián, Elvia Garduño-Teliz, Alejandrina Espíndola-González (Autor/a)
48-58

- [Explorando las fronteras de la Inteligencia Artificial: impacto, desafíos y futuro](#)

Mario Moctezuma-Baños (Autor/a)
70-78

- [Sociedad civil y participación no electoral en Guerrero](#)

Eudocio Téllez-Santiago, Cristina Abril Moreno, Secundino González, Marco Antonio Adame (Autor/a)
79-90

- [Estudio florístico del Centro Regional de Educación Superior Campus Llano Largo \(UAGro\) en Acapulco Guerrero, México](#)

Donaciano Pérez, Víctor A. Cervantes-Urieta, Carlos Lagunas, José Ignacio Benítez, Gustavo Jesús González (Autor/a)
91-97

Censo comunitario del arbolado urbano y su estimación de almacenamiento de carbono: un ejercicio de ciencia ciudadana en Guadalupe Victoria, Durango, México

Community census of urban trees and their carbon storage estimation: a citizen science exercise in Guadalupe Victoria, Durango, Mexico

Censo comunitário de árvores urbanas e estimativa de seu armazenamento de carbono: um exercício de ciência cidadã em Guadalupe Victoria, Durango, México

Víctor Samir Jaik-Morán¹ ID. 0009-0005-3169-6949

Susana María Lorena Marceleno-Flores^{2*} ID. 0000-0003-0430-8128

Oyolsi Nájera-González² ID. 0000-0002-8637-9482

Areli Nájera-González³ ID. 0000-0002-7773-2563

¹Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. Calle Tecnológico No. 200, 34700, Guadalupe Victoria, Durango, México.

²Cuerpo Académico Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura "Amado Nervo" Boulevard Tepic-Xalisco No. 325, 63155, Tepic, Nayarit, México.

³Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura "Amado Nervo" Boulevard Tepic-Xalisco No. 325, 63155, Tepic, Nayarit, México.

*Autor de correspondencia susana.marceleno@uan.edu.mx

Recibido: 10/10/2024

Revisado: 12/12/2024

Aprobado: 08/02/2025

Publicado: 15/03/2025

Resumen

El arbolado urbano desempeña un papel crucial en la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la mitigación del cambio climático, la mejora de la calidad del aire y la promoción de la biodiversidad. Sin embargo, la falta de información detallada sobre las especies arbóreas presentes en las ciudades dificulta la gestión y conservación adecuada de estos recursos. La obtención de esta información requiere de mucho capital humano para la recolección de datos en campo. Para abordar esta problemática, la investigación presenta un ejercicio de ciencia ciudadana para el censo del arbolado urbano y la estimación de su servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono, tomando como caso de estudio la ciudad de Guadalupe Victoria, Durango, México. La urbe fue muestreada por zonas, realizando un conteo de los árboles y arbustos arbóreos presentes en las áreas verdes urbanas, y registrando su nombre común y especie. Posteriormente, con esta información se estimó el almacenamiento de carbono en superficie arbolada utilizando el software i-Tree Canopy. Como resultado se censaron un total de 4,503 ejemplares. Las especies de árboles de mayor presencia fueron los huizaches (*Vachellia farnesiana*), jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*), truenos (*Ligustrum lucidum*), mezquites (*Prosopis juliflora*) y especies de las familias *Pinaceae* y *Casuarina*. El almacenamiento de carbono en la superficie arbolada fue estimado en 5,678.9 toneladas de carbono. Se espera que este ejercicio sea un ejemplo útil y replicable para generar información que oriente acciones de conservación y manejo del arbolado urbano, así como para fomentar la participación ciudadana.

Palabras clave: Inventario arbóreo, Biodiversidad urbana, Sustentabilidad urbana, Reservas de carbono, Servicios ecosistémicos, Ciencia ciudadana.

Abstract

Urban trees play a crucial role in environmental sustainability, contributing to climate change mitigation, air quality improvement, and biodiversity promotion. However, the lack of detailed information on tree species in urban areas complicates the effective management and conservation of these resources. Often, gathering this information requires considerable human resources for field data collection. To address this issue, this research presents a citizen science exercise for urban tree census and the estimation of its ecosystem service of carbon storage, using the city of Guadalupe Victoria, Durango, Mexico, as a case study. The city was sampled by zones, conducting a count of trees and arboreal shrubs in urban green areas and recording their common and scientific names. Subsequently, carbon storage in the tree-covered area was estimated using the i-Tree Canopy software. As a result, a total of 4,503 specimens were surveyed. The most prevalent tree species were huizaches (*Vachellia farnesiana*), jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*), truenos (*Ligustrum lucidum*), mezquites (*Prosopis juliflora*) and species from the Pinaceae family and Casuarina. Carbon storage in the tree-covered area was estimated at 5,678.9 tons of carbon. This exercise is expected to serve as a useful and replicable example for generating information that guides conservation and management actions for urban trees, as well as fostering citizen participation.

Keywords: Tree inventory, Urban biodiversity, Urban sustainability, Carbon stock, Ecosystem services, Citizen science.

Resumo

As árvores urbanas desempenham um papel crucial na sustentabilidade ambiental, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas, a melhoria da qualidade do ar e a promoção da biodiversidade. No entanto, a falta de informações detalhadas sobre as espécies arbóreas presentes nas cidades dificulta o manejo e a conservação adequados desses recursos. A obtenção dessas informações requer um capital humano significativo para a coleta de dados em campo. Para abordar esse problema, esta pesquisa apresenta um exercício de ciência cidadã para o censo de árvores urbanas e a estimativa do serviço ecossistêmico de armazenamento de carbono, utilizando a cidade de Guadalupe Victoria, Durango, México, como estudo de caso. A cidade foi amostrada por zonas, contando as árvores e arbustos presentes nas áreas verdes urbanas e registrando seus nomes comuns e espécies. Posteriormente, essas informações foram utilizadas para estimar o armazenamento de carbono na área arborizada utilizando o software i-Tree Canopy. Como resultado, um total de 4.503 espécimes foram amostrados. As espécies arbóreas mais prevalentes foram o huizache (*Vachellia farnesiana*), o jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), o ligustro (*Ligustrum lucidum*), a mesquite (*Prosopis juliflora*) e espécies das famílias Pinaceae e Casuarina. O armazenamento de carbono na área arborizada foi estimado em 5.678,9 toneladas. Espera-se que este exercício seja um exemplo útil e replicável para gerar informações que orientem ações de conservação e manejo de árvores urbanas, bem como para promover a participação cidadã.

Palavras-chave: Inventário de árvores, Biodiversidade urbana, Sustentabilidade urbana, Estoques de carbono, Serviços ecossistêmicos, Ciência cidadã.

Introducción

La biodiversidad, en sus múltiples formas y manifestaciones, constituye una de las principales riquezas del planeta. Su conservación y estudio son de importancia en la era contemporánea, en la que el cambio climático y la degradación ambiental amenazan la sostenibilidad de los ecosistemas (Pérez-Miranda *et al.*, 2018). Dentro de esta biodiversidad, el componente arbóreo ocupa un lugar destacado. Como ha sido declarado en el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, conocido como ONU-Habitat, los árboles, más allá de su aparente inmovilidad, son verdaderos actores dinámicos en el equilibrio ecológico y en la configuración de paisajes, tanto rurales como urbanos (ONU, 2019). En este sentido, las zonas urbanas, a menudo vistas como epicentros de contaminación y deterioro ambiental, presentan oportunidades únicas para explorar la interacción entre el componente arbóreo y la sustentabilidad en ciudades (Mancha-Gálvez y Venegas-Sahagún, 2023). Generar información sobre la diversidad arbórea en espacios urbanos puede tener múltiples beneficios para la planeación de las urbes. Según los estudios de Pérez-Miranda *et al.* (2018), una inadecuada gestión del arbolado urbano puede conducir a la pérdida de especies, alteración de hábitats y una reducida capacidad de estos sistemas para ofrecer servicios ecosistémicos. Algunos estudios han subrayado la importancia de los árboles en la regulación de la temperatura y la mejora de la calidad del aire, en especial por su capacidad de absorción de dióxido de carbono (CO₂), un gas de efecto invernadero (GEI), responsable del cambio climático (Rosas-Lusett y Bartorila, 2017). Además, la diversidad arbórea en zonas urbanas contribuye a mejorar la calidad de vida, ofreciendo espacios de recreación, reduciendo el estrés y fortaleciendo el vínculo entre los ciudadanos y su entorno (ONU, 2019).

Es desafiante cuantificar los beneficios que los ecosistemas urbanos y periurbanos aportan; no obstante, los progresos en la inclusión de variables cada vez más detalladas en los modelos de software facilitan la incorporación de componentes previamente excluidos en la comprensión de los sistemas y sus interacciones (González-Hernández *et al.*, 2023).

Software como i-Tree Canopy que se sustenta de modelos estandarizados como el UFORE (Urban Forest Effects Model) del Servicio Forestal de los Estados Unidos, proporcionan la estimación de los servicios ecosistémicos del arbolado urbano, particularmente el almacenamiento y secuestro de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI), la regulación de la calidad del aire y beneficios para el sistema hidrológico (Ghorbankhani *et al.*, 2024). Estas herramientas emergen como una alternativa para acercar al público a la comprensión de los servicios ecosistémicos en un contexto urbano. Se caracterizan por ser gratuitas, accesibles y fáciles de usar y analizar para cualquier persona, independientemente de su formación académica, profesión o rol como tomador de decisiones (Boukili *et al.*, 2017).

Por ejemplo, en cuanto al almacenamiento de carbono, estos softwares han permitido realizar diversos estudios para estimar los beneficios del arbolado urbano en este servicio ecosistémico. Nyelele *et al.* (2019), encontraron que los árboles del Bronx, Nueva York, almacenan 195,500 toneladas de carbono, lo equivalente a 79.3 toneladas de carbono por hectárea. En la región Latinoamérica, destaca el estudio de Matías *et al.* (2019) donde estimaron que los árboles en un parque urbano de Villavicencio, Colombia, almacenan más de 580 toneladas de carbono, es decir 55.9 toneladas por hectárea.

En México existen estudios como los de Morales-Inocente *et al.* (2020) y Mancilla-Morales *et al.* (2024). El primero situado en Durango, se enfoca en un entorno forestal de especies de coníferas, estimando el almacenamiento de carbono en 66.4 toneladas por ha. Mientras que el segundo, en el Estado de México, se centra en un contexto urbano estimando el almacenamiento de carbono en parques de Texcoco en 16.8 toneladas por ha. Ambos estudios coinciden en que las especies, densidad arbórea, tamaño, antigüedad y condiciones físicas de los árboles determinan la cantidad de carbono almacenado. En este caso el almacenamiento de carbono en una plantación forestal dominada por la especie de pino duranguense (*Pinus durangensis*), es cuatro veces mayor al almacenamiento de parques urbanos en donde las especies que prevalecen son Eucaliptos, Jacarandas, Casuarinas y Ficus. Además, mencionan que las especies involucradas varían debido a las diferencias en el entorno, clima y biodiversidad.

Cabe mencionar también la investigación de Santoyo-Gómez *et al.* (2014) sobre un parque urbano de la Ciudad de México, en donde se calcula que se mantienen almacenadas 63.6 toneladas de carbono por hectárea. Y el estudio de García (2023), respecto a una ciudad en crecimiento al oeste de México, la ciudad de Tepic, en donde se estimó que las áreas verdes almacenan alrededor de 78.05 toneladas de carbono por hectárea.

La facilidad de uso de estos softwares para la estimación de los servicios ecosistémicos del arbolado urbano abre nuevas posibilidades para el diseño de proyectos de ciencia ciudadana. Estas herramientas permiten a los ciudadanos recopilar información de manera sencilla y eficiente, contribuyendo así a la generación de datos científicos valiosos.

La ciencia ciudadana se refiere al esfuerzo colaborativo entre el público y los científicos para recopilar y analizar datos para la investigación científica. Como lo explican Finkelievich y Fischaller (2014), implica la participación voluntaria de individuos de todos los ámbitos, quienes aportan su tiempo, habilidades y recursos para avanzar en el conocimiento científico. En este contexto, el trabajo científico no se limita a la actividad intelectual, sino que también abarca la realización de tareas físicas que generen información o datos útiles para proyectos de investigación.

La participación voluntaria de la sociedad en actividades científicas ofrece múltiples beneficios tanto para la comunidad científica como para la sociedad en general. La ciencia ciudadana empodera a las personas para convertirse en agentes activos en la generación de conocimiento, fomentando la participación ciudadana en la toma de decisiones y la resolución de problemas; en las nuevas generaciones despierta el interés por la ciencia y la tecnología, inspirando vocaciones científicas y estimulando la innovación (Anglada y Abadal, 2018).

La participación en proyectos de ciencia ciudadana relacionados con el medio ambiente, por ejemplo, el monitoreo de la

calidad del aire o la biodiversidad, fomenta la sensibilización y la educación ambiental en la población (Blasco-Ejarque *et al.*, 2021). Esta sinergia permite avanzar hacia una ciencia más abierta, transparente y relevante, capaz de abordar los desafíos del presente y construir un futuro más sostenible y justo para todos.

En el caso de la estimación de los servicios ecosistémicos del arbolado urbano, la ciencia ciudadana permite optimizar la recolección y el muestreo de datos en campo, a la vez que genera conocimiento y conciencia sobre la importancia de los árboles y zonas verdes entre los ciudadanos participantes (Fernández-Álvarez y Fernández-Nava, 2020).

En respuesta a la carencia de información detallada sobre las especies arbóreas presentes en las ciudades, este estudio propone un ejercicio de ciencia ciudadana para el censo del arbolado urbano y la estimación de su servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.

La ciudad de Guadalupe Victoria, Durango, México, fue seleccionada como caso de estudio para esta investigación, con el objetivo de abordar tres preguntas fundamentales:

¿Cuáles son las especies arbóreas predominantes, en qué áreas de la ciudad se distribuyen, y cuál su contribución del almacenamiento carbono? Las áreas urbanas en crecimiento, como Guadalupe Victoria, enfrentan el desafío de equilibrar el desarrollo con la conservación ambiental. La conveniencia de realizar un censo de árboles en esta localidad radica en la necesidad de comprender y gestionar mejor el entorno natural en medio del desarrollo urbano.

Materiales y métodos

Área de estudio

La ciudad de Guadalupe Victoria se encuentra situada en la región de la Sierra Madre Occidental, del estado de Durango en México. Como lo describe la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), es la cabecera municipal del municipio del mismo nombre, y se localiza en las coordenadas 23°28'N y 105°35'O, a una altitud de 1880 metros sobre el nivel del mar; se caracteriza por su clima semiseco templado, con veranos cálidos de escasas lluvias e inviernos fríos y sub-húmedos (CONAGUA, 2014). Según el censo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio tiene una población de aproximadamente 36,695 habitantes, y la ciudad 18,784 habitantes; su economía se basa en la minería, la industria forestal y las maquiladoras (INEGI, 2020).

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), si bien presenta una baja densidad poblacional, Guadalupe Victoria es una ciudad en rápido crecimiento. En 2010, su densidad poblacional era de 26,1 hab/m², cifra que para el 2020 aumentó a 28,1 hab/m²; este ritmo de expansión también incrementa su vulnerabilidad a diversos riesgos climáticos, principalmente sequías, escasez de recursos hídricos, erosión y olas de calor (SEDATU, 2014). En este contexto, las coberturas vegetales desempeñan un papel fundamental como mitigadores de los efectos del cambio climático, contribuyendo a la regulación del microclima urbano (CONAGUA, 2014). *Censado del arbolado urbano*

El arbolado urbano comprende los árboles y arbustos de tipo arbóreo presentes en áreas urbanas, ya sea en parques, calles, patios privados o espacios no desarrollados (Núñez, 2022). En esta investigación se censaron los árboles ubicados exclusivamente en el área verde urbana de uso público, es decir, los ubicados en parques, plazas, jardines, deportivos, canales, banquetas y camellones.

Para realizar el censo, se implementó una técnica de muestreo por conglomerados. La ciudad de Guadalupe Victoria fue dividida en seis zonas que corresponden con los barrios tradicionales existentes desde la fundación de la ciudad: Loma Verde, Ejidal, La Estación, Centro, La Hacienda y Mi Ranchito/El Hormiguero. Se excluyeron las colonias ubicadas en la periferia, como Las Flores y La Noria, debido al desarrollo reciente y características distintas a los barrios del resto de la urbe.

La decisión de utilizar los barrios tradicionales como base para la zonificación radica en la importancia que estos representan en la identidad cultural y social de la ciudad. Además, esta estrategia facilitó la comunicación y colaboración con los residentes locales durante el proceso de recolección de datos. El muestreo por conglomerados, en combinación con la zonificación por barrios, permitió obtener una distribución espacial representativa de los árboles en la ciudad.

La adquisición de la información sobre el arbolado urbano en cada zona fue conducida a través de la participación ciudadana de los residentes. En este sentido, se capacitó brigadas de estudiantes, padres de familia, y ciudadanos voluntarios para identificar y registrar las características de los árboles y arbustos arbóreos. Cada brigada fue asignada a una zona. Se solicitó que para cada ejemplar arbóreo se recolectaron los siguientes datos:

- Nombre común: Se registró el nombre común del árbol o arbusto arbóreo, el cual es utilizado habitualmente por la población local para referirse a la especie.
- Nombre científico: Para determinar el nombre científico de cada árbol o arbusto arbóreo, se empleó la aplicación móvil PictureThis. Esta herramienta permite identificar la especie del árbol a partir de una fotografía tomada con la cámara del teléfono celular, proporcionando tanto el nombre común como el científico. Algunas especies fueron identificadas únicamente hasta familia o género.
- Localización: La ubicación geográfica de cada árbol o arbusto arbóreo se registró utilizando la herramienta Google Maps. Esto permitió mostrar la distribución espacial de las especies arbóreas en la ciudad y estimar la densidad arbórea por zonas.

Procesamiento de la información

Una vez recolectados, los datos fueron sometidos a un proceso de verificación general, realizado por el comité responsable de

la investigación. Posteriormente, los datos verificados fueron organizados y almacenados en una base de datos digital, a partir de la cual se realizaron análisis estadísticos para obtener información de cada zona de la ciudad:

- Total de árboles y arbustos arbóreos: Se determinó el número total de árboles presentes en cada zona de la ciudad.
- Densidad arbórea: Se calculó la densidad arbórea para cada zona, expresada como el número de árboles y arbustos arbóreos por hectárea de extensión. Este indicador permite evaluar la cobertura arbórea en diferentes áreas y comparar la ciudad con otras ciudades o regiones.

Estimación del almacenamiento de carbono

La estimación se llevó a cabo utilizando el software i-Tree Canopy. Este software emplea la ubicación del arbolado como puntos de entrenamiento para identificar y caracterizar áreas verdes sobre la imagen satelital de un área urbana. El modelo se basa en datos recopilados mediante métodos de campo estandarizados para estimar los servicios ecosistémicos de almacenamiento de carbono en áreas verdes (Nowak *et al.*, 2008).

En el software, el proceso consistió en establecer clases de cobertura superficial y asignar puntos de entrenamiento para cada clase. Estos puntos de entrenamiento fueron previamente verificados en campo. En este caso, se definieron tres clases de coberturas:

1. Suelos desnudos: áreas de tierra sin vegetación.
2. Superficies impermeables: casas, edificios, caminos, calles.
3. Superficie arbolada: árboles, arbolado de tipo arbustivo y palmas.

Los puntos de entrenamiento representan una muestra de lo que se observa en el terreno. Para las clases de suelos desnudos y superficies impermeables, se decidió ingresar 250 puntos de entrenamiento de cada una, y de cada zona de la ciudad.

Estos puntos fueron seleccionados y verificados en campo para garantizar precisión. En el caso de la clase superficie arbolada, se utilizaron los resultados del censo del arbolado en cada zona como puntos de entrenamiento. Esto pensando en obtener una representación precisa de la distribución de los árboles en la ciudad. Con esta información, el software estima el área superficial de las clases definidas, y estima la cantidad de carbono almacenado en la clase superficie arbolada, entre

otros servicios ecosistémicos.

Resultados

En total se censaron 4,503 ejemplares de árboles y arbustos arbóreos de seis zonas de la ciudad de Guadalupe Victoria, Durango. Estas zonas abarcan una superficie de 365.2 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 60% de la mancha urbana. Con base en esta información, se Tabla 1. Censado de arbolado urbano por zonas de la ciudad de Guadalupe Victoria, Durango.

Zona	Número de ejemplares	Especies de árboles	Especies de arbustos arbóreos
Loma Verde	1490	Árbol De Júpiter (<i>Lagerstroemia indica</i>), Pino Torrey (<i>Pinus torreyana</i>), Morera (<i>Morus sp.</i>), Eucalipto (<i>Eucalyptus sp.</i>), Peral de Flor (<i>Pyrus calleryana</i>), Pino insigne (<i>Pinus radiata</i>), Árbol de hierro (<i>Parrotia persica</i>), Fresno silvestre mexicano (<i>Fraxinus americana</i>), Pino salado mediterráneo (<i>Pinus halepensis</i>), Tuya occidental (<i>Thuja occidentalis</i>), Ciprés (<i>Cupressus lusitanica</i>), Acacia negra (<i>Acacia melanoxylon</i>), Pino australiano (<i>Casuarina stricta</i>), Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>), Fresno de Arizona (<i>Fraxinus velutina</i>), Cedro americano (<i>Cedrela odorata</i>), Paraíso sombrilla (<i>Melia azedarach</i>), Magnolio (<i>Magnolia sp.</i>) y Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>).	Pie De Elefante (<i>Yuca gigantea</i>), Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), Palmera Canaria (<i>Phoenix canariensis</i>) Aligustre (<i>Ligustrum vulgare</i>) Palma Coco Plumoso (<i>Areca triandra</i>)
La Hacienda	300	Pirúl (<i>Schinus molle</i>), Pino (<i>Pinus sp.</i>), Árbol de Pimienta (<i>Schinus terebinthifolius</i>), Mezquite (<i>Prosopis juliflora</i>), Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>), Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>) y Cedro (<i>Cedrus sp.</i>).	Bananeros (<i>Musa acuminata</i>), Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).
Centro	355	Tuya occidental (<i>Thuja occidentalis</i>), Sauce llorón (<i>Salix babylonica</i>), Fresno silvestre mexicano (<i>Fraxinus americana</i>), Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>) y Pirúl (<i>Schinus molle</i>).	Buganvillas (<i>Bougainvillea sp.</i>)

Mi Ranchito /El Hormiguero	300	Trueno (<i>Ligustrum lucidum</i>), Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>), Pirúl (<i>Schinus molle</i>), Pinabete (<i>Abies religiosa</i>), Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>), Pinos (<i>Pinus sp.</i>), Pícea (<i>Picea sp.</i>).	Buganvilias (<i>Bougainvillea sp.</i>) y Palmas de la familia <i>Arecaceae</i> .
Ejidal	1046	Truenos (<i>Ligustrum lucidum</i>), Durazno (<i>Prunus persica</i>), Mezquite (<i>Prosopis juliflora</i>), Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>), Higuera (<i>Acacia farnesiana</i>), Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>), Álamo blanco (<i>Populus alba</i>), Tuya occidental (<i>Thuja occidentalis</i>), Fresno silvestre mexicano (<i>Fraxinus americana</i>), Pícea (<i>Picea sp.</i>), Benjamín (<i>Ficus benjamina</i>), Manzanillo (<i>Hippomane mancinella</i>), Ciprés (<i>Cupressus lusitanica</i>), Sauce llorón (<i>Salix babylonica</i>), Peral de flor (<i>Pyrus calleryana</i>), Nogal (<i>Juglans regia</i>), Castaño (<i>Castanea sativa</i>), Eucalipto (<i>Eucalyptus sp.</i>), Ciruelo (<i>Prunus domestica</i>), Olivo (<i>Olea europaea</i>), Morera (<i>Morus sp.</i>), Laurel (<i>Laurus nobilis</i>), Magnolio (<i>Magnolia sp.</i>), Pinos (<i>Pinus sp.</i>).	Buganvilias (<i>Bougainvillea sp.</i>) y Palmas de la familia <i>Arecaceae</i> .
La Estación	1012	Truenos (<i>Ligustrum lucidum</i>), Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>), Eucaliptos (<i>Eucalyptus sp.</i>), Mezquites (<i>Prosopis juliflora</i>), Duraznos (<i>Prunus persica</i>), Pinos (<i>Pinus sp.</i>).	

estima una densidad arbórea de 12.3 árboles por hectárea. Considerando la población del municipio en el año 2020, se calcula una proporción de 0.12 árboles por habitante.

Se identificaron 34 especies de árboles y ocho especies de arbustos arbóreos. Las especies de árboles de mayor presencia fueron los huizaches (*Vachellia farnesiana*), jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*), truenos (*Ligustrum lucidum*) y mezquites (*Prosopis juliflora*) en cinco de las seis zonas muestreadas, y especies de la familia *Pinaceae* y *Casuarina* conocidos como pino insigne, pino torrey, pino australiano, pinabete, cedros, oyamel, pino salado mediterráneo, pícea, entre otros, observados en todas las zonas.

Por su parte, las especies arbustivas arbóreas más representativas fueron las bugambilias (*Bougainvillea sp.*), Palmas de la familia *Arecaceae* y arbustos de ornato como los aligustres (*Ligustrum vulgare*).

La Tabla 1 presenta el conteo de ejemplares y las especies identificadas en el censo del arbolado urbano, mientras que la Figura 1 muestra la zonificación de

En segundo lugar, la zona Ejidal tiene una cantidad considerable de árboles (1046 ejemplares) y una amplia diversidad de especies (26 especies), pero una de las densidades arbóreas más bajas (8.9 árboles/ha).

La zona La Estación ocupó el tercer lugar en cuanto a la cantidad de ejemplares identificados (1012) y densidad arbórea (11.2 árboles/ha). No obstante, en términos de diversidad de especies, presentó una cantidad relativamente baja, con solo ocho diferentes especies registradas.

Las zonas Centro y La Hacienda resultaron en el cuarto y quinto lugar, respectivamente, mostrando características similares en cuanto a la cantidad de árboles. En la zona Centro se contabilizaron 355 ejemplares y seis especies diferentes, mientras que en La Hacienda se registraron 300 ejemplares y nueve especies diferentes. Ambas zonas

presentaron densidades arbóreas moderadas (15.1 y 12.4 árboles/ha, respectivamente).

Finalmente, la zona Mi Ranchito /El Hormiguero se ubicó en el último lugar en cuanto a distribución del arbolado urbano. Esta zona presentó el menor número de ejemplares identificados (300), la menor diversidad de especies (sólo nueve especies) y la densidad arbórea más baja (8.7 árboles/ha). La comparación entre la cantidad de árboles por zona y la densidad arbórea se puede observar en la Figura 2.

En la Figura 3 se grafican las zonas según la diversidad de especies, en donde se puede apreciar que la zona Ejidal es la más diversa, mientras que el Centro presenta la menor diversidad de especies arbóreas.

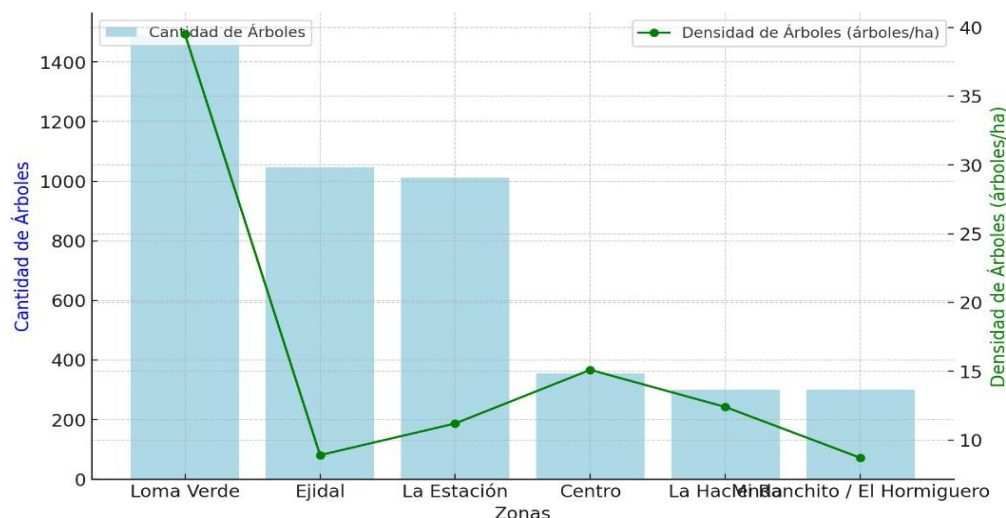


Figura 2. Distribución y densidad arbórea por zona. Elaboración propia.

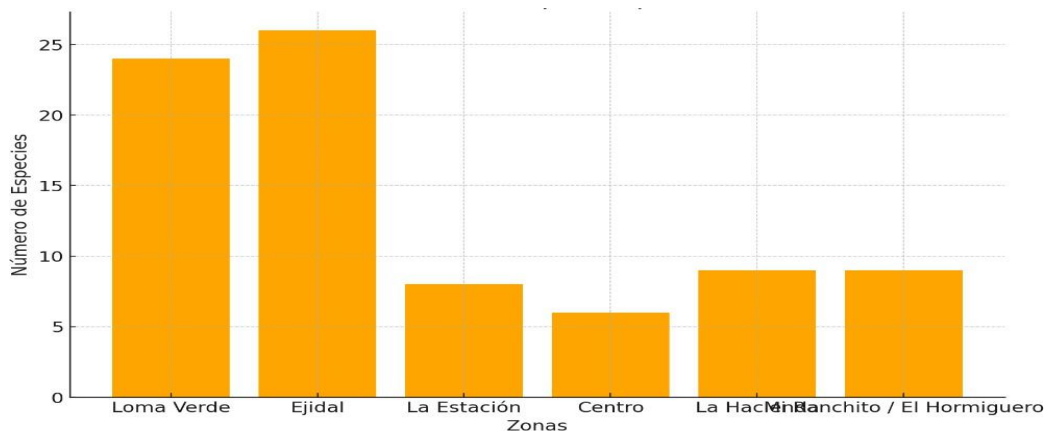


Figura 3. Diversidad de especies por zona. Elaboración propia.

Acerca del almacenamiento de carbono, como resultado de la estimación en el software i-Tree Canopy, la superficie arbolada del área de estudio abarcó 171.2 hectáreas, lo que representa 46.8% del polígono urbano que comprende las seis zonas muestreadas. En esta superficie arbolada, se estima un almacenamiento de carbono de 5,678.9 toneladas, equivalente a 33.2 toneladas de carbono por hectárea.

El área de la clase suelos desnudos fue estimada en 203.7 ha y la clase superficies impermeables en 251.5 ha, es decir, 23.8% y 29.3% del área del polígono estudiado. La proporción entre estas clases de suelos se ilustra en la Figura 4.

Discusión

Ciencia ciudadana e implicaciones en el censo arbóreo

Como ha sido mencionado por distintos autores, la ciencia ciudadana ha emergido como una herramienta valiosa para la investigación científica, particularmente en el ámbito de la ecología y la gestión ambiental. Sin embargo, la participación de voluntarios con diferentes niveles de experiencia y capacidades puede introducir variabilidad en la calidad de los datos recolectados (Finkelievich y Fischnaller, 2014; Blasco-Ejarque *et al.* 2021).

La ciencia ciudadana fue fundamental en este ejercicio, debido a que es la comunidad quien participó activamente en la recolección de datos, lo que permitió abarcar una extensión significativa del área urbana con recursos limitados. Los participantes, entre los que se incluyeron estudiantes y voluntarios, fueron capacitados brevemente en la identificación de especies y el registro de datos en campo, utilizando para este fin herramientas como aplicaciones móviles y mapas de referencia. Esta colaboración tuvo un impacto directo en la cantidad de datos recolectados y en la cobertura espacial del censo arbóreo.

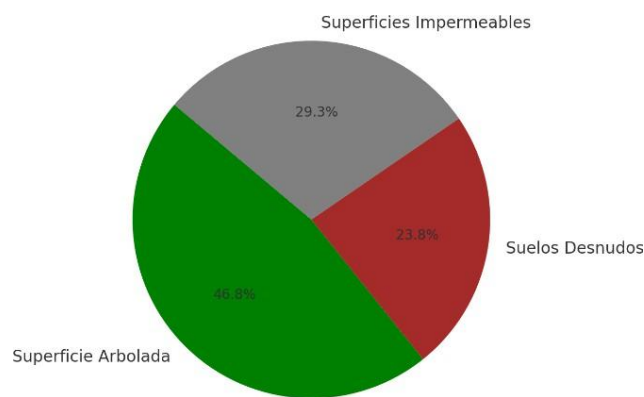


Figura 4. Proporciones de tipos de cobertura del suelo. Elaboración propia.

Con todo, la variabilidad en la experiencia y la formación de los voluntarios introdujo limitaciones en la precisión de los datos. Mientras algunas zonas, como Loma Verde, contaron con participantes más capacitados que lograron identificar ejemplares hasta el nivel especie, en otras áreas el muestreo se limitó al nivel de familia o género. Este aspecto de la ciencia ciudadana, aunque enriquecedor por el involucramiento de la comunidad, requiere de protocolos de capacitación más exhaustivos y de mecanismos de verificación y control de calidad para mejorar la precisión en los próximos censos.

En este ejercicio se especula que la falta de capacidades de los participantes para hacer el muestreo fue la principal limitante, resultando en algunas zonas muestreadas con mayor exactitud que otras. Por ejemplo, nuevamente la zona Loma Verde destaca por haber identificado una mayor cantidad de individuos hasta el nivel de especie, mientras que en otras zonas el muestreo solo alcanzó el nivel de género o familia.

Esta discrepancia puede atribuirse a diversos factores relacionados con las capacidades y el esfuerzo de los participantes en cada zona. Participantes con mayor capacitación y experiencia tenderán a identificar un mayor número de individuos hasta el nivel de especie. La cantidad de tiempo y esfuerzo invertido por cada participante en el muestreo también juega un papel importante. Aquellos que dedican más tiempo y esfuerzo tendrán mayor probabilidad de encontrar y registrar un mayor número de individuos, incluyendo aquellos de menor abundancia o más difíciles de identificar. Las características del área muestreada, como la accesibilidad, pueden influir en la dificultad del muestreo y, por ende, en la calidad de los datos recolectados. Zonas con mayor complejidad o con mayor diversidad de especies pueden requerir mayor experiencia y esfuerzo para un muestreo preciso.

Esto demuestra que, al ser un proyecto de ciencia ciudadana, los datos recolectados en esta investigación pueden tener un rango de variabilidad, y en consecuencia implicaciones significativas para la interpretación de los resultados y las conclusiones derivadas del estudio. Es importante considerar este aspecto al interpretar los resultados de esta investigación.

Como aprendizajes del ejercicio, primeramente, se puntualiza a la sensibilización y compromiso como el eje fundamental para guiar un proyecto de ciencia ciudadana. Se debe concientizar a los participantes sobre la importancia de su rol en la generación de datos precisos y fomentar un sentido de responsabilidad compartida con la academia, toda vez que los datos recopilados contribuyen a la generación de información científica. En segundo grado de importancia es necesario brindar una capacitación integral, brindar una formación completa en la identificación de especies arbóreas y técnicas de muestreo, incluyendo el uso de herramientas digitales como aplicaciones móviles, guías taxonómicas físicas y GPS para smartphone. Cabe destacar que se tuvo

dificultad y datos no recolectados sobre la ubicación exacta de cada individuo. Algunos de los participantes optaron por colocar de forma gráfica la ubicación sobre un mapa o croquis y no georreferenciados de forma digital como se solicitó originalmente.

También, se sugiere pensar en un diseño de muestreo adecuado que divida el área de estudio en subáreas de menor extensión, delimitadas a través de cartografía para un mejor manejo por parte de los participantes. Y establecer mecanismos rigurosos de supervisión y control de calidad para detectar y corregir errores o inconsistencias en los datos recopilados, incluyendo la asignación de personal capacitado y experto a cada brigada de participantes.

Especies y densidad arbórea de la ciudad

El estudio reveló que la mayoría de las especies presentes son nativas de la región, adaptadas a climas cálidos y zonas áridas. Entre ellas destacan los huizaches y el mezquite, caracterizados por sus troncos delgados, altura baja y dosel arbóreo limitado. En contraste, las especies de jacarandas y truenos son introducidas, valoradas por su función ornamental gracias a sus vistosas flores. Estas especies presentan una altura baja a media y también troncos delgados.

Según investigaciones previas (Matías *et al.*, 2019; Morales-Inocente *et al.*, 2020), las especies pertenecientes a la familia Pinaceae y Casuarina podrían ser las que mayor cantidad de carbono almacenan, mientras que las especies ornamentales, como jacarandas y truenos, podrían presentar un menor almacenamiento.

Comparando los resultados con otras investigaciones, la densidad arbórea de Guadalupe Victoria presenta una densidad arbórea significativamente menor. En un estudio realizado por Gutiérrez-Pacheco *et al.* (2015), se evaluó la densidad arbórea en diversos parques y jardines del municipio de Puebla, encontrando un promedio de 160.8 árboles/ha, en contraste, Guadalupe Victoria presenta una densidad arbórea de apenas 12.3 árboles/ha.

Esta baja densidad arbórea en Guadalupe Victoria se encuentra por debajo de los estándares internacionales recomendados para ciudades sostenibles. La Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU) sugiere un mínimo de un árbol por cada tres habitantes para garantizar una mejor calidad del aire en las ciudades, lo que equivale a 0.33 árboles por habitante (ONU, 2015). Sin embargo, en Guadalupe Victoria, la proporción es de 0.24 árboles por habitante, indicando una deficiencia en este aspecto.

No obstante, en cuanto al espacio verde por habitante, Guadalupe Victoria supera las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece un mínimo de 9 m² de espacio verde por habitante (ONU, 2015), mientras que presenta un promedio de 90 m² por habitante. Aunque era un dato esperado por tratarse de una ciudad en desarrollo, vale la pena hacer la comparación

con los niveles de grandes urbes como la Ciudad de México, donde el área verde por habitante se estima en 8.4 m² (Núñez, 2022).

Almacenamiento de carbono en la superficie arbolada de la ciudad

Guadalupe Victoria presentó un almacenamiento de carbono de 33.2 toneladas por hectárea, este valor se encuentra por debajo de los encontrados en parques urbanos donde predominan especies nativas como el caso de Bronx, Nueva York, Villavicencio en Colombia, la Ciudad de México u otras ciudades en desarrollo del país como Tepic, en Nayarit, con valores de almacenamiento entre 55.9 y 79.3 toneladas de carbono por hectárea (Santoyo-Gómez *et al.* 2014; Matías *et al.*, 2019; Nyelele *et al.*, 2019; García, 2023).

Pero similar a los resultados del estudio de Matías *et al.* (2019), quienes calcularon 34.9 toneladas de carbono por hectárea en un parque urbano con predominancia de las especies Jacaranda y Ficus. Y superior a los obtenidos en Mancilla-Morales *et al.* (2024), de 16.8 toneladas de carbono por hectárea en áreas verdes donde prevalecen especies introducidas o de ornato. En la Figura 5 se comparan los datos de almacenamiento de carbono recopilados en otros estudios llevados a cabo en otras ciudades.

El contraste de los resultados de almacenamiento de carbono se debe en gran medida a las diferentes técnicas de estimación utilizadas en las investigaciones comparadas. Los softwares especializados como i-Tree Eco, que consideran información detallada por ejemplar, como nombre de la especie, altura, diámetro de tronco y copa, proporcionan estimaciones más precisas. Incluso las estimaciones manuales, cuando se realizan con precisión y considerando datos específicos por especie, estado de salud y edad de los árboles, pueden ofrecer resultados confiables.

En vista de lo expuesto, es importante reconocer el carácter exploratorio de esta investigación y considerar la estimación actual del almacenamiento de carbono como un punto de partida que debe ser reevaluado mediante un muestreo más robusto de los ejemplares arbóreos en la ciudad. El software i-Tree Canopy utilizado en este estudio basa sus estimaciones en el área superficial arbolada, lo que limita la precisión al no considerar la cantidad y diversidad de especies arbóreas. Para obtener resultados más precisos, se recomienda un mejor muestreo que incluya la toma de datos adicionales como el diámetro del tronco y la altura de los árboles. La implementación de software como myTree o i-Tree Eco, que calculan el almacenamiento de carbono por cada árbol, permitiría una estimación más detallada y confiable. Además de posibilitar la estimación de otros servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono anual, purificación del aire por contaminantes, regulación de la infiltración hídrica, entre otros.

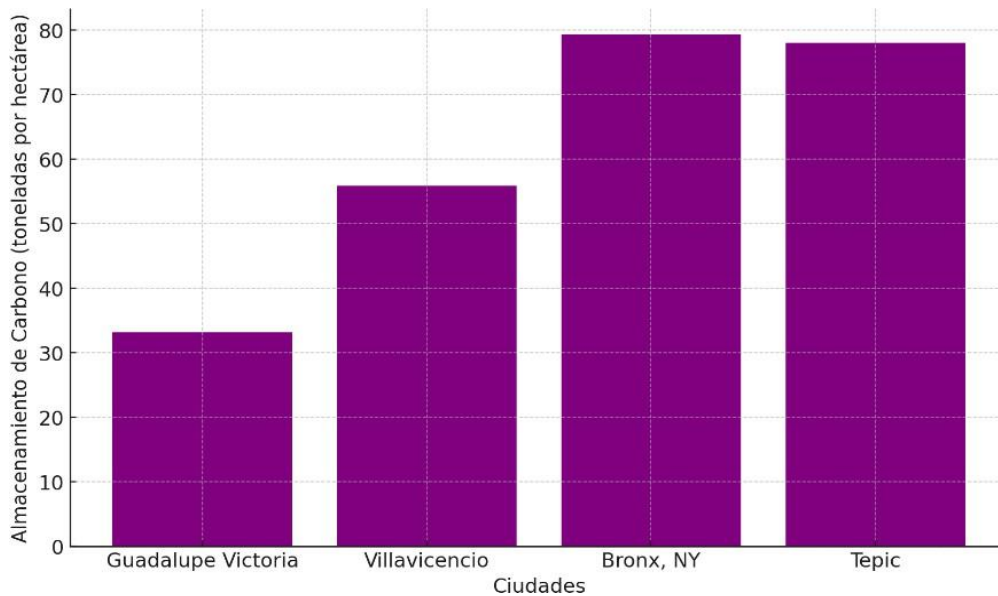


Figura 5. Comparación de almacenamiento de carbono con otras ciudades. Elaboración propia.

Comparación con estudios similares de almacenamiento de carbono usando i-Tree Canopy y herramientas relacionadas

La estimación del almacenamiento de carbono en la superficie arbolada de Guadalupe Victoria, de 33.2 toneladas de carbono por hectárea, es consistente con estudios previos que han empleado i-Tree Canopy en contextos urbanos, aun cuando los valores pueden variar según la composición de especies y las características del arbolado. En el estudio realizado en Villavicencio, Colombia, por ejemplo, se estimó un almacenamiento de 55.9 toneladas de carbono por hectárea utilizando i-Tree Canopy, en un área dominada por especies nativas con un crecimiento significativo (Matías *et al.*, 2019). En contraste, en Texcoco, México, se estimaron 16.8 toneladas de carbono por hectárea en un área predominantemente de especies ornamentales y de crecimiento limitado (Mancilla-Morales *et al.*, 2024). Estas diferencias subrayan la importancia de factores como el tipo de especies, su antigüedad y la densidad del arbolado en las estimaciones de carbono.

La precisión de i-Tree Canopy depende en gran medida de la cantidad y calidad de puntos de entrenamiento seleccionados para la definición de las clases de cobertura, así como de las especies presentes en el área de estudio (Nowak *et al.*, 2008). A diferencia de herramientas como i-Tree Eco, que permite ingresar datos detallados para cada árbol (e.g., altura, diámetro del tronco), i-Tree Canopy estima el almacenamiento de carbono a partir de

la cobertura superficial de vegetación. Esta metodología es útil en proyectos de ciencia ciudadana. Sin embargo, puede generar estimaciones menos precisas al no considerar las características específicas de cada ejemplar. Las futuras investigaciones en Guadalupe Victoria podrían beneficiarse de una combinación de herramientas como i-Tree Eco para obtener datos más detallados y específicos por especie.

Recomendaciones para futuros estudios

A partir de este ejercicio, se sugiere que los estudios posteriores, donde utilicen ciencia ciudadana y herramientas de estimación de servicios ecosistémicos, consideren la implementación de capacitaciones más intensivas y la asignación de supervisores expertos en cada brigada de participantes. Además, el uso de i-Tree Eco o myTree podría aportar datos más precisos al nivel de ejemplares individuales, permitiendo así una comprensión más detallada del papel de cada especie en el almacenamiento de carbono y en otros servicios ecosistémicos.

Conclusiones

El censo comunitario del arbolado urbano en Guadalupe Victoria, Durango, proporcionó una visión detallada de la biodiversidad arbórea y el potencial de almacenamiento de carbono en un contexto de ciencia ciudadana. La investigación destaca la importancia de contar con datos locales sobre el arbolado urbano, no sólo para comprender

su contribución a la sostenibilidad ambiental, sino también para promover prácticas de gestión adecuadas en ciudades en crecimiento, como la descrita en esta investigación.

La participación ciudadana fue clave para alcanzar una cobertura amplia en el área de estudio y sensibilizar a la comunidad sobre la relevancia del arbolado en el entorno urbano. No obstante, la variabilidad en la precisión de los datos, atribuida a las diferencias en la capacitación y experiencia de los voluntarios, subraya la necesidad de protocolos de formación más exhaustivos y mecanismos de verificación en proyectos venideros.

Aunado a lo anterior, este estudio resalta las oportunidades y limitaciones del uso de herramientas tecnológicas como i-Tree Canopy. Si bien, estas herramientas ofrecen una forma accesible y rápida de estimar servicios ecosistémicos, investigaciones futuras podrían beneficiarse del uso de tecnologías adicionales que consideren características específicas de cada árbol para obtener estimaciones más precisas y detalladas.

Finalmente, el censo comunitario de Guadalupe Victoria se presenta como un ejemplo replicable que puede adaptarse a otras localidades con necesidades similares, incentivando tanto la participación comunitaria como la generación de datos científicos que orienten acciones de conservación urbana. Para maximizar los beneficios del arbolado urbano, se recomienda realizar estudios continuos que fortalezcan el vínculo entre la ciencia ciudadana y la gestión ambiental local.

Referencias

- Anglada, L., Abadal, E. (2018). ¿Qué es la ciencia abierta?. Anuario ThinkEPI, 12, 292-298.
<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.43>
- Blasco-Ejarque, J.L., Tirado, F., Rovira-Martorell, J. (2021). Ciencia ciudadana y nuevas relaciones de poder y control. Nómadas, 55, 95-109.
<https://doi.org/10.30578/nomadas.n55a6>
- Boukili, V.K.S., Bebbler, D.P., Mortimer, T., Venicx, G., Lefcourt, D., Chandler, M., Eisenberg, C. (2017). Assessing the performance of urban forest carbon sequestration models using direct measurements of tree growth. Urban Forestry & Urban Greening, 24, 212-221.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.015>
- CONAGUA (2014). Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía 2014 para la ciudad de Victoria, Durango. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99854/PMPMS_Victoria_de_Durango_Dgo.pdf
- Fernández-Álvarez, R., Fernández-Nava, R. (2020). Adaptive comanagement of urban forests: monitoring reforestation programs in Mexico City. Polibotánica, 49, 243-258.
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.15>
- Finquelievich, S., Fischenaller, C. (2014). Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 9, 11-31.
<https://www.redalyc.org/pdf/924/92431880001.pdf>
- García, C.L. (2023). Huella de carbono del parque vehicular de la zona metropolitana Tepic-Xalisco, Nayarit. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nayarit.
- Ghorbankhani, Z., Zarrabi, M.M., Ghorbankhani, M. (2024). The significance and benefits of green infrastructures using i-Tree canopy software with a sustainable approach. Environment, Development and Sustainability, 26, 14893-14913.
<https://doi.org/10.1007/s10668-023-03226-9>
- González-Hernández, L., Romo-Lozano, J.L., Cristóbal-Acevedo, D., Martínez-Damian, M.Á., Mohedano-Caballero, L. (2023). Valoración económica de los servicios ecosistémicos de cuatro sistemas forestales periurbanos a través de i-Tree Eco. Madera y Bosques, 29, e2932588.
<https://doi.org/10.21829/myb.2023.2932588>
- Gutiérrez-Pacheco, V., Silva-Gómez, S.E., Toxtle-Tlamani, J.S., Hernández-Zepeda, J.S. (2015). El arbolado de los espacios públicos abiertos de la zona de monumentos del centro histórico de la Ciudad de Puebla. In: G. Pulido-Flores, S. Monks, M. López-Herrera (Eds.). Estudios en Biodiversidad. Zea Books, 161-172.
<http://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad/15>
- INEGI (2020). México en cifras. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática.
<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=07000010000/#collapse-Resumen>
- Mancha-Gálvez, E.E., Venegas-Sahagún, B.A. (2023). Percepción del riesgo de habitar en las inmediaciones de un sitio de disposición final, El Salto, México. Revista de Ciencias Ambientales, 57, 1-18.
<https://doi.org/10.15359/RCA.57-2.5>
- Matías, E.V., Cortés, J.H., Bustamante, A.M. (2019). Fixation of CO₂ and production of O₂ by the trees of an urban park in Villavicencio - Meta (Colombia). 2019 Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASP), Barranquilla, Colombia, pp. 1-5.
<https://doi.org/10.1109/CASAP48673.2019.9364075>
- Mancilla-Morales, M., Mohedano-Caballero, L., Granados-Victorino, R.L., Granados-Sánchez, D., Corona-Ambriz, A. (2024). Servicios ambientales de la vegetación arbórea de los parques de Texcoco de Mora, Estado de México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 15, 69-88.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i82.1452>
- Morales-Inocente, M.A., Nájera-Luna, J.A., Escobedo-Bretado, M.A., Cruz-Cobos, F., Hernández, F.J., Vargas-Larreta, B. (2020). Carbono retenido en biomasa y suelo en bosques de El Salto, Durango, México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 28, 5-13.
<https://doi.org/10.33064/icycaa2020802997>

- Núñez, J.M. (2022) Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 21, 803-833.
[Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México](#)
- Nowak, D., Crane, D.E., Stevens, J.C., Hoehn, R.E., Walton, J.T., Bond, J. (2008). A Ground-Based Method of Assessing Urban Forest Structure and Ecosystem Services. *Arboriculture & Urban Forestry*, 34, 347-358.
<https://www.itreetools.org/documents/13/08%20UFOR E.pdf>
- Nyelele, C., Kroll, C.N., Nowak, D.J. (2019). Present and future ecosystem services of trees in the Bronx, NY. *Urban Forestry & Urban Greening*, 42, 10-20.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.018>
- ONU (2015). *Temas Hábitat III. Espacio Público*. Organización de las Naciones Unidas.
https://habitat3.org/wp-content/uploads/Issue-Paper-11_Public_Space-SP.pdf
- ONU (2019). Siete grandes beneficios de los árboles urbanos. ONU-Habitat. Organización de las Naciones Unidas.
<https://onuhabitat.org.mx/index.php/siete-grandes-beneficios-de-los-arboles-urbanos>
- Pérez-Miranda, R., Santillán-Fernández, A., Narváez-Álvarez, F.D., Leyva, B.G., Vásquez-Bautista, N. (2018). Riesgo del arbolado urbano: Estudio de caso en el Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9, 208-228.
<https://doi.org/10.29298/RMCF.V9I45.143>
- Rosas-Lusett, M.A., Bartorila, M.A. (2017). Aportaciones de la forestación a la sostenibilidad urbana en ciudades tropicales. *Humedal Nuevo Amanecer*, Ciudad Madero, México. *Nova scientia*, 9, 528-550.
<https://doi.org/10.21640/NS.V9I19.980>
- Santoyo-Gómez, G.H., Rojas-García, F., Benavides-Meza, H.M. (2014). Contenido de Carbono en el bosque urbano de la Ciudad de México: Delegación Miguel Hidalgo. *In: F. Paz-Pellat & J. Wong (Eds.). Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2014*. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, 176-182.
https://www.researchgate.net/publication/293817496_Contentenido_de_Carbono_en_el_bosque_urbano_de_la_Ciudad_de_Mexico_Delegacion_Miguel_Hidalgo
- SEDATU (2014). *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guadalupe Victoria 2014*. Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.
http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/10008_Guadalupe_Victoria.pdf

Percepción sobre la explotación del acuífero Nexpa en la comunidad El Pericón, municipio de Tecoaapa, Guerrero, México

Perceptions about the exploitation of the Nexpa aquifer in the community of El Pericón, municipality of Tecoaapa, Guerrero, Mexico

Percepções sobre a exploração do aquífero Nexpa na comunidade de El Pericón, município de Tecoaapa, Guerrero, México

Oscar Figueroa-Wences^{1*} ID. 0000-0002-0212-0044

Humberto Antonio González-González² ID. 0000-0001-6718-9942

Hugo Rayón-Elacio ID. 0009-0002-0010-2405

Víctor Manuel Figueroa-Wences⁴ ID. 0009-0009-7223-4109

¹Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Llano Largo, 39906, Acapulco, Guerrero, México.

²Escuela Superior de Ciencias de Desarrollo Regional No 2, Universidad Autónoma de Guerrero, El Pericón, 39274, Tecoaapa, Guerrero, México.

³Licenciatura en Desarrollo Sustentable, Universidad Intercultural del Estado de Guerrero (UIEG), 39193, Atliaca, municipio de Tixtla, Guerrero, México.

⁴Escuela Superior de Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Llano Largo, 39906, Acapulco, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia 13472@uagro.mx

Recibido:18/10/2024

Revisado: 19/12/2024

Aprobado: 05/02/2025

Publicado: 21/03/2025

Resumen

En este trabajo se analizó la problemática hídrica de la comunidad de El Pericón del municipio de Tecoaapa, en el estado de Guerrero, a partir de la percepción de los habitantes sobre el acuífero. La información se obtuvo a partir de entrevistas a diferentes actores sociales. Los resultados mostraron que la mayoría de los participantes en el estudio perciben que el acuífero de la comunidad es únicamente explotado por la falta de agua superficial y en manantiales, así como por el desabasto prolongado de agua en la red de distribución, y el comercio de agua. Los factores de mayor incidencia con la explotación del acuífero son los sociales y económicos, ya que la demanda para el autoabastecimiento está incrementando. Otro factor de presión es la extracción de agua para su venta, actividad que realizan comerciantes locales y revendedores que distribuyen el agua en comunidades colindantes. La deforestación y los incendios son también factores de presión para el acuífero. Son necesarias alternativas que permitan que en las viviendas se capte agua de lluvia, se realice saneamiento al agua residual, se reforeste la zona y realicen acciones para la recarga natural del acuífero. Además, es importante disminuir con alternativas similares, la presión que se hace al acuífero cuando otras comunidades compran agua extraída de la comunidad donde se realizó la investigación.

Palabras clave: acuífero comunitario, sobreexplotación, factores de presión, agua, recursos

Abstract

In this work, the water problems presented by the community of El Pericón located in the municipality of Tecoanapa in the state of Guerrero were analyzed, based on the perception that the inhabitants have about the aquifer. The information was obtained from interviews of different social actors. The results showed that the majority of participants in the study perceive that the community's aquifer is only exploited by the lack of surface water in springs and streams, also by the prolonged shortage of water in the distribution network, and by the trade of water. The factors with the greatest impact on the exploitation of the aquifer are social and economic, since the demand for self-sufficiency is increasing. Another pressure factor is the extraction of water for sale, an activity carried out by local merchants and resellers who distribute water in neighboring communities. Deforestation and fires are also pressure factors for the aquifer. It is necessary, through of alternatives that allow homes to capture rainwater, carry out wastewater sanitation, reforest the area and carry out actions for the natural recharge of the aquifer. Furthermore, it is important to reduce, with similar alternatives, the pressure placed on the aquifer when other communities buy water extracted from the community where the research was carried out.

Keywords: community aquifer, overexploitation, pressure factors, water, resources

Resumo

Este estudo analisou os problemas hídricos da comunidade de El Pericón, no município de Tecoanapa, Guerrero, com base na percepção dos moradores sobre o aquífero. As informações foram obtidas por meio de entrevistas com diversos atores sociais. Os resultados mostraram que a maioria dos participantes percebe o aquífero da comunidade como sendo explorado exclusivamente devido à falta de água superficial e de nascentes, bem como à escassez prolongada de água na rede de distribuição e à venda de água. Os fatores mais significativos que contribuem para a exploração do aquífero são de ordem social e econômica, visto que a demanda por autossuficiência está aumentando. Outra fonte de pressão é a extração de água para venda, atividade realizada por comerciantes e revendedores locais que distribuem a água para comunidades vizinhas. O desmatamento e os incêndios também exercem pressão sobre o aquífero. São necessárias alternativas que permitam às residências coletar água da chuva, tratar o esgoto, reflorestar a área e implementar medidas para a recarga natural do aquífero. Além disso, é importante reduzir, por meio de alternativas semelhantes, a pressão exercida sobre o aquífero quando outras comunidades compram água extraída da comunidade onde esta pesquisa foi realizada.

Palavras-chave: aquífero comunitário, superexploração, fatores de pressão, água, recursos

Introducción

De acuerdo al Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP, 2015), casi la mitad de la población mundial se abastece de agua subterránea. Para Gárfias-Soliz *et al.* (2008), el agua subterránea constituye la principal fuente. En el abasto de agua son de vital importancia los acuíferos. Éstos se componen de estratos de roca y sedimentos permeables que transmiten el agua y contribuyen al ciclo. Sin embargo, las actividades humanas los vulneran. En México, de acuerdo a Comisión Nacional del Agua, (CONAGUA, 2010), en México, la explotación del agua subterránea comenzó en 1930 aproximadamente, debido a las necesidades para abastecer la demanda de la ciudad de México y el desarrollo agrícola. CONAGUA (2023) reporta también que del año 2001 a la fecha el número de acuíferos sobreexplotados ha oscilado entre 100 y 115. Romero *et al.* (2017) señala al acuífero del Valle de Celaya como un ejemplo crítico de sobreexplotación, el cual presenta agotamiento de manantiales y extracción de agua de pozo a profundidades mayores. Así mismo, Vélez-Rodríguez *et al.* (2015), señalan que en la zona hidrográfica Cuencas Centrales del Norte, del estado de Zacatecas, los acuíferos Calera y Chupaderos presentan sobreexplotación crítica.

Por su parte, Caldera-Ortega (2013) señala que, en los casos de los acuíferos del Valle de León, Guanajuato, y del Valle de Aguascalientes, la sobreexplotación de los acuíferos pone en riesgo su existencia por lo que en un futuro no mayor a veinte años se verá comprometida la disponibilidad de agua.

En El Pericón, Costa Chica de Guerrero, confluyen tres acuíferos: Nexpa, San Marcos y Papagayo. El de mayor

superficie en la comunidad es el Nexpa perteneciente a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Sur (DOF, 2016), con 1,688.75 km². Conforme al DOF (2016), la extracción de agua en el acuífero Nexpa es de 2.8 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales aproximadamente un 86.04 por ciento del agua extraída del acuífero se destina al uso doméstico. El segundo uso es el agrícola con 13.95 por ciento del total.

De acuerdo al [DOF \(2016\)](#), el acuífero Nexpa tiene una disponibilidad media anual apenas suficiente para impulsar el desarrollo de las actividades productivas a futuro. En El Pericón, cuando las pilas comunitarias ya no cubrieron las necesidades, se construyó el primer tanque de agua hace más de 50 años. En la administración municipal 2002-2005, se intentó hacer trasvase de agua a la zona poblada desde un río alejado; la obra tuvo fallas y fue abandonada.

También en 2014, la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero (CAPASEG), construyó un pozo en el río cercano; la obra amplió la distribución a 478 viviendas. A pesar de ello, el acceso al agua es mayormente a través de pozos particulares.

El objetivo de este estudio fue indagar la percepción acerca de factores asociados a la explotación del acuífero en la comunidad El Pericón, municipio de Tecoaapa, Guerrero, México.

Materiales y métodos

En el municipio de Tecoaapa, en la cual se localiza la comunidad El Pericón, se encuentra parte de tres cuencas: San Marcos, Papagayo y Nexpa; ésta última abarca casi el total de la comunidad de estudio (Fig. 1). El Pericón colinda con las comunidades El Limón, Las Ánimas, Xalpatláhuac y Los Saucitos y, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de [INEGI \(2020\)](#), tiene una población total de 1688 habitantes, de los cuales 885 son hombres y 803 mujeres (Fig. 2).

El estudio fue de tipo exploratorio y la metodología empleada fue la cualitativa. Para recabar la información se empleó la entrevista semiestructurada, de la cual se realizaron 20, a vendedores de agua, a ciudadanos, a miembros del Comité de Agua, a las autoridades locales y a profesionistas durante el año 2023; y el audio se registró con un equipo de teléfono celular marca LG Zero. La intención de realizar entrevistas semiestructuradas fue para contar con un instrumento flexible que permitiera un diálogo más libre.

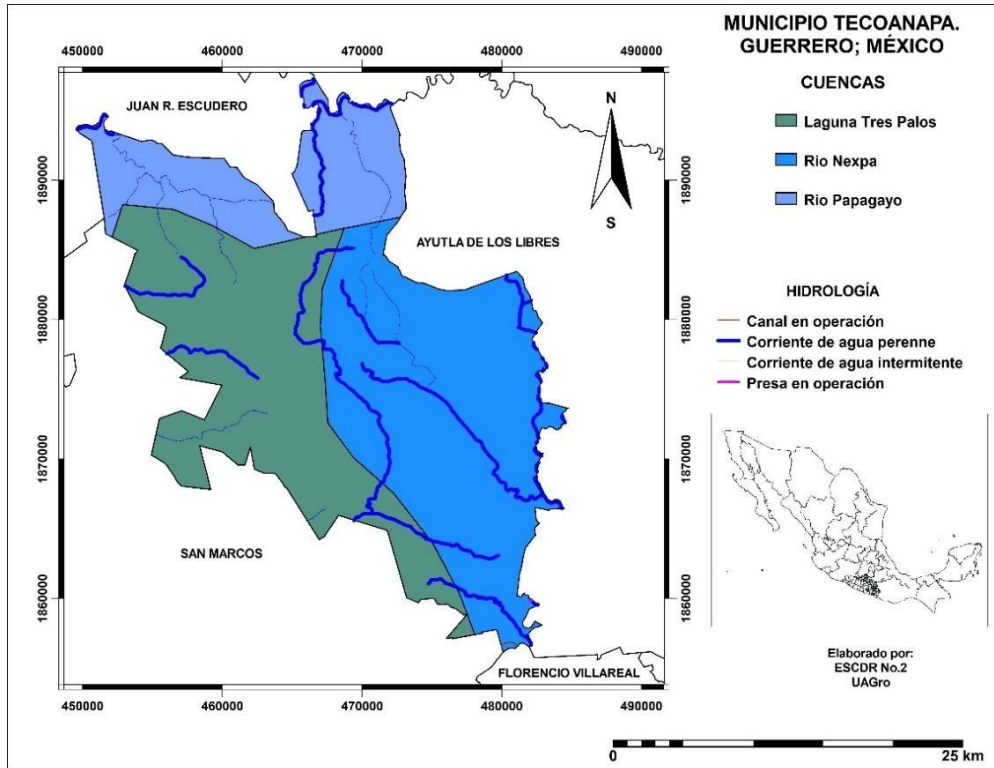


Figura 1.- Ubicación de las cuencas en el municipio de Tecoaapa. Elaboración propia.

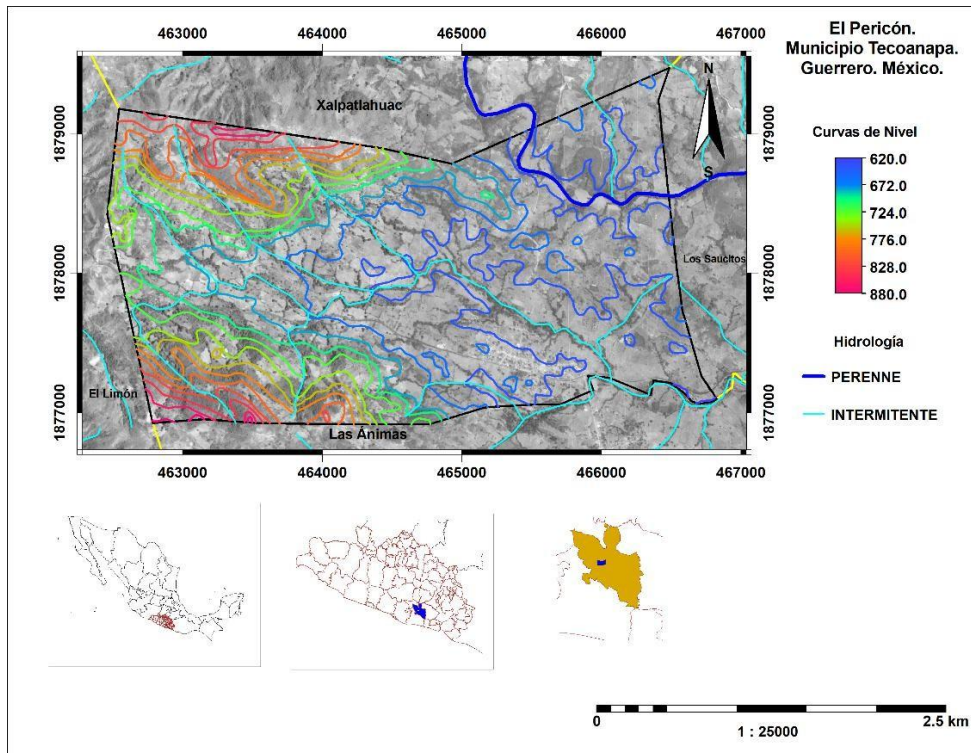


Figura 2. Área de estudio: comunidad El Pericón. Elaboración propia.

Los datos obtenidos fueron capturados a través de un procesador de texto e interpretados por medio de un análisis de contenido, que consistió en encontrar la similitud y diferencia en el discurso de las respuestas.

Resultados

Los resultados del estudio se presentan en forma de gráficas y tablas para una mejor y más rápida visualización de las respuestas.

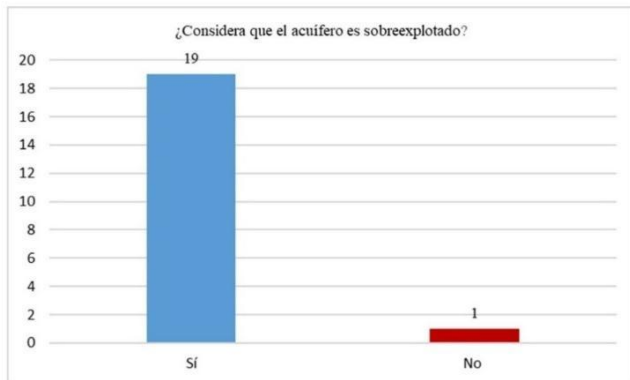


Figura 3. Percepción de los encuestados sobre el grado de explotación del acuífero comunitario.

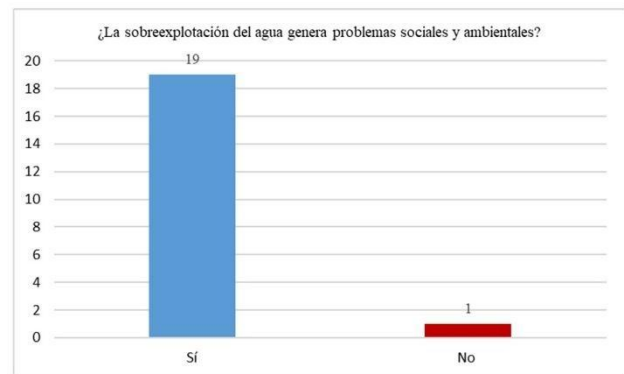


Figura 4. Percepción comunitaria sobre las consecuencias de la sobreexplotación del acuífero comunitario.

Tabla 1. Razones de la extracción de agua y su uso. Fuente: Elaboración propia.

Ocupación	Razones de la extracción del agua	Usos del agua
Ama de casa	Beneficio propio Falta de agua Fines comerciales Para el comercio Uso humano Tener agua Comercial y agrícola Para todo Agrícola	Lavar trastes, bañarse y lavar la ropa Lavar trastes y bañarse Vender, uso personal, para sus puercos y sus cosechas Siembra y riego de diferentes cultivos Uso de hogar Uso doméstico El riego de cultivo y uso doméstico Para lavar y bañarse Uso doméstico y para los huertos familiares
Campesinos	Uso personal Necesidad de ingreso	Lavar trastes y bañarse Uso doméstico
Docentes	Necesidades del hogar Lo necesario en casa Necesidad y negocio Subsistir, comercio Doméstico Comercial	Lavar trastes y ropa, aseo personal, uso doméstico Para bañarse, lavar trastes, aseo personal Para la venta de agua Uso del hogar Lavar trastes, ropa, bañarse Uso del hogar
Albañiles	Para utilizarse Comercial	En las ocupaciones, en la casa Para ocupar en la casa
Empleado	Comercial	Uso doméstico

Tabla 2. Problemas socioambientales relacionados a la extracción de agua. Fuente: Elaboración propia.

Ocupación	Edad	¿Por qué?
Ama de casa	41	Antes iban el agua de los ríos y ahorita no
	58	El agua se agota
	32	Porque ya no hay agua y afecta a las plantas del pueblo
	43	Porque se tiene que hacer el cambio de usos de suelos para poder hacer los pozos (No señaló problemas)
	32	Ya casi no hay agua
	28	Se secan los pozos
	19	Porque no hay agua
Campesinos	33	Por la escasez de agua y por la explotación del subsuelo
	39	
Campesinos	44	Porque ya es poca el agua y se escasea en el arroyo
	60	Porque ya no quiere llover tanto
Docentes	50	Con el tiempo el agua se va a escasear y no tendremos ni para uso personal
	41	La sobreexplotación del agua y los ríos se secan más.
	33	Aumenta el calentamiento global
	30	Los árboles se quedan sin agua
	25	Por el mal manejo del agua
	45	El agua se agota
Albañiles	39	Porque al utilizar esta reserva la superficie se va quedando seca y con eso las plantas van secándose y se mueren
	35	Por las personas que deforestamos
Empleado	39	Por el exceso de extracción de agua, ya no hay agua en los manantiales ocasionando sequías

El agua extraída del acuífero de la comunidad: Aspectos económicos

Se encontró que parte del agua extraída es comercializada por medio de tinacos de 1100 lts a un precio que oscila de los \$100.00 a \$150.00 pesos dentro de la comunidad. El agua extraída también es revendida a otras comunidades como: Las Ánimas, Los Saucitos, El Limón, Huamuchapa, Santa Rosa, La Villa y Parota Seca. En estiaje los precios del agua aumentan tanto en la comunidad de sustracción como en las que se revende.

Discusión

Los hallazgos muestran que 19 de 20 entrevistados, perciben que sí hay sobreexplotación del acuífero en la comunidad. Esto se asocia con lo reportado por el [DOF \(2016\)](#), en el acuífero Nexpa la extracción intensiva podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación. Los resultados revelan que en la comunidad no hay un manejo planeado del agua superficial, lo cual genera su extracción del subsuelo.

Lo encontrado se relaciona con lo que ocurre en el contexto mundial y reportado por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO, [WWAP \(2015\)](#) casi la mitad de la población mundial se abastece de agua potable por medio de fuentes subterráneas.

Cuando la extracción de agua de los pozos particulares es constante, el nivel baja, y tienen que transcurrir varias horas o días para su recuperación. Incluso, durante el estiaje del año 2024, siete de los pozos privados se secaron. Esto se relaciona con lo que ocurre en el acuífero de Cuernavaca, Morelos, donde [Arteaga-Plascencia et al. \(2022\)](#) reporta que la disponibilidad en el volumen del agua subterránea ha disminuido entre los sistemas acuíferos que subyacen a Cuernavaca.

Los problemas ambientales asociados a la sobreexplotación del acuífero Nexpa, en la comunidad de estudio, en parte son similares a los reportados en su estudio por [Menchaca-Dávila y Zapata-Cuéllar \(2021\)](#), la percepción comunitaria sobre el agua en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México, es la escasez de agua, contaminación natural y antrópica, falta de servicio de agua potable, infraestructura y desperdicio de agua.

Conclusiones

Se concluye que el problema de la explotación del acuífero Nexpa se ha agravado en la comunidad de El Pericón en los últimos años; principalmente en época de sequías cuando las fuentes superficiales de agua se agotan. A falta de una adecuada gestión del abasto del agua entubada, se ha presentado un incremento en la construcción de pozos de agua; sin embargo, no hay una

regulación. Se concluye también que la sobreexplotación del acuífero Nexpa, debe ser reducida en la comunidad, por medio de alternativas acordadas con otras comunidades, y con un acompañamiento de las autoridades municipales, estatales y federales, así como del sector académico.

Los datos de las instancias oficiales muestran que los registros de precipitación pluvial en la zona son adecuados para la satisfacción de las necesidades de la población; por lo que es viable la adopción de alternativas como la captación y almacenamiento de agua de lluvia. En el abasto de agua en la comunidad, hay una relación entre factores administrativos, culturales, económicos y ambientales. De manera informal, se lucra con el agua, mientras existen familias de pocos recursos que enfrentan estrés económico para comprar el agua.

Se debe optar por sistemas ahorradores de agua para el riego, ya que la mayoría de los campesinos tienen pozos de agua en sus parcelas, y riegan a través del método por gravedad durante muchas horas.

Agradecimientos

Se agradece a las personas que participaron en el estudio, así como a las autoridades de la comunidad.

Referencias

- Arteaga-Plascencia, H., Otazo-Sánchez, E.M., Romo-Gómez, C., Acevedo-Sandoval, O.A., Navarro-Gómez, H.I., Montiel-Palma, S. (2022). Sostenibilidad del acuífero de Cuernavaca, Morelos determinando sus abatimientos diferenciales. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 918, 128-134.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/8215>
- CONAGUA (2010). El agua en México: Cauces y Encauces. Comisión Nacional del Agua.
<https://agua.org.mx/biblioteca/el-agua-en-mexico-cauces-y-encauces/>

- CONAGUA (2023). Atlas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua.
- Caldera-Ortega, A.R. (2013). Redes de política y diseño de estrategias para superar la crisis del agua. Los casos de los acuíferos del Valle de León, Guanajuato, y del Valle de Aguascalientes (México). *Agua y Territorio/Water and Landscape*, 2, 56-66.
- DOF (2016). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Nexpa, clave 1232, en el Estado de Guerrero, Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Sur. México. Diario Oficial de la Federación, México.
<https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0>
- Menchaca-Dávila, S.M., Zapata-Cuellar, K.Z. (2021). Percepción comunitaria sobre el agua en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz. *UVserva*, 11, 77-92.
- Gárfias-Soliz, J., Bibiano-Cruz, L., Llanos-Acebo, H. (2008). Uso racional y sostenible de los recursos hídricos del acuífero del valle de Toluca. *CIENCIA ergo-sum*, 15, 61-72.
- INEGI (2020). Censo de población y vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Romero, J.H., Palacios, O.L., Escobar, B.S. (2017). Estimación de la sobreexplotación producida en el acuífero Valle de Celaya (México). *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8, 127-138.
- Vélez-Rodríguez, A., Padilla-Bernal, L.E., Mojarro-Dávila, F. (2015). Disponibilidad para ahorrar agua de uso agrícola en México: caso de los acuíferos de Calera y Chupaderos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6, 277-290.
- WWAP (2015). The United Nations World Water Assessment Program : Highlights.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245229>

Descomposición de Fischer por funciones inframonogénicas generalizadas

Fischer decomposition by generalized inframonogenic functions

Decomposição de Fischer por funções inframonogênicas generalizadas

Daniel Alfonso-Santiesteban* ID. 0000-0003-0248-3942
 Ricardo Abreu-Blaya ID. 0000-0002-4656-5168
 Yudier Peña-Pérez ID. 0000-0002-3700-1053
 José María Sigarreta-Almira ID. 0000-0003-4352-5109

Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, Avenida Lázaro Cárdenas, S/N. Col. Haciendita, 39087, Chilpancingo, Guerrero, México

*Autor de correspondencia danielalfonso950105@gmail.com

Recibido: 13/10/2024

Revisado: 20/12/2024

Aprobado: 25/02/2025

Publicado: 29/03/2025

Resumen

En esta nota se definirá un nuevo operador de Dirac fraccionario construido con un conjunto estructural φ para posteriormente obtener una descomposición de Fischer en términos de funciones (φ, ψ) -inframonogénicas. Este operador de Dirac y la variable fraccionaria generan una superálgebra de Lie isomorfa a $osp(1|2)$. Dicha álgebra se presenta en los modelos minimales superconformes y en la cuantización de la supergravedad. Como consecuencia de la ausencia de conmutatividad se mostrarán algunas características que difieren generalmente de las que se conocen en el caso armónico clásico.

Palabras clave: Descomposición de Fischer, Operador de Dirac fraccionario, Relaciones de Weyl, Funciones inframonogénicas, matemáticas.

Abstract

In this note we will define a new fractional Dirac operator constructed with a structural set φ to subsequently obtain a Fischer decomposition in terms of (φ, ψ) -inframonogenic functions. This Dirac operator and the fractional variable generate a Lie superalgebra isomorphic to $osp(1|2)$. Such an algebra occurs in superconformal minimal models and in supergravity quantization. As a consequence of the absence of commutativity some features will be shown which differ generally from those known in the classical harmonic case.

Keywords: Fischer decomposition, fractional Dirac operator, Weyl relations, inframonogenic functions, mathematics.

Resumo

Esta nota define um novo operador de Dirac fracionário construído com um conjunto estrutural φ para obter, posteriormente, uma decomposição de Fischer em termos de funções inframonogênicas (φ, ψ) . Este operador de Dirac e a variável fracionária geram uma superálgebra de Lie isomorfa a $osp(1|2)$. Esta álgebra aparece em modelos mínimos superconformes e na quantização da supergravidade. Como consequência da ausência de comutatividade, serão mostradas algumas características que geralmente diferem daquelas conhecidas no caso harmônico clássico.

Palavras-chave: Decomposição de Fischer, Operador de Dirac fracionário, Relações de Weyl, Funções inframonogênicas, matemática.

Introducción

Las funciones inframonogénicas son las soluciones del siguiente sistema de ecuaciones diferenciales parciales de segundo orden:

$$\underline{\partial}[f]\underline{\partial} = 0,$$

donde

$$\underline{\partial} := e_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + e_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \dots + e_m \frac{\partial}{\partial x_m},$$

denota al operador de Dirac en \mathbb{R}^m construido con los generadores $\{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ del álgebra de Clifford real $\mathbb{R}_{0,m}$. Tales funciones fueron originalmente introducidas por Malonek *et al.* (2010) cuando estos hallaron una descomposición de Fischer para el espacio de polinomios homogéneos en términos de polinomios inframonogénicos. Estas exóticas funciones tienen particulares relaciones con temas afines de la Elasticidad Lineal como la posibilidad de describir el espacio de soluciones del sistema de Lamé-Navier.

El operador de Dirac en estas álgebras factoriza al clásico operador de Laplace en el sentido de que

$$\underline{\partial}^2 = -\Delta.$$

La ecuación

$$\underline{\partial}[f]\underline{\partial} = 0,$$

es conocida en la literatura como *ecuación sándwich* y puede ser vista como una versión no conmutativa de la conocida ecuación de Laplace. Usando el Cálculo Vectorial la anterior ecuación sándwich restringida a campos vectoriales tridimensionales $f = u^{\rightarrow} \rightarrow \in \mathbb{R}^3$ puede ser reescrita como:

$$\text{grad}(\text{div } u^{\rightarrow}) + \text{rot}^2 u^{\rightarrow} = 0.$$

Note que la ecuación de Laplace toma la siguiente forma también:

$$\text{grad}(\text{div } u^{\rightarrow}) - \text{rot}^2 u^{\rightarrow} = 0.$$

Este sutil cambio de signo provoca que ambas ecuaciones sean totalmente diferentes en numerosos aspectos como, por ejemplo, la elipticidad fuerte.

Sea el conjunto $\psi = \{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_m\} \subset \mathbb{R}^m$. En la clase de funciones $C^1(\Omega, \mathbb{R}_{0,m})$, donde Ω es un dominio abierto de \mathbb{R}^m , se definen respectivamente los operadores de Dirac por la izquierda y por la derecha como:

$$\underline{\partial} \psi f = \sum_{i=1}^m \psi_i \frac{\partial f}{\partial x_i}, \quad f \underline{\partial} \psi = \sum_{i=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_i} \psi_i.$$

Las igualdades:

$$-\underline{\partial} \psi \underline{\partial} \psi [f] = -[f] \underline{\partial} \psi \underline{\partial} \psi = \Delta$$

se satisfacen si y solo si $\psi_i \psi_j + \psi_j \psi_i = -2\delta_{i,j}$, donde $\delta_{i,j}$ denota a la delta de Kronecker. Aprecie que la factorización en la ecuación anterior se tiene si y solo si ψ representa una base ortonormal de \mathbb{R}^m . Un conjunto ψ con esta propiedad es llamado *conjunto estructural*. Nõno (1983) fue uno de los primeros matemáticos que estudió estas generalizaciones dentro del Análisis Cuaterniónico y posteriormente en el contexto del Análisis de Clifford. El término *conjunto estructural* se utiliza por vez primera relacionado al Análisis Cuaterniónico en el trabajo de Shapiro y Vasilevski (1995). Las funciones que anulan a dichos operadores de Dirac se conocen con el nombre de funciones ψ -hiperholomorfas y poseen un rol esencial en el establecimiento de soluciones alternativas del tipo Papkovic-Neuber. El uso de conjuntos estructurales arbitrarios posibilita el estudio de una gama de sistemas de ecuaciones en derivadas parciales que generalizan a la anterior ecuación sándwich y por ende a las funciones inframonogénicas. La ecuación sándwich generalizada $\underline{\partial} \varphi f \underline{\partial} \psi = 0$ surge de forma natural al considerar dos bases ortonormales arbitrarias: φ y ψ . Las soluciones de esta ecuación son referenciadas como funciones (φ, ψ) -inframonogénicas (Alfonso-Santiesteban *et al.*, 2022) y son una generalización de las ya conocidas funciones inframonogénicas. El principal objetivo de este trabajo es mostrar las descomposiciones de Fischer para el espacio de polinomios homogéneos de \mathbb{R}^m en términos de funciones (φ, ψ) -inframonogénicas y extender estos resultados al contexto fraccionario.

Materiales y Métodos

Los métodos de investigación utilizados en el desarrollo de este trabajo estuvieron determinados por los objetivos y las tareas de investigación. A nivel teórico se emplearon los métodos: histórico-lógico, análisis y síntesis, inducción y deducción, y a nivel empírico: el experimental y la modelación; todos de gran utilidad en el estudio de fuentes de información y en el procesamiento de los fundamentos científicos. Se hace necesario el uso de un cuerpo teórico enfocado al Álgebra No Conmutativa y al Cálculo Fraccionario que a grandes rasgos incluye al producto de Fischer, la derivada de Caputo, las relaciones de Weyl y el operador de Dirac sobre un fibrado espinorial.

Fundamentos Teóricos

El álgebra de Clifford $\mathbb{R}_{0,m}$ se genera mediante la base canónica $\{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ de \mathbb{R}^m , sujeta a las relaciones multiplicativas:

$$e_i^2 = -1, e_i e_j = -e_j e_i, i, j = 1, 2, \dots, m, i < j.$$

Dicha álgebra asociativa y no conmutativa constituye el espacio lineal 2^m -dimensional generado por los k -

vectores que forman los elementos de la base canónica, es decir:

$$\mathbb{R}_{0,m} = \langle 1, e_1, e_2, \dots, e_m, e_1e_2, e_1e_3, \dots, e_{m-1}e_m, e_1e_2e_3, \dots, e_1e_2 \cdots e_m \rangle.$$

Estas álgebras fueron introducidas por el matemático inglés William Kingdon Clifford allá por el año 1878 y representan una generalización multidimensional de los números complejos. Las álgebras de Clifford tienen innumerables aplicaciones, como operar de una manera efectiva con las rotaciones en un espacio de alta dimensión mediante los llamados grupos espinoriales, donde un ejemplo particular es el grupo de Lorentz de la Relatividad Especial. Además, estas permiten reinterpretar y manipular algebraicamente muchos conceptos de interés dentro de la Física Teórica, la Computación y la Geometría.

El espacio Euclidiano \mathbb{R}^m está inmerso en el álgebra de Clifford $\mathbb{R}_{0,m}$ al identificar cada vector $(x_1, x_2, \dots, x_m) \in \mathbb{R}^m$ con el vector Cliffordiano $x = \sum_{i=1}^m e_i x_i$. Cualquier elemento $a \in \mathbb{R}_{0,m}$ puede ser escrito como $a = \sum_A a_A e_A$, donde a_A son constantes reales y A recorre todos los posibles conjuntos ordenados $A = \{1 \leq i_1 < \dots < i_k < \dots < m\}$ o $A = \emptyset$, y $e_A = e_{i_1} e_{i_2} \dots e_{i_k}$. Note que entonces cualquier $a \in \mathbb{R}_{0,m}$ se puede reescribir de forma única como $a = [a]_0 + [a]_1 + \dots + [a]_m$, donde $[\cdot]_k$ denota la proyección de $\mathbb{R}_{0,m}$ en $\mathbb{R}_{0,m}^{(k)}$. Aquí $\mathbb{R}_{0,m}^{(k)}$ denota al subespacio de k -vectores definido por $\mathbb{R}_{0,m}^{(k)} = \text{span}_{\mathbb{R}}(e_A : |A| = k)$. Es costumbre identificar a \mathbb{R} con $\mathbb{R}_{0,m}^{(0)}$ (los conocidos escalares en $\mathbb{R}_{0,m}$) y \mathbb{R}^m con $\mathbb{R}_{0,m}^{(1)} \cong \mathbb{R}^m$ (el conjunto de vectores). Los elementos en $\mathbb{R}_{0,m}^{(2)}$ son llamados bivectores, mientras que los elementos en $\mathbb{R}_{0,m}^{(m)}$ son nombrados pseudoescalares. Un multivector es par o impar si pertenece a $\mathbb{R}_{0,m}^{(k)}$ siendo k par o impar, respectivamente. El producto de un 1-vector u y un k -vector F_k estará dado por un $(k-1)$ -vector y un $(k+1)$ -vector:

$$uF_k = [uF_k]_{k-1} + [uF_k]_{k+1},$$

donde

$$[uF_k]_{k-1} = \frac{1}{2} [uF_k - (-1)^k F_k u]$$

y

$$[uF_k]_{k+1} = \frac{1}{2} [uF_k + (-1)^k F_k u].$$

El producto interior y exterior entre u y F_k serán definidos por $u \cdot F_k := [uF_k]_{k-1}$ y $u \wedge F_k := [uF_k]_{k+1}$, respectivamente. La conjugación en $\mathbb{R}_{0,m}$ es definida como el anti-automorfismo $a \rightarrow \bar{a}$, donde $\bar{e}_i = -e_i \forall i \in \{1, \dots, m\}$. Una norma $\|\cdot\|$ sobre $\mathbb{R}_{0,m}$ es definida por $\|a\|^2 = [a\bar{a}]_0$ para $a \in \mathbb{R}_{0,m}$. Observe que para $\underline{x} \in \mathbb{R}^m$

se obtiene que $\|\underline{x}\| = |\underline{x}|$, la usual norma Euclidiana. Se considerarán funciones definidas sobre dominios $\Omega \subset \mathbb{R}^m$ y que toman valores en $\mathbb{R}_{0,m}$. Estas funciones pueden ser escritas como $f = \sum_A f_A e_A$, donde f_A son funciones reales. Las nociones de continuidad, diferenciabilidad e integrabilidad tienen el usual sentido a través de todas sus componentes reales, o sea, una función f será continua si todas sus componentes reales f_A lo son (Brackx et al., 1982). En las últimas décadas el estudio del operador de Dirac ha sido el tema central en muchas áreas de la matemática. La consideración de propiedades locales de las soluciones de este operador ha conducido a una teoría de funciones, comúnmente conocida como Análisis de Clifford (Gürlebeck y Nguyen, 2014; Liu y Hong, 2018). El operador de Dirac se define como:

$$\underline{\partial} := e_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + e_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \dots + e_m \frac{\partial}{\partial x_m},$$

y las funciones que lo anulan son conocidas como monogénicas. El operador de Dirac tiene el mismo rol en esta teoría que el clásico operador de Cauchy-Riemann para las funciones holomorfas del plano complejo. Una función que toma valores en $\mathbb{R}_{0,m}$, definida y diferenciable

en un abierto Ω de \mathbb{R}^m , es llamada monogénica por la izquierda (monogénica por la derecha) en Ω si $\underline{\partial}f = 0$ ($f\underline{\partial} = 0$) en Ω . El operador de Dirac puede construirse

considerando una base ortonormal arbitraria de \mathbb{R}^m y se define de la siguiente forma:

$$\underline{\partial}^\varphi := \sum_{i=1}^m \varphi_i \frac{\partial}{\partial x_i},$$

donde $\varphi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m\}$ denota a dicha base (Nõno, 1983). En la literatura, el término *conjunto estructural* es atribuido a estas bases ortonormales (Shapiro y Vasilevski, 1995). Así se introducen las funciones φ -hiperholomorfas (por la izquierda o derecha, respectivamente) como las funciones que pertenecen a $\text{Ker}[\underline{\partial}^\varphi(\cdot)]$ o $\text{Ker}[(\cdot)\underline{\partial}^\varphi]$ (Gürlebeck y Nguyen, 2014; Abreu-Blaya et al., 2017). El anterior operador también factoriza al operador de Laplace como el operador de Dirac estándar. Dado otro conjunto estructural $\psi = \{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_m\}$, recientemente se ha estudiado la siguiente subclase de funciones biarmónicas:

$$\mathfrak{S}_{\varphi,\psi}(\Omega) = \{f \in C^2(\Omega) : \underline{\partial}^\varphi f \underline{\partial}^\psi = 0\},$$

las cuales fueron nombradas como (φ, ψ) -inframonogénicas (Alfonso-Santesteban et al., 2022).

Observación 1. Cuando $\varphi = \psi = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ la clase funcional anterior se convierte en la clase de las funciones inframonogénicas, cuyas interesantes relaciones con el sistema de Lamé-Navier en Elasticidad Lineal y otros

temas afines han sido objeto de estudio por numerosos investigadores (Malonek *et al.*, 2010; Moreno-García *et al.*, 2018; Alfonso-Santiesteban, 2024). Dichas funciones pueden verse como una versión no conmutativa de las conocidas funciones armónicas; pero se ha comprobado que existen significativas diferencias entre ambas como, por ejemplo, que el problema de Dirichlet deja de ser bien planteado en el sentido de Hadamard.

Observación 2. El campo vectorial de desplazamiento de los puntos de un material elástico, lineal, isótropo, homogéneo y sin fuerzas de volumen es descrito por el famoso sistema de Lamé-Navier:

$$\mu \Delta \vec{u} + (\mu + \lambda) \text{grad}(\text{div} \vec{u}) = 0,$$

donde $\mu > 0$ y $\lambda > -\frac{2}{3}\mu$ son constantes elásticas que dependen del material. En 2018 se obtuvo sobre $\mathbb{R}_{0,3}$ una reescritura del sistema de Lamé-Navier mediante el operador de Dirac estándar:

$$\frac{\mu + \lambda}{2} \partial \vec{u} - \frac{3\mu + \lambda}{2} \Delta \vec{u} = 0$$

y se probó que cualquier solución del sistema admite la descomposición aditiva:

$$\vec{u} = \vec{h} + \vec{t}$$

donde \vec{h} e \vec{t} denotan a un campo vectorial armónico e inframonogénico, respectivamente (Moreno-García *et al.*, 2018). La consideración de bases ortonormales arbitrarias en la construcción del operador de Dirac posibilita el estudio de una generalización natural del sistema de Lamé-Navier:

$$\frac{\mu + \lambda}{2} \partial^\varphi \vec{u} + \frac{3\mu + \lambda}{2} \partial^\psi \vec{u} = 0,$$

la cual favorece nuevas descomposiciones aditivas de las soluciones de sistemas de Lamé-Navier no homogéneos.

Descomposiciones de Fischer

En 1917 Ernst Fischer demuestra que dado un polinomio homogéneo $q(x)$ con $x \in \mathbb{R}^m$, entonces todo polinomio homogéneo $P_k(x)$ de grado k puede ser descompuesto únicamente como $P_k(x) = Q_k(x) + q(x)R(x)$, donde $Q_k(x)$ es un polinomio homogéneo de grado k que satisface la ecuación $q(\partial)Q_k(x) = 0$ y $R(x)$ es un polinomio homogéneo de un grado adecuado. Aquí $q(\partial)$ es el operador diferencial que se tiene al reemplazar en el polinomio q cada variable x_j por la correspondiente derivada parcial ∂_{x_j} (identificación de Fourier). Hoy en día esta descomposición lleva su nombre. Uwe Kähler y Nelson Vieira introducen en el 2014 un operador de Dirac

fraccionario utilizando la derivada de Caputo y unas relaciones de Weyl. Ellos obtuvieron una descomposición de Fischer mediante funciones que anulan a dicho operador.

La definición de polinomio homogéneo es básica para comprender los resultados de esta investigación:

Definición 1. (Polinomio homogéneo). Un polinomio es homogéneo si cada uno de sus monomios tiene el mismo grado.

Observación 3. Un polinomio homogéneo en \mathbb{R}^m satisface la siguiente relación

$$P(\beta x_1, \beta x_2, \dots, \beta x_m) = \beta^l P(x_1, x_2, \dots, x_m),$$

donde $\beta \in \mathbb{R}$ y l es el grado del polinomio.

Un producto interior $\langle \cdot, \cdot \rangle$ en el espacio de polinomios homogéneos de grado k , el cual se denotará por $\mathcal{P}(k)$, es definido por:

$$\langle P_k, Q_k \rangle = [\overline{P}_k \overline{\partial} Q_k]_0, \quad P_k, Q_k \in \mathcal{P}(k).$$

Este producto es conocido como producto de Fischer, y cumple las siguientes dos propiedades importantes dados dos conjuntos estructurales φ y ψ :

$$\begin{aligned} \langle x_\varphi P_{k-2} x_\psi, Q_k \rangle &= \langle P_{k-2}, \partial^\varphi Q_k \partial^\psi \rangle, \\ \langle x_\psi x_\varphi P_{k-2}, Q_k \rangle &= \langle P_{k-2}, \partial^\varphi \partial^\psi Q_k \rangle, \end{aligned}$$

donde

$$x_\varphi = \sum_{i=1}^m \varphi_i x_i, \quad x_\psi = \sum_{i=1}^m \psi_i x_i \quad \text{y} \quad P_{k-2} \in \mathcal{P}(k-2).$$

Denótese por $\mathcal{J}_{\varphi,\psi}(k) \subset \mathcal{P}(k)$ al conjunto de todos los polinomios homogéneos (φ, ψ) -inframonogénicos de grado k . El siguiente teorema de Alfonso-Santiesteban *et al.* (2024) brinda una descomposición de Fischer por polinomios de este tipo:

Teorema 1. Sea $k \geq 2$, entonces la siguiente descomposición se cumple:

$$\mathcal{P}(k) = \mathcal{J}_{\varphi,\psi}(k) \oplus x_\varphi \mathcal{P}(k-2) x_\psi.$$

Además, los subespacios $\mathcal{J}_{\varphi,\psi}(k)$ y $x_\varphi \mathcal{P}(k-2) x_\psi$ son ortogonales con respecto del producto de Fischer y se obtiene la siguiente descomposición completa:

$$\mathcal{P}(k) = \bigoplus_{s=0}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor} x_\varphi^s \mathcal{J}_{\varphi,\psi}(k-2s) x_\psi^s.$$

La anterior descomposición puede extenderse si se considera una colección de conjuntos estructurales que

conforman a diferentes operadores de Dirac. De esta manera surgen las llamadas funciones (Φ, Ψ) -infrapolimonogénicas como aquellas funciones que satisfacen la ecuación de orden superior:

$$\partial^{\varphi_1} \partial^{\varphi_2} \dots \partial^{\varphi_r} f \partial^{\psi_1} \partial^{\psi_2} \dots \partial^{\psi_s} = 0,$$

donde $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r\}$ y $\Psi = \{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_s\}$ son dos colecciones de conjuntos estructurales. Si se denota al espacio de polinomios homogéneos (Φ, Ψ) -infrapolimonogénicos de grado k por $\mathcal{J}_{\Phi, \Psi}(k)$ entonces siguiendo un razonamiento análogo al desarrollado para la anterior descomposición se obtiene la siguiente descomposición de Fischer:

$$\binom{k}{r+s} = \bigoplus_{t=0}^r \binom{k-t}{s} \mathcal{J}_{\Phi, \Psi}(k-2t) \mathcal{P}(k-t)$$

Sobre el producto tensorial $\mathbb{C}_m = \mathbb{C} \otimes \mathbb{R}_{0,m}$ y siendo $0 < \alpha \leq 1$ se introducen los vectores fraccionarios siguientes:

$$x^\alpha = \sum_{j=1}^m \varphi_j x_j^\alpha$$

con

$$x_j^\alpha = \begin{cases} \exp(\alpha \ln |x_j|); & x_j > 0, \\ 0; & x_j = 0, \\ \exp(\alpha \ln |x_j| + i\alpha\pi); & x_j < 0. \end{cases}$$

Remitimos al lector a consultar el trabajo preliminar de [Kähler y Vieira \(2014\)](#) que aborda muchas de estas ideas del Análisis de Clifford fraccionario. Se define el operador de Dirac fraccionario con respecto del conjunto estructural φ de la siguiente forma:

$$\partial_\alpha^\varphi = \sum_{j=1}^m \varphi_j \zeta \partial_j^\alpha,$$

donde $\zeta \partial_j^\alpha$ denota a la derivada de Caputo con respecto a x_j^α :

$$(\zeta \partial_j^\alpha f)(x^\alpha) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^{x_j^\alpha} \frac{1}{(x_j^\alpha - t)^\alpha} f'(x_1^\alpha, \dots, x_{j-1}^\alpha, t, x_{j+1}^\alpha, \dots, x_m^\alpha) dt.$$

Con el fin de arribar a una descomposición fraccionaria sean las relaciones de Weyl:

$$[\zeta \partial_{j+j}^\alpha, x_j^\alpha] := \zeta \partial_{j+j}^\alpha x_j^\alpha - x_j^\alpha \zeta \partial_{j+j}^\alpha = \alpha \Gamma(\alpha), \quad \forall j \in \{1, \dots, m\}.$$

Note que estas relaciones de Weyl generalizan la siguiente relación con la derivada usual

$$\frac{d}{dx}(xf) - x \frac{d}{dx}(f) = f.$$

Las siguientes dos definiciones son esenciales en este trabajo:

Definición 2. (Superálgebra sobre un campo K). Una superálgebra sobre un campo K es un K -módulo A con una descomposición en suma directa $A = A_0 \oplus A_1$ junto con un producto bilineal tal que $A_i A_j \subseteq A_{i+j}$, $i, j \in \mathbb{Z}_2$.

Las álgebras de Clifford son superálgebras sobre un campo determinado K . En estas los subespacios de multivectores pares e impares ejercen el rol de las componentes de la descomposición aditiva presentada en la anterior definición. En la literatura se utiliza el término de álgebra graduada por la existencia de bases de multivectores pares e impares.

Definición 3. (Superálgebra de Lie). Una superálgebra de Lie es una superálgebra no asociativa sobre un campo K cuyo producto $[\cdot, \cdot]$ (supercorchete de Lie) satisface:

$$[x, y] = -(-1)^{|x||y|} [y, x] \text{ (superantisimetría),}$$

$$(-1)^{|x||z|} [x, [y, z]] + (-1)^{|y||x|} [y, [z, x]] + (-1)^{|z||y|} [z, [x, y]] = 0 \text{ (superidentidad de Jacobi).}$$

El vector fraccionario x_j^α y el operador de Dirac ∂_α^φ generan una superálgebra de Lie finita dimensional e isomorfa a $\text{osp}(1|2)$, la cual es una extensión gradual del álgebra de Lie $\text{sl}(2)$ (matrices reales de 2×2 con traza nula y con el corchete de Lie dado por el conmutador, las cuales se asocian al grupo especial lineal $\text{SL}(2)$ de matrices con determinante igual a 1). La superálgebra de Lie $\text{osp}(1|2)$ puede considerarse la más simple y puede ser vista como la versión supersimétrica de $\text{sl}(2)$. Contiene tres generadores bosónicos o pares E^+, E^-, H (transforman estados bosónicos en estados bosónicos y estados fermiónicos en estados fermiónicos) y dos generadores fermiónicos o impares F^+, F^- (transforman estados bosónicos en estados fermiónicos y viceversa), cuyas relaciones de conmutación no nulas en la base de Cartan-Weyl se expresan como:

$$[H, E^\pm] = \pm E^\pm, \quad [H, F^\pm] = \pm \frac{1}{2} F^\pm, \quad [E^\pm, F^\mp] = -F^\pm, \\ [E^+, E^-] = 2H, \quad \{F^+, F^-\} = \frac{1}{2} H, \quad \{F^\pm, F^\pm\} = \pm \frac{1}{2} E^\pm.$$

La relación nula sería

$$[E^\pm, F^\pm] = 0.$$

La versión afín de osp(1|2) es relacionada con los modelos minimales superconformes por el procedimiento de reducción hamiltoniana y también aparece en la cuantización de la supergravedad en dos dimensiones. Algunos de los modelos que surgen de esta superálgebra están conectados con las supercuerdas no-críticas de Ramond-Neveu-Schwarz.

Denotaremos por $\Pi_\alpha(l)$ al espacio de polinomios homogéneos fraccionarios de grado l que satisfacen $\mathbb{E}^\alpha P_l = \alpha \Gamma(\alpha) l P_l$, donde $\mathbb{E}^\alpha = \sum_{i=1}^m x_i^\alpha \zeta_i \partial_i^\alpha$ es el operador fraccionario de Euler. Sea ahora $\mathcal{H}_{\varphi,\psi}^\alpha(l)$ el subespacio cerrado de $\Pi_\alpha(l)$ que contiene a los polinomios (φ, ψ) -inframonogénicos fraccionarios, o sea, tales que $\frac{\partial^\varphi P}{\alpha} \frac{\partial^\psi}{l} = 0$. Como consecuencia del análisis y del cálculo de las relaciones que surgen entre el nuevo operador de Dirac y la variable fraccionaria se obtuvo el siguiente resultado:

Teorema 2. (Descomposición fraccionaria de Fischer completa). Para $l \geq 2$ la siguiente descomposición es válida:

$$\Pi_\alpha(l) = \bigoplus_{s=0}^{\lfloor \frac{l}{2} \rfloor} (x^\alpha)^s \mathcal{H}_{\varphi,\psi}^\alpha(l - 2s) (x^\alpha)^s.$$

La importancia de la descomposición presentada en el Teorema 2 se centra en que esta es una descomposición más refinada que la obtenida por polinomios biarmónicos.

Este hecho posibilita la construcción de bases ortogonales para el espacio $\mathbb{R}^m[x]$ a través de polinomios (φ, ψ) -inframonogénicos fraccionarios, las cuales difieren de las ya conocidas. El siguiente ejemplo muestra cómo la anterior descomposición ayuda al tratamiento efectivo de ciertos problemas de frontera para el operador $\frac{\partial^\varphi(\cdot)}{\alpha} \frac{\partial^\psi}{l}$, el cual se presenta en generalizaciones naturales del sistema de Lamé-Navier en Elasticidad Lineal multidimensional.

Ejemplo 1. Considérese el espacio \mathbb{C}^3 y sea el siguiente problema de Dirichlet

$$\begin{cases} \frac{\partial^\varphi f}{\alpha} \frac{\partial^\psi}{l} = C \text{ en } B(0,1), \\ f = x_3^2 e_2 \text{ en } \partial B(0,1), \end{cases}$$

donde $B(0,1)$ denota a la bola unitaria de \mathbb{C}^3 , C es una constante fija y,

$$\varphi = \left\{ \frac{\sqrt{2}}{2} e_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} e_2, \frac{\sqrt{2}}{2} e_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} e_2, -e_3 \right\},$$

$$\psi = \left\{ \frac{\sqrt{3}}{3} e_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} e_2 - \frac{\sqrt{6}}{6} e_3, \frac{\sqrt{3}}{3} e_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} e_2 - \frac{\sqrt{6}}{6} e_3, \frac{\sqrt{3}}{3} e_1 + \frac{\sqrt{6}}{3} e_3 \right\}.$$

Según la descomposición del Teorema 2 se tiene que todo polinomio fraccionario P_2 de grado 2 admite la siguiente representación:

$$P_2 = P_1 + I_2 + (x^\alpha) D(x^\alpha),$$

donde P_1 es un polinomio fraccionario de grado a lo sumo 1, I_2 es un polinomio (φ, ψ) -inframonogénico fraccionario de grado 2 y D es una constante. Por tanto, el anterior problema de frontera se puede reducir a analizar los siguientes dos problemas de Dirichlet más sencillos:

$$\begin{cases} \frac{\partial^\varphi g}{\alpha} \frac{\partial^\psi}{l} = 0 \text{ en } B(0,1), \\ g = x_3^2 e_2 \text{ en } \partial B(0,1), \end{cases}$$

y

$$\begin{cases} \frac{\partial^\varphi (x^\alpha) D(x^\alpha) \frac{\partial^\psi}{l} = C \text{ en } B(0,1), \\ \frac{\partial^\varphi (x^\alpha) D(x^\alpha) \frac{\partial^\psi}{l} = 0^\alpha \text{ en } \partial B(0,1). \end{cases}$$

Particularmente, para $\alpha = 1$ el primero de estos problemas tiene como solución el polinomio

$$g = \left[\frac{\sqrt{6}}{3} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - 1) + x_3^2 \right] e_2 - \frac{\sqrt{3}}{3} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - 1) e_1 e_1 e_3,$$

mientras que el segundo problema permite determinar la constante D , obteniendo una solución al problema original.

A diferencia del caso armónico y monogénico, en general, los polinomios representados en la anterior descomposición no son mutuamente ortogonales con respecto al producto de Fischer. Sin embargo, sí se puede garantizar la ortogonalidad de los polinomios $(x^\alpha)^p \frac{\partial^\varphi}{l-2p} \frac{\partial^\psi}{l}$ y $(x^\alpha)^q \frac{\partial^\varphi}{l-2q} \frac{\partial^\psi}{l}$ para cuando $0 < p, q \leq \lfloor \frac{l}{2} \rfloor$ con $|p - q| \geq 2$. Si denotamos por $\mathcal{H}_{\varphi,\psi}^\alpha(l)$ al subespacio de $\Pi_\alpha(l)$ que contiene a los polinomios (φ, ψ) -armónicos fraccionarios P_l tales que $\frac{\partial^\varphi P}{\alpha} \frac{\partial^\psi}{l} = 0$,

entonces siguiendo un procedimiento análogo resulta otra descomposición para $l \geq 2$:

$$\Pi_{\alpha}(l) = \bigoplus_{s=0}^{\lfloor \frac{l}{2} \rfloor} (x^{\alpha} x^{\alpha})^s \mathcal{H}^{\alpha} \quad (l - 2s).$$

No obstante, la ortogonalidad de los polinomios en la representación anterior se pierde incluso para cuando $|p - q| \geq 2$ y $m > 2$. El álgebra $\mathbb{R}_{0,2} \simeq \mathbb{H}(\mathbb{R})$ es muy particular y suceden estos hechos curiosos que difieren de los obtenidos para dimensiones superiores. Para profundizar en las pruebas de estos resultados se remite al lector al trabajo reciente de [Alfonso-Santiesteban et al. \(2024\)](#).

Discusión

Las descomposiciones de Fischer ayudan a encontrar bases ortonormales para el espacio de polinomios de \mathbb{R}^m . En el caso específico de polinomios definidos sobre la superficie de una bola se obtiene la conocida descomposición por armónicos esféricos. El mero hecho de considerar funciones con una estructura puramente espinorial posibilita que se conforme un conjunto de descomposiciones de Fischer que se diferencian de las ya conocidas del Análisis Real. Las modernas técnicas del Análisis de Clifford permiten comprender otras de estas descomposiciones que antes no se tenían naturalmente y a la vez nos proporcionan algunas pautas esenciales que se establecen por la falta de conmutatividad en el producto geométrico.

Conclusiones

El alto grado de flexibilidad que supone la consideración de conjuntos estructurales arbitrarios permite agrupar, de una manera elegante, una amplia gama de sistemas de ecuaciones en derivadas parciales que tienen una estrecha relación con la ecuación de Laplace, fórmulas alternativas de Kolosov-Muskhelishvili, transformadas de Ahlfors-Beurling, $\bar{\partial}$ -problemas y mapeos conformes. Con el uso también del Cálculo Fraccionario se obtuvieron descomposiciones de Fischer para el espacio de polinomios homogéneos de \mathbb{R}^m , las cuales ayudan a comprender algunos conceptos inherentes de la teoría de la supersimetría en Mecánica Cuántica. Se pudo constatar cómo la no conmutatividad del producto Cliffordiano en dimensiones superiores provoca el rompimiento de los resultados obtenidos para dimensiones menores.

Agradecimientos

Daniel Alfonso Santiesteban agradece al Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por una beca para estudios de posgrado (CVU: 1043969).

Referencias

- Abreu-Blaya, R., Bory-Reyes, J., Guzmán, A., Kähler, U. (2017). On the φ -Hiperderivative of the ψ -Cauchy-Type Integral in Clifford Analysis. *Computational Methods and Function Theory*, 17, 101-119. Doi. [10.1007/s40315-016-0172-0](https://doi.org/10.1007/s40315-016-0172-0)
- Alfonso-Santiesteban, D., Abreu-Blaya, R., Árciga-Alejandre, M.P. (2022). On (Φ, Ψ) -Inframongenetic Function in Clifford Analysis. *Bulletin of the Brazilian Mathematical Society, New Series*, 53, 605-621. Doi. [10.1007/s00574-021-00273-6](https://doi.org/10.1007/s00574-021-00273-6)
- Alfonso-Santiesteban, D., Abreu-Blaya, R., Peña-Pérez, Y., Sigarreta-Almira, J.M. (2024). Fractional Fischer decompositions by inframonogenic functions. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 539, 128468. Doi. [10.1016/j.jmaa.2024.128468](https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2024.128468)
- Alfonso-Santiesteban, D. (2024). $\bar{\partial}$ -problem for a second-order elliptic system in Clifford analysis. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 47, 9718-9728. Doi. [10.1002/mma.10090](https://doi.org/10.1002/mma.10090)
- Brackx, F., Delanghe, R., Sommen, F. (1982). *Clifford analysis*. Research Notes in Mathematics, 76, Pitman (Advanced Publishing Program), Boston.
- Gürlebeck, K., Nguyen, H. M. (2014). On ψ -Hyperholomorphic Functions and a Decomposition of Harmonics. *Hypercomplex Analysis: New Perspectives and Applications*. Trends in Mathematics, 181-189. Doi. [10.1007/978-3-319-08771-9_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08771-9_12)
- Kähler, U., Vieira, N. (2014). *Fractional Clifford Analysis*. In: Bernstein, S., Kähler, U., Sabadini, I., Sommen, F. (eds) *Hypercomplex Analysis: New Perspectives and Applications*. Trends in Mathematics. Birkhäuser, Cham. Doi. [10.1007/978-3-319-08771-9_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08771-9_13)
- Liu, L.W., Hong, H.K. (2018). Clifford algebra valued boundary integral equations for three-dimensional elasticity. *Applied Mathematical Modelling*, 54, 246-267. Doi. [10.1016/j.apm.2017.09.031](https://doi.org/10.1016/j.apm.2017.09.031)
- Malonek, H., Peña-Peña, D., Sommen, F. (2010). Fischer decomposition by inframonogenic functions. *CUBO A Mathematical Journal*, 12, 189-197.
- Moreno-García, A., Moreno-García, T., Abreu-Blaya, R., Bory-Reyes, J. (2018). Inframongenetic functions and their applications in three dimensional elasticity theory. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 41, 3622-3631. Doi. [10.1002/mma.4850](https://doi.org/10.1002/mma.4850)
- Nõno, K. (1983). On the quaternion linearization of Laplacian Δ . *Bull. Fukuoka Univ. Ed. III* 35, 510.
- Shapiro, M.V., Vasilevski, N.L. (1995). Quaternionic ψ -hyperholomorphic functions, singular integral operators and boundary value problems. I. ψ -hyperholomorphic function theory. *Complex Variables*, 27, 17-46. Doi. [10.1080/17476939508814803](https://doi.org/10.1080/17476939508814803)

Impacto del apoyo de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos en la colección viva de *Bursera* del Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Guerrero
Impact of the support of the National Network of Ethnobotanical Gardens on the living *Bursera* collection of the Botanical Garden of the Autonomous University of Guerrero

Impacto do apoio da Rede Nacional de Jardins Etnobotânicos na coleção viva de *Bursera* do Jardim Botânico da Universidade Autônoma de Guerrero

Elvia Barrera-Catalán^{1*} ID. 0009-0008-4059-4698
 Fanny Imelda Pastenes-Felizola¹ ID. 0009-0009-8913-0939
 César Sandino García-Vega² ID. 0000-0001-8470-9014
 Epifanio Blancas-Calva¹ ID. 0000-0002-2798-9483

¹Instituto de Investigación Área Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas s/n. Ciudad Universitaria Sur, 39087, Chilpancingo, Guerrero, México.

²Laboratorio de Ecología. TecNM/ Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano. Av. Pungarabato Pte. S/N. Colonia Morelos, 40665, Cd. Altamirano, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia ebarrera74@hotmail.com

Recibido: 13/10/2024

Revisado: 20/12/2024

Aprobado: 25/02/2025

Publicado: 29/03/2025

Resumen

El documento describe cómo el apoyo del CONAHCYT, a través de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos (Renajeb), ha impactado en el incremento de la colección viva del género *Bursera* en el Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Guerrero (JB-UAGro). Las especies del taxón *Bursera*, conocidas localmente como copales y cuajotes, son plantas que habitan principalmente en bosque tropical caducifolio del cual son elementos importantes en su estructura y fisonomía. Además de su relevancia ecológica, se suma la cultural debido a que son utilizadas en medicina tradicional, cercas vivas, usos rituales y para la elaboración de artesanías. Entre los objetivos del JB-UAGro se encuentra promover el conocimiento del género a través de la conservación y exhibición permanente de ejemplares de sus especies. La Renajeb ha facilitado, a través de proyectos de investigación, el incremento de ejemplares de especies que no estaban representadas en la colección viva del JB-UAGro, al ampliar el rango geográfico de colecta en municipios de Guerrero, lo que ha permitido una representación más completa de la diversidad del género. Se han incorporado a la colección ejemplares de 14 especies, que no eran parte de la colección, lo que representa un incremento del 77.7%. Otro apoyo relevante de la Renajeb fue la contratación de un taxónomo especializado para la precisión en la identificación científica tanto de los ejemplares ya establecidos en la colección como de los nuevos ingresos. Actualmente, de todos los jardines miembros de la Renajeb, el JB-UAGro destaca por la colección de ejemplares de 32 especies “ex situ” de *Bursera*. El apoyo proporcionado por la Renajeb, fortalece a este jardín universitario en aspectos relacionados con la investigación, conservación y divulgación del conocimiento biológico y cultural del taxón *Bursera*.

Palabras clave: *Bursera*, Guerrero, JB-UAGro, JEB-UAGro, Renajeb.

Abstract

The document describes how the support of CONAHCYT, through the National Network of Ethnobiological Gardens (Renajeb), has impacted the increase of the collection of the *Bursera* genus in the Botanical Garden of the Autonomous University of Guerrero (JB-UAGro). The species of the *Bursera* taxon, known locally as copales and cuajjotes, are plants that live mainly in deciduous tropical forests, of which they are important elements in its structure and physiognomy. In addition to their ecological relevance, they also have a cultural relevance, since they are used in traditional medicine, living fences, ritual uses and for the elaboration of crafts. Among the objectives of JB-UAGro is to promote knowledge of the genus through the conservation and permanent exhibition of specimens of its species. Through research projects, Renajeb has facilitated the increase of specimens of species that were not represented in the living collection of JB-UAGro, by expanding the geographic range of collection in municipalities of Guerrero, which has allowed a more complete representation of the diversity of the genus. Specimens of 14 species that were not part of the collection have been incorporated into the collection, which represents an increase of 77.7%. Another relevant support from Renajeb was the hiring of a specialized taxonomist for the precision in the scientific identification of both the specimens already established in the collection and the new additions. Currently, of all the member gardens of Renajeb, JB-UAGro stands out for the collection of specimens of 32 “ex situ” species of *Bursera*. The support provided by Renajeb strengthens this university garden in aspects related to research, conservation and dissemination of biological and cultural knowledge of the *Bursera* taxon.

Keywords: bursera, Guerrero, JB-UAGro, JEB-UAGro, Renajeb.

Resumo

Este documento descreve como o apoio da CONAHCYT, por meio da Rede Nacional de Jardins Etnobotânicos (RENAJEB), impactou o crescimento da coleção viva do gênero *Bursera* no Jardim Botânico da Universidade Autônoma de Guerrero (JB-UAGro). As espécies do táxon *Bursera*, conhecidas localmente como copal e cuajjote, são plantas que habitam principalmente florestas tropicais decíduas, onde são elementos importantes na estrutura e aparência da floresta. Além de sua relevância ecológica, elas também possuem significado cultural, sendo utilizadas na medicina tradicional, em cercas vivas, práticas rituais e na confecção de artesanato. Entre os objetivos do JB-UAGro está a promoção do conhecimento do gênero por meio da conservação e exposição permanente de espécimes de suas espécies. Por meio de projetos de pesquisa, a Rede Nacional de Jardins Botânicos de Guerrero (RENAJEB) facilitou o aumento do número de espécimes de espécies anteriormente não representadas na coleção viva do Jardim Botânico da Universidade Autônoma de Guerrero (JB-UAGro). Isso foi alcançado pela expansão da área geográfica de coleta para incluir municípios de Guerrero, resultando em uma representação mais completa da diversidade do gênero. Espécimes de 14 espécies, que não faziam parte da coleção anteriormente, foram adicionados, representando um aumento de 77,7%. Outra contribuição significativa da RENAJEB foi a contratação de um taxonomista especializado para garantir a identificação científica precisa tanto dos espécimes já existentes quanto dos recém-adquiridos. Atualmente, de todos os jardins pertencentes à RENAJEB, o JB-UAGro se destaca por sua coleção de 32 espécies de *Bursera* ex situ. O apoio fornecido pela RENAJEB fortalece este jardim universitário em aspectos relacionados à pesquisa, conservação e disseminação do conhecimento biológico e cultural do táxon *Bursera*.

Palavras-chave: *Bursera*, Guerrero, JB-UAGro, JEB-UAGro, Renajeb.

Introducción

El Jardín Botánico (JB-UAGro), forma parte de la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB). Recientemente se incorporó como miembro de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos mejor conocida como Renajeb, motivo por el cual al jardín también se le conoce como Jardín Etnobiológico de la Universidad Autónoma de Guerrero (JB y JEB-UAGro) (Blancas-Calva *et al.*, 2023). De acuerdo con el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), la Renajeb está conformada por 24 espacios públicos, accesibles y sustentables en donde se conservan especies de hongos, flora y fauna local con importancia etnobiológica. Estos jardines tienen como objetivo la visibilización, resguardo, recuperación, intercambio y difusión del conocimiento etnobiológico y de la riqueza biocultural del país (SECIHTI, 2024). Para alcanzar estos objetivos la Renajeb emite convocatorias que fomentan la conexión entre los jardines y las comunidades locales, con el fin de fortalecer, difundir y visibilizar sus saberes tradicionales y lenguas originarias.

El JB-UAGro tiene como misión conservar una colección viva de la flora representativa del Estado de

Guerrero y de la fauna asociada a ésta, lo cual se viene realizando desde hace varias décadas con el apoyo de investigadores del Instituto de Investigación de Ciencias Naturales (IICCN), quienes dentro de sus actividades realizan trabajo etnobotánico y de inventario faunístico en comunidades con población originaria. Las principales actividades son la documentación del conocimiento tradicional asociado acon sus plantas locales y el registro de animales silvestres. Tanto la misión del JB-UAGro como el quehacer de investigación que se realiza en el IICCN, se encuentran alineados con los objetivos de la Renajeb. En este contexto, el JB-UAGro se vincula a la Renajeb al participar en la Convocatoria 2019-03 a través del proyecto: “Consolidación del Jardín Etnobiológico de

la Universidad Autónoma de Guerrero”, el cual fue sujeto de apoyo por el Fondo Institucional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT-PRONACES). Posteriormente se logró un segundo y tercer apoyo mediante los proyectos: “Vinculación social, establecimiento y mejoramiento de espacios etnobiológicos en el Jardín de la UAGro”, en 2022, y con el “El Jardín Etnobiológico de la UAGro como una estrategia para la conservación y visibilización biocultural del Estado de Guerrero”. Este último, tiene la particularidad de ser un proyecto multianual y el año 2023 corresponde a la primera de tres etapas. Los apoyos logrados con los proyectos han permitido notables avances en varios aspectos del jardín, como el caso del género *Bursera*, el cual es una referencia distintiva para el JB-UAGro. Las especies de *Bursera* cuentan con importancia biológica, ecológica y cultural en Guerrero y en el país. El presente documento detalla los resultados obtenidos, evaluando cómo el apoyo del CONAHCYT, a través de la Renajeb, ha impactado en el incremento y la diversificación de la colección del género *Bursera* en el JB-UAGro.

Materiales y Método

El JB y JEB-UAGro se ubica en ciudad universitaria Campus Sur en la ciudad de Chilpancingo, Guerrero. Cuenta con 2.8 hectáreas y presenta un terreno con diferentes grados de pendiente, caracterizado por un suelo predominantemente arcilloso. El clima se clasifica como tropical lluvioso semicálido con una marcada estacionalidad en las precipitaciones. La temperatura media anual es de 24 °C. Durante el año, enero es el mes más fresco, con temperaturas mínimas que descienden hasta los 17 °C, mientras que mayo es el mes más cálido, alcanzando temperaturas máximas de hasta 32 °C. (INEGI, 2007; SMN, 2024). Su colección botánica viva “ex situ” la conforman ejemplares de especies procedentes,

principalmente, de bosque tropical caducifolio. Resalta la colección de ejemplares de diversas especies del género *Bursera*. Durante los últimos años, se ha trabajado en incrementar las especies de este género. La incorporación de ejemplares de nuevas especies a la colección del JB-UAGro, es el resultado de un proceso sistemático en campo que incluye varias expediciones en diferentes municipios y regiones del Estado de Guerrero. Estas expediciones abarcaron comunidades de los municipios de Tepecoacuilco de Trujano en la región Norte, Chilpancingo de los Bravo y Eduardo Neri de la región Centro, Pungarabato de la región Tierra Caliente y Copala en la región Costa Chica. El método utilizado para la recolección de especies implicó la obtención de plantas juveniles, muestras vegetativas y herborizadas. Las muestras de herbario se realizaron para todas las especies registradas en campo, a diferencia de la recolección de plantas juveniles y/o muestras vegetativas que solo fueron recolectadas cuando se identificaban como especies faltantes en la colección viva, y en casos donde solo hubiese un único individuo de la especie en el JB-UAGro. Las muestras vegetativas y herborizadas se documentaron con información de campo detallada, que garantiza la identificación del contexto ecológico de procedencia de las muestras. Además, se registró cualquier información de conocimiento tradicional local relevante. Las muestras herborizadas recibieron tratamiento con base en la técnica propuesta por Lot y Chiang (1986) que incluye la preparación y correcto secado para su conservación. Posteriormente, fueron enviadas a un especialista para su identificación taxonómica. Una vez identificadas científicamente, las muestras fueron depositadas en el herbario UAGro para su preservación y consulta futura. Mientras que la introducción de las plantas juveniles o las estacas al JB-UAGro fue a través de la siembra en macetas, las cuales fueron introducidas al vivero para su aclimatación. El proceso de adaptación incluyó el monitoreo del riego y los cuidados necesarios para asegurar la viabilidad de las plantas. Tras un período de adaptación, las plantas fueron trasladadas a áreas específicas dentro del JB-UAGro para integrarse a la colección viva “ex situ” del género *Bursera* para su exhibición. Otra forma de incrementar el número de especies fue a través de la determinación o corrección taxonómica de copales y cuajiotos ya establecidos en el JB-UAGro.

Resultados

La participación en proyectos financiados por la Renajeb ha sido crucial para incrementar la diversidad de especies de la colección viva de *Bursera* en el JB-UAGro. Antes de recibir el apoyo Renajeb, el JB-UAGro contaba con ejemplares de 18 especies. Durante el apoyo de la Renajeb se logró un incremento significativo de 14 especies más

para un total de 32 especies. A continuación, se detalla en la Tabla 1 el impacto de estos apoyos en la incorporación de nuevas especies.

La Tabla 1 permite observar que durante los cuatro años de apoyo se colectaron ejemplares de 14 especies de *Bursera*, las cuales se incorporaron a la colección viva del JB-UAGro. La incorporación de estas especies al acervo de *Bursera* representa un incremento del 77.7%. El número de especies que alberga el JB-UAGro enriquece de forma significativa al conocimiento del género en la región. En la Tabla 2 se presenta información detallada de las especies que actualmente conforman la colección de *Bursera* en el JB-UAGro, destacando si su ingreso a la colección fue a través del apoyo Renajeb. Las categorías de riesgo que se presentan en la Tabla 2 se detallan más adelante en la Figura 2.

El género *Bursera* es endémico del continente americano. Su mayor concentración, diversidad de especies y endemismo se encuentra en México (Villaseñor, 2016; Bonfil-Sanders y Barrales-Alcalá, 2024). Del total de especies que se encuentran dentro de la colección del JB-UAGro, el 75% de ellas son endémicas al país, porcentaje que equivale a 25 especies. De éstas, 11 se han registrado para dos y hasta seis entidades federativas. Las especies a las que se hace referencia son: *B. bonetii*, *B. bolivarii*, *B. suntui*, *B. coyucensis*, *B. hintonii*, *B. trimera*, *B. mirandae*, *B. tecomaca*, *B. vejar-vazquezii*, *B. velutina* y *B. xochipalensis*. Destaca *B. bonetii*, a la cual se le ha registrado en dos estados, mientras que *B. bolivarii* y *B. suntui* cuentan con registro para tres estados.

En relación con la categoría de riesgo, *B. bonetii* se encuentra catalogada por la NOM-059-Semarnat-2010 como especie sujeta a protección especial (Pr) y por la UICN como especie en peligro (EN), mientras que, *B. bolivarii* y *B. suntui* solo se encuentran catalogadas por la UICN como vulnerables (VU), ver Tabla 2. En relación con la diversidad de especies de plantas vasculares en México, y con base en estudios recientes, el género *Bursera* se encuentra entre los 25 géneros con mayor diversidad en el país (Villaseñor, 2016; Bonfil-Sanders y Barrales-Alcalá, 2024). En la Figura 1 se muestra la diversidad de especies de *Bursera* a diferentes niveles de áreas geográficas.

Con respecto a las categorías de riesgo, éstas se evaluaron según las propuestas de la UICN y la NOM-059 (SEMARNAT, 2010). La UICN es una asociación de miembros formada por organizaciones gubernamentales y de la sociedad civil que trabaja en pro de la conservación biológica. Entre sus contribuciones, ofrece un inventario global del estado de conservación de las especies, mientras que la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) es una Norma mexicana que tiene como objetivo identificar especies de flora y fauna en riesgo en México para su protección.

Tabla 1. Incremento de especies del género *Bursera* a partir del apoyo de la Renajeb.

Año	Municipio de colecta	Especies
2021	Tepecoacuilco de Trujano y Chilpancingo de los Bravo	<i>B. bolivarii</i> , <i>B. submoniliformis</i> y <i>B. bonetii</i>
2022	Chilpancingo de los Bravo y Eduardo Neri	<i>B. xochipalensis</i> , <i>B. copallifera</i> y <i>B. multijuga</i>
2023	Eduardo Neri y Pungarabato	<i>B. aptera</i> , <i>B. mirandae</i> , <i>B. velutina</i> y <i>B. coyucensis</i>
2024	Chilpancingo de los Bravo, Pungarabato y Copala	<i>B. roseana</i> , <i>B. diversifolia</i> , <i>B. trimera</i> y <i>B. aff. tomentosa</i> .
Total	5 municipios	14 especies

Tabla 2. Especies del género *Bursera* del JB-UAGro, su estatus de endemismo y categorías de riesgo, así como el apoyo recibido de la Renajeb.

Especie	Apoyo	Endémicas del país	Categoría de riesgo
<i>B. aptera</i> Ramírez	Si	COL, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE, VER	*LC
<i>B. ariensis</i> (Kunth) McVaugh & Rzed.	No	CHIS, COL, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE	*LC
<i>B. bicolor</i> (Willd. ex Schltld.) Engl.	No	GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE	*LC
<i>B. bipinnata</i> (DC.) Engl.	No	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. bolivarii</i> Rzed.	Si	GRO, OAX, PUE	*VU
<i>B. bonetii</i> Rzed.	Si	GRO, OAX	*EN **Pr
<i>B. copallifera</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Si	COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, VER, ZAC	*LC
<i>B. coyucensis</i> Bullock	Si	GRO, JAL, MEX, MICH	*NT **Pr
<i>B. discolor</i> Rzed.	No	CHIH, COL, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, SON	*LC
<i>B. diversifolia</i>	Si	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. excelsa</i> (Kunth) Engl.	No	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. fagaroides</i> (Kunth) Engl.	No	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. glabrifolia</i> (Kunth) Engl.	No	CHIS, COL, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, SON, VER	*LC
<i>B. grandifolia</i> (Schltld.) Engl.	No	BCS, CHIS, CHIH, COL, DGO, GTO, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, SIN, SON, VER, ZAC	*LC
<i>B. hintonii</i> Bullock	No	GRO, MEX, MICH, OAX	*VU
<i>B. trimera</i> Bullock	Si	COL, GRO, JAL, MEX, MICH	*VU
<i>B. lancifolia</i> (Schltld.) Engl.	No	BCS, CHIH, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, SLP, SIN, SON, VER	*LC
<i>B. linanoe</i> (La Llave) Rzed., Calderón & Medina	No	GRO, HGO, HGO, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE, VER	*VU
<i>B. longipes</i> (Rose) Standl.	No	CHIS, GRO, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE	*LC
<i>B. mirandae</i> C.A. Toledo	Si	CHIS, GRO, MEX, OAX, PUE	*VU
<i>B. morelensis</i> Ramírez	No	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. multijuga</i> Engl.	Si	AGS, COL, DGO, GRO, JAL, MICH, NAY, SIN, SON, ZAC	*LC
<i>B. roseana</i> Rzed., Calderón & Medina	Si	AGS, COL, DGO, GRO, JAL, MEX, MICH, NAY, OAX, ZAC	*LC
<i>B. schlechtendalii</i> Engl.	No	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. simaruba</i> (L.) Sarg.	No	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. submoniliformis</i> Engl.	Si	GRO, HGO, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE, VER	*LC

<i>B. suntuí</i> C.A. Toledo	No	GRO, OAX, PUE	*VU
<i>B. tecomaca</i> (DC.) Standl.	No	COL, CDMX, GRO, JAL, MEX, MICH	*EN
<i>B. aff. tomentosa</i> (Jacq.) Triana & Planch.	Si	NO ENDÉMICA	*LC
<i>B. vejar- vazquezii</i> Miranda	No	GRO, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE	*VU
<i>B. velutina</i> Bullock	Si	GRO, MEX, MICH, OAX, PUE	*EN
<i>B. xochipalensis</i> Rzed.	Si	GRO, HGO, MICH, OAX, PUE, VER	*VU

Los datos de área de distribución registrada (endemismo) fueron tomados de Villaseñor (2016)

*UICN. EN= En Peligro; VU=Vulnerable; NT=Casi Amenazado; LC=Preocupación Menor

** NOM-059-Semarnat-2010. Pr=Sujeta a protección especial

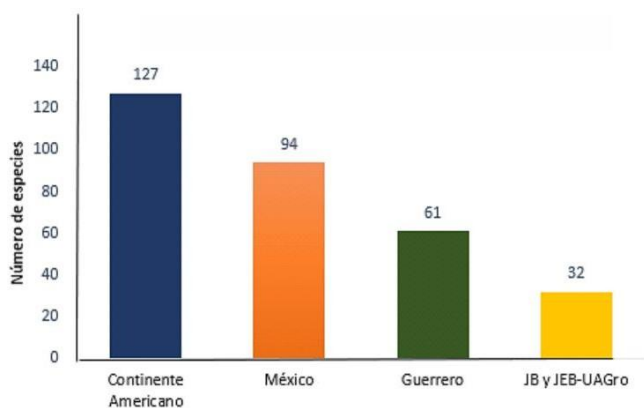


Figura 1. Diversidad de especies del género *Bursera*. Elaboración propia con base en Hernández-Rodríguez *et al.* (2021) y Villaseñor (2016).

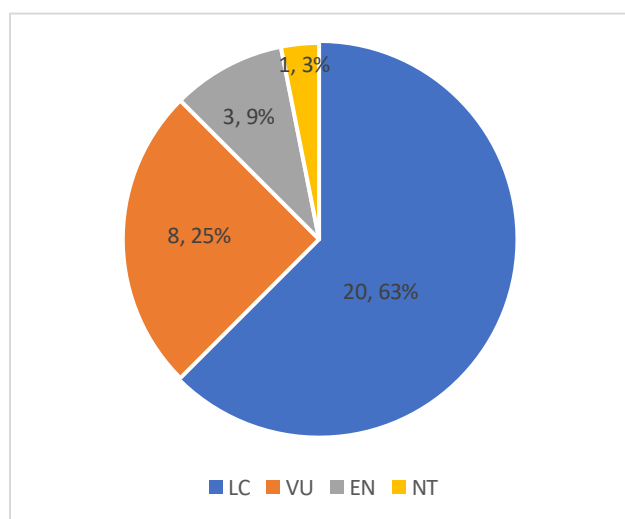


Figura 2. Categorías de riesgo de las especies de *Bursera* del JB y JEB-UAGro. LC= Preocupación menor; VU= Vulnerable; EN= En peligro y NT= Casi amenazado

La Figura 2 ilustra las cuatro categorías de riesgo de las especies de *Bursera* en el JB-UAGro, de acuerdo con los criterios de la UICN (2012, 2024), y muestra el número y el porcentaje de especies en cada categoría. La mayoría de las especies se clasifica como de preocupación menor (LC), seguidas por las categorías de amenazadas (EN, VU) y casi amenazadas (NT).

Discusión

En México a las especies del género *Bursera* se les conoce como copales y cuajiotos (CONABIO, 2024). Guerrero es el estado con la mayor diversidad de especies de copales y cuajiotos (Rzedowski *et al.*, 2005; Villaseñor, 2016). Con base en la literatura consultada se registran para Guerrero 61 especies (Villaseñor, 2016). Entre las razones de dicha diversidad de especies se encuentra lo señalado por Miranda (1947, como se citó en Rzedowski, 2006) en relación con que el bosque tropical caducifolio en la Cuenca del Balsas, superficie geográfica en la que se ubica el estado de Guerrero, constituye el área de máxima concentración de especies de *Bursera*. El inventario de especies de estudios florísticos lo corroboran (Rzedowski, *et al.*, 2005; Ávila-Sánchez *et al.*, 2010; Villaseñor, 2016; Ávila-Sánchez *et al.*, 2018).

El JB-UAGro inicia la colección viva del género *Bursera* a finales de la década de los setentas y actualmente es la colección de referencia más importante del jardín. Antes de formar parte de la Renajeb, el JB-UAGro contaba con 18 especies de *Bursera* (Barrera-Catalán *et al.*, 2018). Actualmente, la colección cuenta con 32, lo que representa un incremento de 14 especies equivalente a un incremento del 77.7%. La participación en proyectos financiados por la Renajeb permitió llevar a cabo recorridos de campo más exhaustivos en cinco municipios de Guerrero. El mayor aporte de especies nuevas para la colección procede de la Región Tierra Caliente (municipio de Pungarabato=, el cual no se había explorado en la recolección y que fue posible a través de la colaboración con el Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano. Importante destacar que Pungarabato es una de las seis áreas de concentración de las especies mexicanas de *Bursera* de repartición

restringida (Rzedowski *et al.*, 2005), por lo que es necesario continuar con las exploraciones botánicas. Las especies incorporadas de este municipio al JB-UAGro fueron *B. coyucensis*, *B. trimera*, *B. velutina* y dos ejemplares que aún se encuentran pendientes de clasificación. De todas las especies introducidas a la colección del JB-UAGro, las de Tierra Caliente se han adaptado mejor, a pesar de que proceden de condiciones con temperaturas más elevadas que la Cd. de Chilpancingo, e incluso hábitat en cercanía o sobre rocas (Bonfil-Sanders y Barrales-Alcalá, 2024) como *B. coyucensis*; a diferencia de especies como *B. xochipalensis*, *B. bonetii* y *B. submoniliformis* que fueron recolectadas muy cerca de la ciudad con similares condiciones de temperatura y suelo y aún no logran establecerse.

El incremento e incorporación de ejemplares de especies que no se encontraban en la colección viva del JB-UAGro, también incluye a los ejemplares ya establecidos en él y que fueron, ya sea identificados o en su caso corregidos en su determinación científica. Este proceso taxonómico también fue apoyado por la Renajeb, puesto que proporcionó recursos económicos para la incorporación de especialistas en taxonomía a los proyectos del JB-UAGro. A través de este apoyo, se han logrado identificar y corregir taxonómicamente ejemplares pertenecientes a cinco especies de *Bursera* que no se encontraban registradas para la colección. En el primer caso, se identificaron ejemplares de *B. aptera*, *B. copallifera*, *B. diversifolia* y *B. multijuga*. En el segundo caso, se corrigió la taxonomía de un ejemplar previamente identificado como *B. simaruba*; no obstante, después de la revisión taxonómica se corrigió su identificación a *B. roseana*. En la Figura 3 se puede apreciar el ejemplar de *B. roseana*, el cual es uno de los árboles más imponentes y longevos del género *Bursera* dentro de la colección del JB-UAGro. Es relevante mencionar que este proceso de validación taxonómica es fundamental para mantener el valor científico de la colección.

Biológicamente, las especies de *Bursera* son plantas muy importantes. El género cuenta con 127 especies aceptadas (Bonfil-Sanders y Barrales-Alcalá, 2024) de éstas, 94 se encuentran en México (Villaseñor, 2016; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2021; Bonfil-Sanders y Barrales-Alcalá, 2024). De acuerdo con Villaseñor (2016), el género *Bursera* se encuentra entre los ocho géneros con mayor cantidad de especies en México. Otro atributo biológico es su alto grado de endemismo en razón de que, de las 94 especies reportadas para México, 81 son endémicas al país por lo que *Bursera*, es uno de los géneros de plantas mexicanas con mayor proporción de especies endémicas, superando la media nacional (49.8%) de endemismo (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2021; Villaseñor, 2016).

El endemismo es un concepto para identificar grupos biológicos con áreas de distribución restringida. Una especie endémica es aquella que evolucionó en un lugar y sólo es posible encontrarla de forma natural en dicho lugar,



Figura 3. Ejemplar de *B. roseana* en el JB-UAGro. Foto: I. Francisco Aponte

el cual puede ser desde un continente, una región, un país e incluso solo puede encontrarse en la localidad tipo. Por estas razones las especies endémicas son muy vulnerables ya que las condiciones de su hábitat son muy específicas, por lo que usualmente están bajo algún régimen de protección especial. Lo anterior se puede observar y constatar en la Tabla 2 y en la Fig. 2 con las especies de *Bursera* del JB-UAGro. De un total de 32 especies, 24 (75%) son endémicas al país y de éstas, las especies con mayor restricción de áreas de distribución geográfica cuentan con las categorías de mayor riesgo. Tal es el caso de *B. bonetii*, cuya distribución conocida es solo a dos estados y para *B. bolivari* y *B. suntui* a tres (Villaseñor, 2016). En el caso de la primera especie su categoría de riesgo de acuerdo a la UICN (2012, 2024) corresponde en peligro (EN), categoría que agrupa a aquellas especies cuya evidencia indica que existe un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre; mientras que para las segundas especies las considera como vulnerables (VU), que son especies con riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre. De acuerdo con los datos que se muestran en la Figura 2, de las 32 especies del JB-UAGro, 11 (34.3%) están catalogadas como especies amenazadas, tres de ellas (9.3%) en la categoría de riesgo en y ocho (25%) en VU. Con base en las definiciones de la propia UICN, estas especies se encuentran amenazadas en virtud

de que las categorías en que se encuentran clasificadas son de muy alto y alto riesgo para la extinción en vida silvestre. Por consiguiente, estas especies son prioritarias para la conservación y se deben promover estrategias para lograrlo, particularmente, los esfuerzos deberían enfocarse en la conservación de sus hábitats.

A diferencia de la clasificación de categorías de riesgo de la UICN, que incluye a 11 especies del JB-UAGro, la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) solo incluye a *B. bonetii* y *B. coyucensis* dentro de la categoría sujetas a protección especial (Pr) que incluye a las especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Particularmente, en la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) la especie *B. linanoe*, conocida localmente como lináloe, no se encuentra incluida en ninguna categoría de riesgo, a pesar de ser una especie endémica con distribución restringida en el país (Villaseñor, 2016) y de que enfrenta acciones antrópicas como el uso no sustentable de poblaciones de la especie durante el proceso de elaboración de artesanías

. De acuerdo con Rzedowski (2006), las especies de este género son elementos dominantes que dan forma a la estructura y caracterizan la fisonomía de la flora del bosque tropical caducifolio, de ahí su importancia ecológica. La falta de un programa para el uso sustentable del recurso, así como la pérdida de su hábitat, son factores que ponen en riesgo la viabilidad de poblaciones del lináloe y de otras poblaciones de especies asociadas, al menos en el estado de Guerrero, por lo que también es indispensable implementar estrategias para ambas situaciones. El JB-UAGro ha desarrollado la reproducción de lináloe a través de semilla y por estacas y se ha establecido vinculación con artesanos locales a quienes se les ha donado plantas para la reforestación.

En Guerrero, los copales y cuajotes cuentan con gran importancia cultural. Se utilizan localmente para cercas vivas, uso ceremonial, combustible, madera (artesanías) y en medicina tradicional (Herrera-Castro, 2009; Herrera-Castro y Barrera-Catalán, 2012; Barrera-Catalán et al., 2018; CONABIO, 2020). Mientras que en el ámbito científico se realizan estudios a los extractos, resinas y/o aceites esenciales de algunas especies de *Bursera*, para la búsqueda de compuestos bioactivos con potencial farmacológico o agronómico (Rivera-Yáñez et al., 2017; Sánchez-Recillas et al., 2020; Espinoza et al., 2021; Hernández-Rodríguez et al., 2021; Kregel et al., 2023; Bonfil-Sanders y Barrales-Alcalá, 2024). En estos estudios se han encontrado resultados muy prometedores y, como lo señala Hernández-Rodríguez et al. (2021) es un argumento más para su conservación.

En relación con la difusión del conocimiento de las especies de *Bursera*, el apoyo de la Renajeb ha facilitado la creación de materiales diversos como carteles, trípticos

e infografías con información de relevancia biológica y cultural de los copales y cuajotes. Las infografías tienen la particularidad de estar escritas en castellano y en lengua náhuatl. Se han colocado en el JB-UAGro al lado del ejemplar correspondiente a la especie que se desea destacar. Los materiales de difusión han contribuido a sensibilizar al público que visita el jardín sobre la importancia biológica y ecológica, además de fomentar una mayor apreciación cultural de los copales y los cuajotes.

Conclusiones

Los fondos del CONAHCYT a través de los proyectos 304930, 321343 y Renajeb-2023-28 (primera y segunda etapa) han tenido un impacto significativo en la diversidad de especies de *Bursera* en el JB-UAGro. La inversión ha fortalecido la capacidad del JB y JEB-UAGro para conservar, investigar y documentar la relevancia etnobiológica de estas plantas en atención de que son de gran importancia cultural y económica para las comunidades locales, quienes las utilizan en prácticas religiosas, medicina tradicional, costumbres de construcción como cercas vivas y en actividades económicas a través de la elaboración y venta de artesanías. El incremento en el número de especies, la correcta determinación taxonómica, la integración de información sobre conocimientos tradicionales locales y la exhibición permanente de ejemplares de *Bursera*, enriquece el valor científico y fomenta la revalorización cultural de los copales y cuajotes en este espacio universitario, consolidándolo como un recurso valioso para la investigación y la conservación del patrimonio biocultural del género. El respaldo institucional y económico sigue siendo esencial para lograr dicha consolidación.

Agradecimientos

El trabajo fue realizado con apoyo económico del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) a través de los proyectos 304930, 321343, y Renajeb-2023-28 de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos (Renajeb). Al TecNM/Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano. A los compañeros del IICCN-UAGro, Dra. Natividad Delfina Herrera Castro y MC. Elizabeth Beltrán Sánchez, responsable técnico y participante académico respectivamente, del proyecto Renajeb-2023-28 por sus valiosas aportaciones y muy especialmente al MC. Santiago Barrios Matías por su invaluable apoyo en campo. A los estudiantes colaboradores y guías locales que conformaron el equipo de recolección. A las comunidades relacionadas en los proyectos.

Referencias

Ávila-Sánchez, P., Sánchez-González, A., Catalán-Everástico, C. (2010). Estructura y composición de la vegetación del Cañón del Zopilote, Guerrero, México.

- Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 16, 119-138.
Doi. [10.5154/r.rchscfa.2010.02.003](https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.02.003)
- Ávila-Sánchez, P., Sánchez-González, A., Catalán-Everástico, C., R.C. Almazán-Núñez, R.C., Jiménez-Hernández, J. (2018). Patrones de riqueza y diversidad de especies vegetales en un gradiente altitudinal en Guerrero, México. *Polibotánica*, 45, 101-113. Doi. [10.18387/polibotanica.45.8](https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.8)
- Barrera-Catalán, E., Herrera-Castro, N.D., Catalán-Neria, A. (2018). Usos locales de las especies de *Bursera* (Burseraceae) en el Jardín Botánico-UAGro. *Boletín Amaranto*. Versión electrónica. Número 3, 12-25.
[Boletin-Amaranto-2018-ART-BURSERAS-JARDIN-BOTANICO.pdf](#)
- Blancas-Calva, E., Barrera-Catalán, E., Herrera-Castro, N.D., Beltrán-Sánchez, E., Barrios-Matías, S. (2023). Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Guerrero: Conservando la biodiversidad regional. *In: Viccon-Esquivel, J., Arias-Montes, S., Christians-Niizawa, S., Hernández-Peña, M.A., Castro-Castro, A., Cetzal-Ix, W., Rivas-Avenidaño, M., Escalante-Castro, J.R., Luna-Zúñiga, J.G., Díaz-Toribio, M.H. (2023). México megadiverso visto a través de sus jardines y sus protagonistas. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB) / Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). México, 164-173.*
[JardnBotnicodelaUniversidadAutnomadeGuerreroConsevandolabiodiversidadregional.pdf](#)
- Bonfil-Sanders, C., Barrales-Alcalá, B. (2024). Análisis del conocimiento actual de la ecología, evolución y manejo del género *Bursera* (Burseraceae) en México. *Acta Botánica Mexicana* 131: e2284. Doi. [10.21829/abm131.2024.2284](https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2284)
- CONABIO (2020). Diversidad Natural y Cultural. Copales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
<https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/ceremonial-y-ritual/copales>
- SECIHTI (2024). Red Nacional de Jardines Etnobiológicos. Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación.
<https://CONAHCYT.mx/acceso-universal-al-conocimiento/jardines-etnobiologicos/>
- Espinoza, L.C., Sosa, L., Granda, P.C., Bozal, N., Díaz-Garrido, N., Chulca-Torres, B., Calpena, A.C. (2021). Development of a Topical Amphotericin B and *Bursera graveolens* Essential Oil-Loaded Gel for the Treatment of Dermal Candidiasis. *Pharmaceuticals*, 14, 1033. Doi. [10.3390/ph14101033](https://doi.org/10.3390/ph14101033)
- Hernández-Rodríguez, Z.G., Castro-Moreno, M., González-Esquinca, A.R., García-Islas, F., De la Cruz-Chacón, I. (2021). Quimiodiversidad de burseras: un argumento para su conservación. *In: Peralta-Meixueiro, M.A., Ruan-Soto, J.F., De la Cruz-Chacón, I., Pineda-Diez de Bonilla, E., Castro-Moreno, M., Than Marchese B.A. (2021). Estudios sobre la biodiversidad tropical mexicana: conservación y aprovechamiento sustentable. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). México. pp. 283-318.*
[2021QuimiodiversidaddeBurseas.pdf](#)
- Herrera-Castro, N.D. (2009). El Copal: Usos pasados y presentes y su representación iconográfica. *Revista Oxtotitlán. Itinerancias Antropológicas*, 5, 54-61.
- Herrera-Castro, N.D., Barrera-Catalán, E. (2012). Lacas y Artesanos en Olinalá. El lináloe, las mujeres y elementos que modifican la técnica tradicional. *In: S. Vásquez, M. Martínez y E. Barrera (comp.) Olinalá Pintado a Mano. Editorial Lama. México, 203-248.*
- INEGI (2007). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1: 250 000, Serie II (Continuo Nacional). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825235659>
- Krengel, F., Pavela, R., Ocampo-Bautista, F., Guevara-Fefer, P. (2023). Acaricidal and insecticidal activity of essential oils obtained from the aerial parts of three Mexican *Bursera* species. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30, 122717–122725. Doi. [10.1007/s11356-023-30895-w](https://doi.org/10.1007/s11356-023-30895-w)
- Lot, A., Chiang, F. (1986). Manual de herbario. Ed. Consejo Nacional de la Flora de México: México D.F.
- Rivera-Yáñez, C.R., Terrazas, L.I., Jiménez-Estrada, M., Campos, J.E., Flores-Ortiz, C.M., Hernández, L.B., Cruz-Sánchez, T., Garrido-Fariña, G.I., Rodríguez-Monroy, M.A., Canales-Martínez, M.M. (2017). Anti-Candida Activity of *Bursera morelensis* Ramirez Essential Oil and Two Compounds, α -Pinene and γ -Terpinene-An In Vitro Study. *Molecules*, 22. Doi. [10.3390/molecules22122095](https://doi.org/10.3390/molecules22122095)
- Rzedowski, J., Medina-Lemos, R.L., Calderón, G. (2005). Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70:85-111. Doi. [/10.21829/abm70.2005.989](https://doi.org/10.21829/abm70.2005.989)
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. Cap. 12 Bosque Tropical Caducifolio. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Sánchez-Recillas, A., Aragón-Castillo, S.L., Arroyo-Herrera, A.L., Araujo-León, J.A., Ortiz-Andrade., R.R. (2020). Efecto espasmolítico y antibacteriano de la especie *Bursera graveolens* (Kunth). *Polibotánica*, 49, 135-147. Doi. [10.18387/polibotanica.49.9](https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.9)
- SEMARNAT (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -

lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
SMN (2024). ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica Base CLICOM. V. 2.0. Servicio Meteorológico Nacional.
http://hidrosuperf.imta.mx/sig_eric/
UICN. (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp.

Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
UICN. 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1.
<https://www.iucnredlist.org/>
Villaseñor, J.L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87, 559-902.

Doi.
Artículo de investigación

**Perspectiva del manejo de los
residuos sólidos urbanos en
Xaltianguis, Guerrero**

**Perspective on the management of
urban solid waste in Xaltianguis,
Guerrero**

**Perspectiva sobre a gestão de resíduos
sólidos urbanos em Xaltianguis,
Guerrero**

Viridiana Del Carmen-Niño¹ ID. 0000-0001-7010-5172

Escuela Superior en Desarrollo Sustentable,
Universidad Autónoma de Guerrero. Carretera
Nacional Acapulco- Zihuatanejo 106+900. Las
Tunas, 40900, Tecpan de Galeana, Guerrero,
México.

*Autor de correspondencia 19142@uagro.mx

Recibido:13/10/2024

Revisado: 20/12/2024

Aprobado: 25/02/2025

Publicado: 29/03/2025

Resumen

En México, los municipios presentan desafíos para el manejo de los residuos, por el desarrollo económico y el tamaño de la población urbana. Tales residuos deben ser manejados para evitar contaminación al ambiente y los recursos naturales. El objetivo de esta investigación consistió en explorar y analizar las percepciones sociales de las prácticas de manejo en sus distintas etapas (generación, separación, acopio, reutilización y disposición) en Xaltianguis, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México. Se aplicaron 389 cuestionarios con 51 preguntas, a las personas mayores de 18 años. Los resultados evidenciaron que las personas tienen la disponibilidad para separar, acopiar y reutilizarlos en sus hogares, lo cual está relacionado con aspectos como, el género, la edad y el nivel de escolaridad. El manejo de los residuos de esta localidad es un desafío para el municipio, por lo que la población tiende a realizar acciones para manejar los residuos. Se concluye que es necesario el trabajo conjunto, entre el municipio, los actores

implicados, el sector privado y la población para la coordinación de acciones sustentadas en diagnósticos confiables para el uso eficiente los recursos disponibles.

Palabras clave: Manejo de residuos sólidos, Percepciones, Localidades rurales, ambiente, contaminación

Abstract

In Mexico, municipalities present challenges for waste management, due to economic development and the proportion of the urban population. Such waste must be managed to avoid contamination of the environment and natural resources. The objective of this research was to explore and analyze social perceptions of management practices in their different stages (generation, separation, collection, reuse and disposal) in Xaltianguis, municipality of Acapulco de Juárez, Guerrero, México. 389 questionnaires with 51 items were applied to people over 18 years of age. The results showed that people are willing to separate, collect and reuse waste in their homes, which is related to aspects such as: gender, age and level of education. The management of waste in this town is a challenge for the municipality, so the population tends to take actions to manage waste. It is concluded that joint work is necessary between the municipality, the actors involved, the private sector and the population for the coordination of actions supported by reliable diagnoses for the efficient use of available resources.

Keywords: Solid waste management, Perceptions, Rural communities, Environment, Pollution

Resumen

En México, los municipios presentan desafíos para el manejo de los residuos, por el desarrollo económico y el tamaño de la población urbana. Tales residuos deben ser manejados para evitar contaminación al ambiente y los recursos naturales. El objetivo de esta investigación consistió en explorar y analizar las percepciones sociales de las prácticas de manejo en sus distintas etapas (generación, separación, acopio, reutilización y disposición) en Xaltianguis, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México. Se aplicaron 389 cuestionarios con 51 preguntas, a las personas mayores de 18 años. Los resultados evidenciaron que las personas tienen la disponibilidad para separar, acopiar y reutilizarlos en sus hogares, lo cual está relacionado con aspectos como, el género, la edad y el nivel de escolaridad. El manejo de los residuos de esta localidad es un desafío para el municipio, por lo que la población tiende a realizar acciones para manejar los residuos. Se concluye que es necesario el trabajo conjunto, entre el municipio, los actores implicados, el sector privado y la población para la coordinación de acciones sustentadas en diagnósticos confiables para el uso eficiente los recursos disponibles.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos, Percepções, Comunidades rurais, Meio ambiente, Poluição

Introducción

Al año se producen dos billones de toneladas de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) mundialmente, además, por el desarrollo poblacional y estilos de vida (UNEP e ISWA, 2024). La generación mundial de los residuos, muestra una determinada diferencia regional, generalmente, por la capacidad económica y el tamaño de la población urbana.

En cuanto al reciclaje y recolección, varían de acuerdo con el nivel de desarrollo de los países, en aquellos con altos ingresos se estima que se recupera de 29% a 90%, mientras que, en los países en vías de desarrollo, las tasas de recuperación son considerablemente más bajas, de hasta 1%, lo mismo sucede con la recolección de los RSU, la cual es de menor cobertura en las zonas con menores ingresos (The World Bank, 2018).

Según Duarte-Azevedo *et al.* (2019) el manejo de los RSU es un desafío cada vez mayor para las autoridades de las ciudades en los países en desarrollo por el peso que tienen en los presupuestos municipales los altos costos asociados con su gestión, la falta de comprensión de una diversidad de factores que inciden en las distintas etapas de la gestión y los encadenamientos necesarios para el funcionamiento de todo el sistema de manejo.

En México, se estiman de 120 a 128 toneladas de RSU diariamente, con promedio de recolección del 84%, lo que significa una cobertura a nivel nacional de 100,751 toneladas de residuos al día. El nivel de recolección más bajo se registra en la zona sur del país donde solo alcanza el 69% (SEMARNAT, 2020).

Taboada-González *et al.* (2013) señalaron que el manejo inadecuado de los RSU provoca efectos nocivos, tales como, contaminación de suelo, aire y agua, deterioro del paisaje natural, menor biodiversidad y riesgos a la salud, entre otros. Además, en las regiones rurales, se acentúa la contaminación por la mala disposición de los RSU, donde el servicio de recolección es prácticamente inoperante o incluso nulo, como consecuencia, se generan Tiraderos a Cielo Abierto (TCA), y sus derivaciones, como la generación de fauna nociva, y, por ende, afectaciones a la salud pública.

Bernache-Pérez (2015) sostiene que el entorno institucional de los municipios presenta tres situaciones que imposibilitan el manejo de los RSU, tales como el presupuesto limitado (para realizar las inversiones necesarias en infraestructura), falta de capacitación del personal de Saneamiento y los periodos para cada administración municipal.

Asimismo, la falta de información e interés de los pobladores es presente en México y en el estado de Guerrero, donde se suman las condiciones de marginación y rezago educativo, la dificultad que representa contar con un servicio adecuado de recolección, poco acceso a programas de concientización y buenas prácticas en el manejo (Galán-Castro *et al.*, 2023). Por lo tanto, este trabajo de investigación tiene como objetivo general es

explorar y analizar las percepciones sociales de las prácticas de manejo en sus distintas etapas (generación, separación, acopio, reutilización y disposición) en Xaltianguis, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México.

Materiales y métodos

Área de estudio: Xaltianguis, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México

La localidad de Xaltianguis corresponde al municipio de Acapulco de Juárez, situada entre los paralelos de Latitud Norte 17°05'58'' y en los paralelos 99°42'51'' (INEGI, 2020). Cuenta con 6,564 habitantes (INEGI, 2020), es considerada localidad urbana, porque rebasa los 2,500 habitantes, no obstante, el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 de Acapulco, en su regionalización del municipio cataloga a Xaltianguis como una de las dos zonas rurales, se ubica aproximadamente a 40 km de la cabecera (Figura 1) y es una comunidad con alto grado de marginación.

Xaltianguis es una de las 234 localidades del municipio de Acapulco, segunda en cuanto a tamaño poblacional, solo seguida de la ciudad y puerto homónimo, el cual presenta una actividad predominantemente turística de gran importancia en el estado y en el país, donde centraliza los servicios básicos, dejando sin éstos a gran parte del resto de las localidades, ya que se ubica en la zona rural, además, se encuentra alejada de la cabecera municipal.

El diseño de la investigación cuantitativa mediante la aplicación de encuestas, es una herramienta factible para registrar información sobre las experiencias y prácticas de las personas relacionadas con las actividades diarias de la generación de los residuos en los hogares, y las formas de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (MRSU).

La encuesta presentó 51 ítems, y seis variables: datos generales, manejo de residuos sólidos en relación con municipio de Acapulco, el MRSU en Xaltianguis, el manejo de residuos en la colonia, el MRSU en el hogar y, por último, el manejo de los residuos en alguna institución educativa.

Se aplicó una prueba piloto para la encuesta, a pobladores de Xaltianguis, y se realizó un taller de capacitación a los encuestadores. Posteriormente, se ejecutó la aplicación de las encuestas a una muestra de 389 personas, entre ellas, amas de casa, jóvenes, adultos mayores, padres de familia, aplicando el siguiente procedimiento matemático:

$$N = (z^2 \cdot N \cdot p \cdot q) / (e^2 (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q)$$

donde N= Tamaño de la población = 6,564; p = probabilidad de que ocurra el evento = 0.5; q = probabilidad de que no ocurra el evento = 0.5; p.q = varianza media de la población (0.25); e2 = error admisible (0.05); z2= nivel de confianza (95%) 1.96 y n = tamaño de la muestra (389 personas), de acuerdo con Webster (2001).

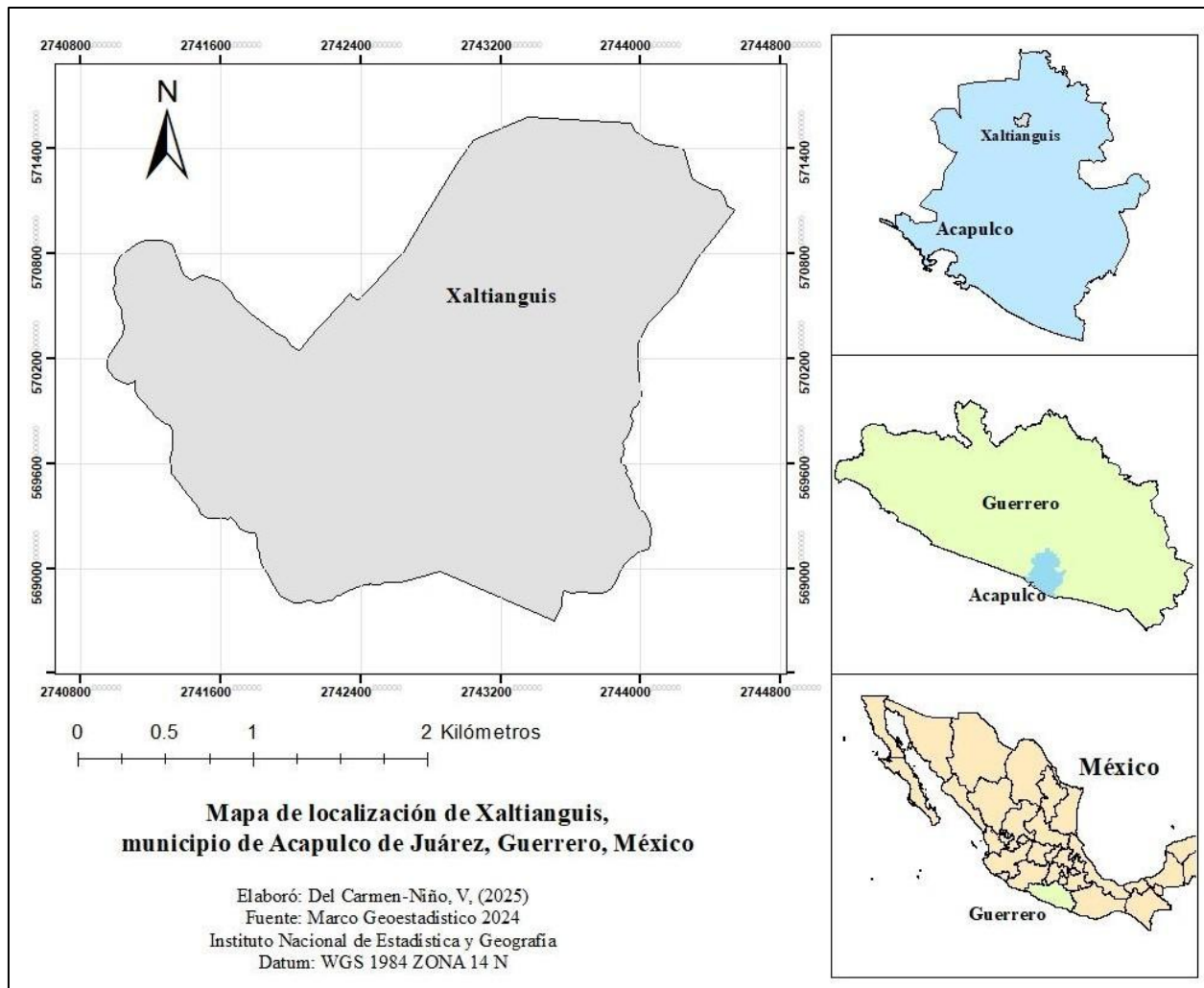


Figura 1. Localización de Xaltianguis, Guerrero, México. Fuente: INEGI (2024).

Los datos obtenidos se capturaron, procesaron y analizaron en el paquete estadístico IBM Statistics SPSS versión 26.0.

Se realizaron análisis de tipo descriptivo: frecuencias, porcentajes y tablas cruzadas de variables, desarrollo de los resultados obtenidos durante la investigación, esquematizando su estructura; la información se expresa mediante el uso de gráficos y tablas (Orellana, 2001). Para las fases de escritura, análisis e interpretación de datos, se utilizó el Programa Excel.

Resultados

Datos generales de los encuestados

El 57.6% de los participantes fueron mujeres, similar a lo reportado por Rojas-Carmona *et al.* (2015) con 85.2% de participantes mujeres, esto se debe a que las

mujeres son encargadas de las actividades domésticas y son quienes más se interesan en temas relacionados con la higiene del hogar. El rango de edad fue de 18 años en adelante, se consideró debido a que a partir de esta edad se cuenta con conocimientos básicos en el manejo responsable de los RSU y sobre la importancia del cuidado del ambiente, asimismo, los 70 años, por las razones antes mencionadas, y por ser la máxima edad registrada entre los encuestados (Tabla 1).

La Tabla 1 muestra que más del 70% de la población es joven, lo cual es una tendencia positiva, esto de acuerdo con Sewak *et al.* (2021), quienes plantean que los jóvenes presentan mayor interés y participan activamente en campañas de limpieza comunitaria, debates sobre el cambio climático, activismo ambiental y defensa de sus pares, los autores añaden que los jóvenes son importantes agentes de cambio.

Tabla 1. Género y edad de los encuestados.

Género	Porcentaje	Edad	Porcentaje
Mujeres	57.6 (224)	18-30	38.6 (150)
Hombres	42.4 (165)	31-50	35.7 (139)
	100	51-70	25.7 (100)
		Total	100

Por su parte, el nivel académico se consideró en cinco categorías, de acuerdo con las diferentes variantes que se presentan en la población y basado en trabajos de percepción precedentes (Pereira-Chaves, 2006). El 48% cuenta con educación básica, 30% con nivel medio, 12% con licenciatura, 3% con estudios de posgrado, y el resto (7%) manifestaron no tener estudios, este dato se relaciona con el planteamiento de Lye *et al.* (2024), quienes plantean que la publicidad, la educación y los incentivos eran factores motivadores para el sentido de protección ambiental entre los residentes de los hogares. En cuanto a la ocupación, las amas de casa, fue el sector más predominante en la población encuestada con 30%, similar a lo obtenido por Solís-Salazar (2010), reportando como mayor sector a las amas de casa con el 48% (Figura 2).

En relación con la presencia del sector de amas de casa, Janmaimool y Denpaiboon (2016) señalan que el

conocimiento relacionado con las estrategias de acción, las normas comunitarias, el género y la edad son predictores del comportamiento del MRSU, mientras que los valores ambientales y la identidad del lugar en el que radican, son determinantes en el comportamiento de conservación ambiental

El manejo de los residuos sólidos

El Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos otorga la facultad a los municipios de encargarse del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los RSU (SEMARNAT, 2020). Este estudio muestra que, en los distintos niveles educativos, son predominantes las personas que dicen no conocer el tema del MRSU tanto en Educación Básica como en Medio Superior (Figura 3).

De acuerdo con lo anterior, Campos-Rodríguez y Camacho-Álvarez (2014) señalan en su estudio en Costa Rica que se presentó una contrariedad generalizada por el papel de las autoridades en la gestión integral de los RSU, asimismo, la autoridad municipal manifiesta una exigencia hacía los demás actores sociales para su involucramiento en las etapas de aprovechamiento, tratamiento y disposición adecuada. Sin embargo, hace falta educación ambiental para lograr los objetivos planteados por ambos actores sociales, tal y como lo plantean Abarca-Guerrero *et al.* (2013) en su estudio sobre el manejo de los residuos en los países en desarrollo.

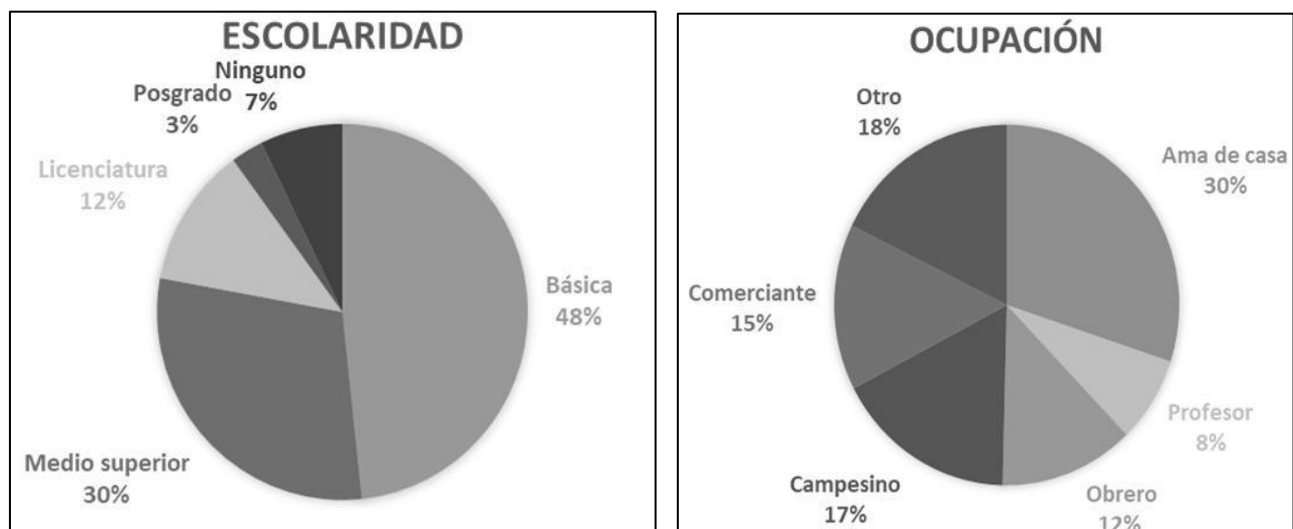


Figura 2. Nivel de escolaridad y ocupación de los encuestados.

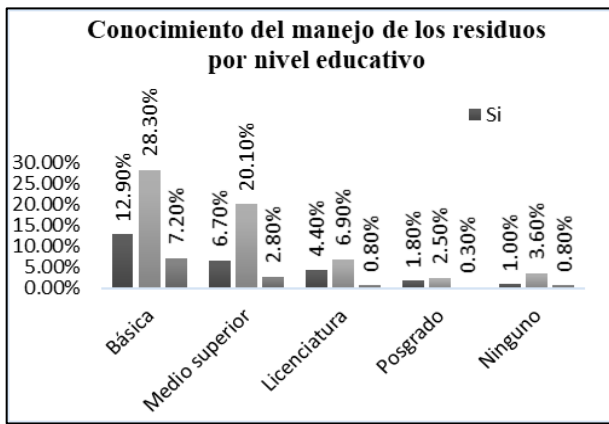


Figura 3. Conocimiento sobre el manejo de residuos sólidos urbanos.

Fuente de generación de los residuos

Los datos obtenidos muestran que, en relación con el estado civil y el MRSU en los hogares, las personas casadas predominantemente realizan actividades relacionadas con esta tarea. La Figura 4 muestra que el 11.8% de los encuestados casados separa, mientras que, prevalece la población casada que no separa (20.38%) y el

resto realiza la quema (14.4%) tal información es relevante al retomar un análisis en Malasia, en cuanto a los factores demográficos como la edad, el nivel de educación, la duración de la vida y el estado civil, los cuales son estadísticamente significativos para explicar el comportamiento de separación en la fuente (Yu *et al.*, 2022).

La población con estado civil soltero, no separa con un 14.4% y queman los residuos con un 9.8%. Contreras (2008) señala que la incidencia del manejo inadecuado de los RSU, en el desarrollo de una región o país se presenta al desmejorar la calidad de vida de sus pobladores, reduciendo su productividad y su contribución al desarrollo económico; además, la creación de problemas ambientales conlleva a pagar elevados costos económicos y sociales.

Acopio de residuos inorgánicos reciclables

En Xaltianguis, el 2.3% de la población hace acopio de RSU inorgánicos reciclables (Figura 5), posibilita la implementación de centros de acopio como estrategia de valorización de los RSU, los principales son, papel y cartón, vidrio, metales y el Polietileno Tereftalato (PET), entre los materiales para los procesos productivos. Sewak *et al.* (2021) establecen que, a falta de una legislación integral sobre la separación en origen de los residuos

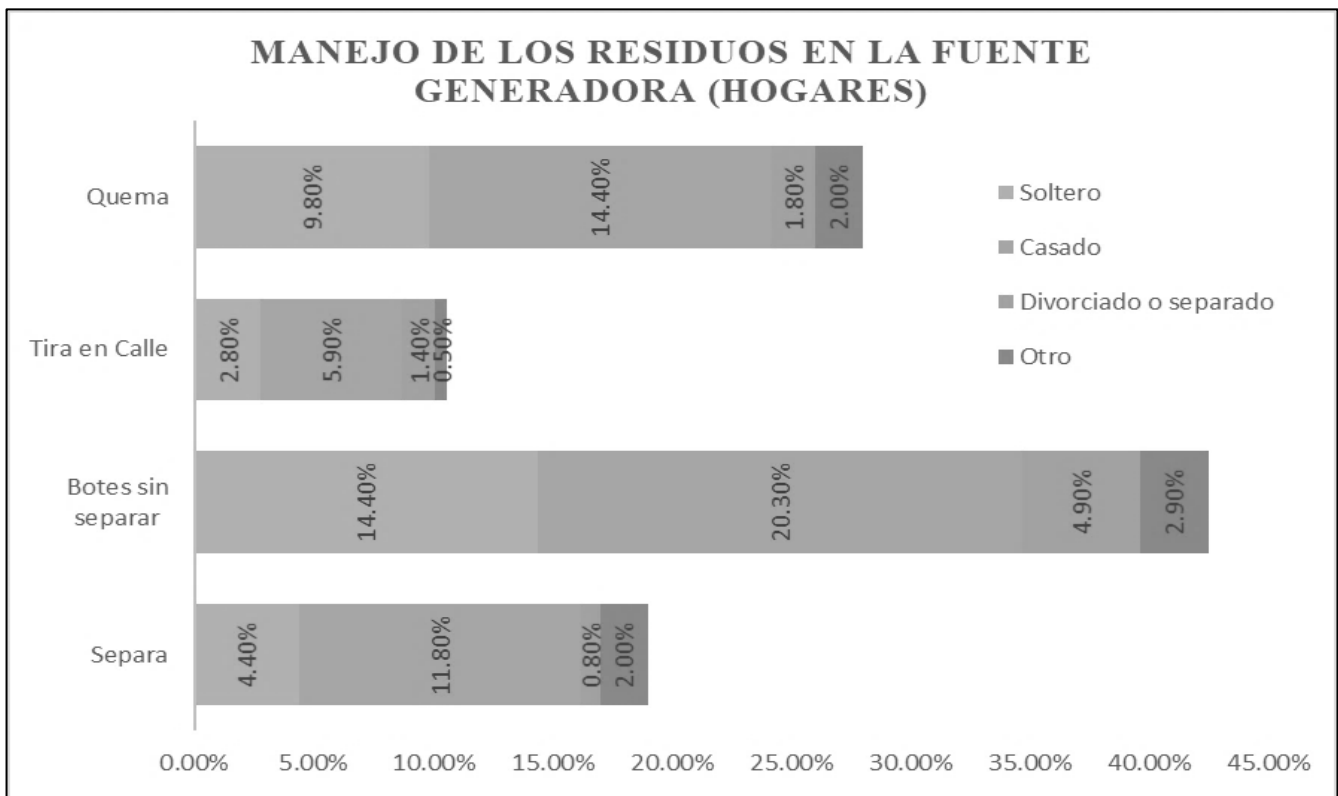


Figura 4. Manejo de los residuos en los hogares.

residenciales, el Gobierno de Fiji depende en gran medida de actividades de educación y concientización para aumentar la participación voluntaria en la gestión sostenible.

El reciclaje tiene la ventaja de reducir los materiales que requieren ser recolectados, transportados y dispuestos (SEMARNAT, 2016). Además, el reciclaje conlleva beneficios, como la conservación de los recursos naturales, compensaciones en el uso de energía en los subsecuentes procesos de transformación (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012), además, contribuyen a conservar adecuadas

condiciones de las celdas y prolonga la vida útil de los rellenos sanitarios (Cárdenas-Moreno *et al.*, 2016).

Reutilización de residuos orgánicos

En Xaltianguis, la encuesta arrojó que el 44% de la población reutiliza los RSU orgánicos como alimento para animales de traspatio y el 26% en la elaboración de composta doméstica (Figura 6), en cuanto a la separación, Law *et al.* (2023) estudiaron el efecto de la capacitación ambiental dirigidos hacia el comportamiento de reducción, reutilización y reciclaje (3R) en los hogares de Malasia,

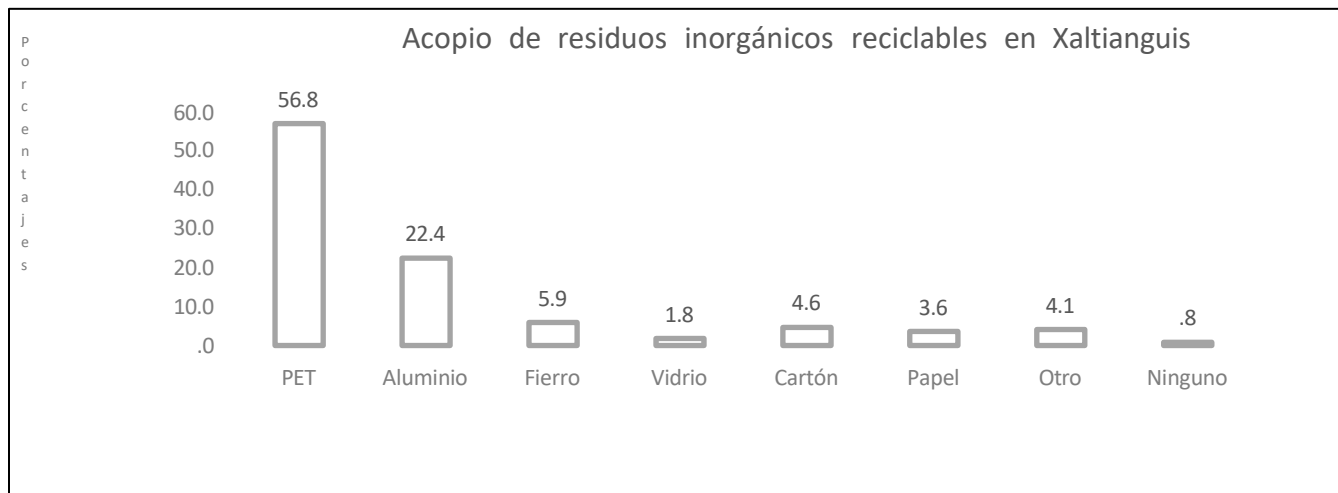


Figura 5. Acopio de residuos inorgánicos reciclables.

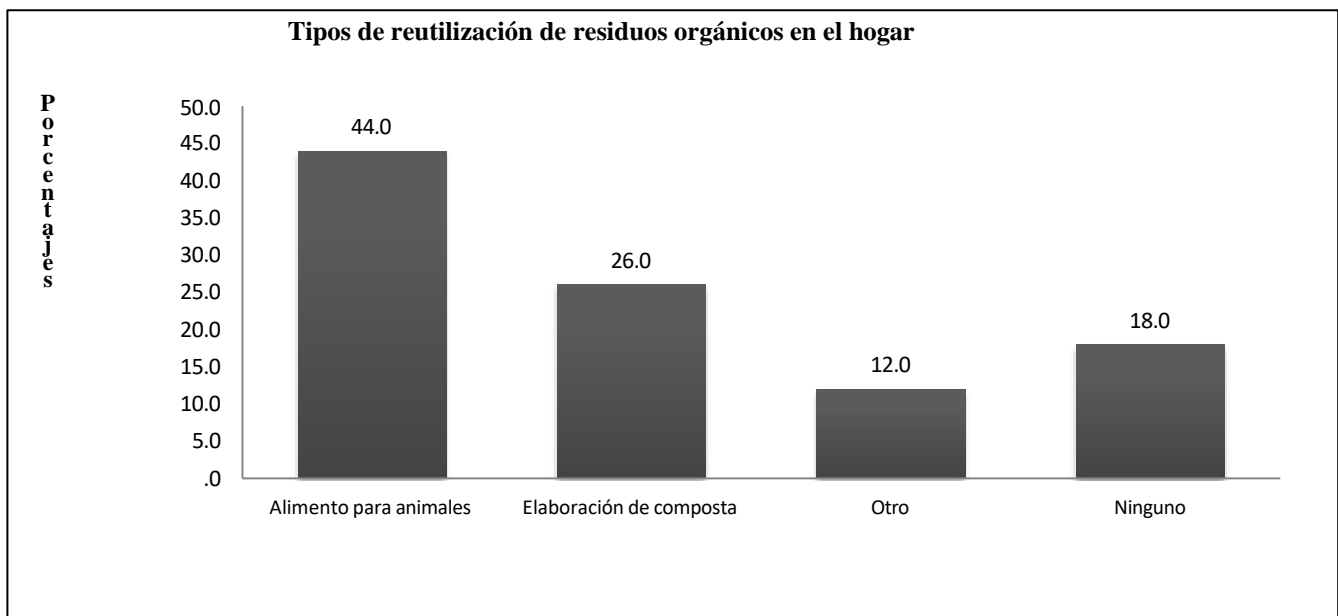


Figura 6. Tipos de reutilización de residuos orgánicos en Xaltianguis.

mediante multas internas y estrategias de estímulo para estas acciones.

Lo señalado anteriormente es una forma de tratamiento de los RSU orgánicos, esto es favorable debido a que contribuye al aprovechamiento de éstos, y provee una oportunidad de aprovechamiento. Nava *et al.* (2015) manifestaron que la prevalencia de los RSU orgánicos se presenta en localidades rurales y semirurales en el estado de Guerrero, esto deriva en un área de oportunidad para ser atendida mediante la capacitación y educación ambiental (Del Carmen-Niño *et al.*, 2019; Miranda-Esteban *et al.*, 2024).

Recolección

La frecuencia de recolección percibida por género fue de 50.4% (mujeres) y 46.1% (hombres) (Figura 7), la segunda frecuencia señalada fue la semanal, donde hombres y mujeres señalan un 24.2% y un 23.7%, respectivamente (Figura 5). Ambos géneros coinciden en la falta del servicio de recolección, similar a los resultados en Brasil, donde los recolectores informales accionan con mayor representatividad que el servicio formal (Gutberlet, 2015)

Según Putra *et al.* (2020) la recolección es parte de la GRSU, la operación y mantenimiento del transporte, es considerado como un proceso que implica un mayor costo en comparación con otras etapas de la gestión.

Disposición final de los residuos sólidos urbanos de Xaltianguis

La Disposición Final (DF) de los RSU generados en Xaltianguis, se realiza por parte de los servicios públicos municipales al relleno sanitario Paso Texca, y por parte del sector informal se deposita en el tiradero ejidal. En torno a este último, la mayoría de la población confirmó la disposición en un tiradero ejidal (80%), además señalaron que este sector utiliza otros tiraderos e incluso el río para disponer los residuos sólidos (Figura 8). Lo cual confirma lo señalado por la SEMAREN (2015), para las localidades rurales de Acapulco, por la proliferación de TCA, en esta zona, asimismo se puntualiza la falta de educación ambiental en estas poblaciones.

La Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (DOF, 2015) establece que las diferentes esferas de Gobierno en las esferas desde su competencia, deberán fomentar el MRSU en la población, así como en los distintos sectores sociales, es decir, la coordinación de mecanismos de responsabilidad compartida entre Gobierno y ciudadanía. Esta ley y el Artículo 115 Constitucional (DOF, 2011), facultan al municipio para la realización del MRSU, pero, al existir escasa recolección de los residuos en Xaltianguis, las acciones iniciadas por sus habitantes presentan escasa orientación, lo que genera un aumento de los efectos negativos en el ambiente.

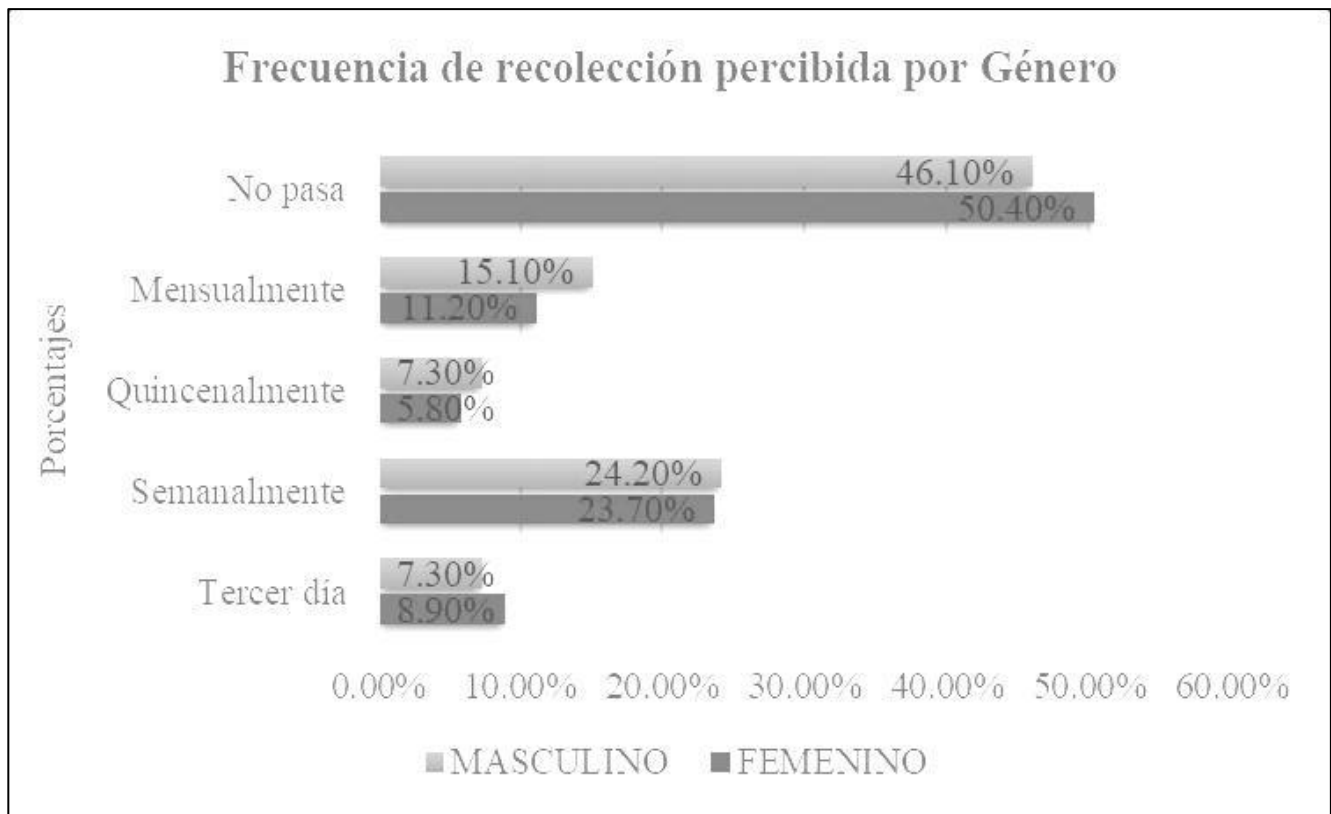


Figura 7. Recolección en relación con el género.



Figura 8. Tipos de reutilización de residuos orgánicos en Xaltianguis.

Conclusiones

En Xaltianguis ha sido evidente que el MRSU es un desafío para el Gobierno municipal de considerando que el manejo integral requiere una operación coordinada, no solo de manera interna por el Estado, sino también de los sectores sociales, demanda cambios culturales e ideológicos de los actores, así como la promoción, financiamientos y mercados para este propósito.

Este estudio destacó varios factores causales del manejo de los residuos en el contexto de una localidad rural. Estos hallazgos indican que los factores estructurales como los servicios intermitentes de recolección de residuos y la inaccesibilidad a las instalaciones de acopio impiden la capacidad de las personas para practicar un manejo adecuado de los RSU. Además, se carece de conciencia pública sobre las leyes que prohíben tirar residuos en calles, ríos y barrancas, por otro lado, se plantea la importancia de la separación y el reciclaje de residuos.

De igual manera, se debe incitar a la población, comercios e instituciones, para separar los residuos generados, lo cual implica esfuerzos específicos en campañas de educación pública para el cambio de comportamiento, así como las inversiones requeridas en la infraestructura de apoyo, como camiones, personal, rellenos sanitarios, entre otros. Para optimizar las acciones enfocadas al manejo de los residuos, se requiere capacitación y educación ambiental para los sectores público, privado y población en general.

Por último, es importante el desarrollo de investigaciones locales, estatales y regionales sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos, así como el diagnóstico presentado en este trabajo que muestra la perspectiva de la localidad en torno del tema.

Referencias

- Abarca-Guerrero, L., Maas, G., Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Manag.* 33, 220-232. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
- Bernache-Pérez, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente* 1.
La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales | Sociedad y Ambiente
- Campos-Rodríguez, R., Camacho-Álvarez, M.M. (2014). Factores determinantes para una acción ambiental positiva de la Gestión Integral de Residuos (GIR) en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 27, 89-101.
- Cárdenas-Moreno, P.R., Robles-Martínez, F., Colomer-Mendoza, F.J., Piña-Guzmán, A.B. (2016). Herramientas para la evaluación de riesgos sobre el ambiente y salud, por la disposición final de residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32, 47-62.
- Contreras-Santos, M.J. (2008). Evaluación de experiencias locales urbanas desde el concepto de sostenibilidad: el caso de los desechos sólidos del municipio de Los Patios (Norte de Santander, Colombia). *Trabajo Social*, 10, 109-134.
- Del Carmen-Niño, V., Rodríguez-Herrera, A.L., Juárez-López, A.L., Sampedro-Rosas, M.L., Reyes-Umaña, M., Silva-Gómez, S.E. (2019). La importancia de la participación y corresponsabilidad en el manejo de los residuos sólidos urbanos. *Acta universitaria*, 29.
- DOF (2011). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación, México.
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- DOF (2015). Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Diario Oficial de la Federación, México.
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgpggir/LGPGIR_orig_08oct03.pdf
- Duarte-Azevedo, B., Scavarda, L.F., Gusmao-Caiado, R.G., (2019). Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective: a case study of Brazil's largest slum. *Journal of Clean Production*. 233, 1377-1386.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.162>
- Galán-Castro, E.A., Juárez-López, A.L., Casarrubias-Jáimez, A.I. (2023). La gestión de residuos en Acapulco, Guerrero. *Acercamientos desde la antropología del Estado. Iztapalapa. Revista de ciencias sociales y humanidades*, 44, 193-219.
- Gutberlet, J. (2015). Cooperative urban mining in Brazil: collective practices in selective household waste collection and recycling. *Waste Management*. 45, 22-31.
- Hoorweg, D., Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a global review of solid waste management.

- [What a waste? : a global review of solid waste management](#)
- INEGI (2020). Panorama Socio demográfico de Guerrero. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
[Panorama sociodemográfico de Guerrero 2020](#)
- INEGI (2024). Marco Geoestadístico. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
<https://www.inegi.org.mx/app/descarga/>
- Janmaimool, P., Denpaiboon, C. (2016). Evaluating determinants of rural villagers' engagement in conservation and waste management behaviors based on integrated conceptual framework of pro-environmental behavior. *Life sciences society and Policy* 12, 1-20.
- Law, J.W., Lye, C.T., Ng, T.H. (2023). Can environmental literacy and integrated behavioral factors encourage green practices at home? evidence from Malaysia. *Cleaner and Responsible Consumption*, 10, 100134.
<https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100134>
- Lye, C.T., Ng, T.H., Law, J.W. (2024). The role of general and specific pro-environmental education in household waste management in Malaysia: Evidence from quantile regression. *Environmental Challenges*, 15, 100933.
- Miranda-Esteban, A., Bedolla-Solano, R., Bedolla-Solano, I. (2024). Programa de Educación Ambiental No Formal y Sustentable sobre Residuos Sólidos Urbanos (PEANFSRSU) para habitantes de la Comunidad, Las Vigas, Gro., México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14, e662.
- Nava-Uribe, E., Juárez-López, A.L., Sampedro-Rosas, M.L. (2015). Análisis comparativo de los residuos sólidos domésticos en localidades semi rurales y rurales del estado de Guerrero, México. *Tlamati*, 6(3), 11-19.
[portita632](#)
- Orellana, L. (2001). Estadística Descriptiva.
http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf
- Pereira-Chaves, J. (2006). Conservación y Manejo Sostenible de los Recursos Marinos Costeros de la Isla Uvita, (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), Heredia, Costa Rica.
[Conservación y manejo sostenible de los recursos marinos costeros de la isla Uvita \[Quiribrí\], Limón, Costa Rica. | Request PDF](#)
- Putra, A.H., Amalia, A., Putro, R.K.H., Darmayani, L.F. (2020). Waste Transportation Route Optimization in Malang using Network Analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 506.
- Rojas-Carmona, A., Rodríguez-Bolaños, R., Álamo-Hernández, U., Pacheco-Magaña, L.E., Treviño-Siller, S., Márquez-Serrano, M. (2015). Experiencia de participación comunitaria para el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos en México. *Global Health Promotion*, 22, 96-106.
- SEMAREN (2015). Plan Municipal de Desarrollo-2018 de Acapulco de Juárez, Guerrero, México.
<http://i.guerrero.gob.mx/uploads/2016/04/PLAN-MUNICIPAL-DE-DESARROLLO-2015-2018.pdf>
- SEMARNAT (2016). Informe de la situación del Medio Ambiente en México. Residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7_Residuos.pdf
- SEMARNAT (2020). Diagnóstico Básico para la gestión integral de los residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- Sewak, A., Deshpande, S., Rundle-Thiele, S., Zhao, F., Anibaldi, R. (2021). Community perspectives and engagement in sustainable solid waste management (SWM) in Fiji: A socioecological thematic analysis. *Journal of Environmental Management*, 298, 113455.
- Solís-Salazar, M.S. (2010). Conductas ambientales de separación de desechos sólidos y ahorro de agua en la población de Costa Rica. *Revista Costarricense de Psicología*, 29, 19-34.
- Taboada-González, P., Aguilar-Virgen, Q., Cruz-Sotelo, S.E., Ramírez-Barreto, M.E. (2013). Manejo y potencial de recuperación de residuos sólidos en una comunidad rural de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 43-48.
- The World Bank. (2018). *What a waste 2.0*. United Nations Environment Programme, and International Solid Waste Association. (2024). *Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste - Turning rubbish into resources* (UNEP (ed.)).
- UNEP, ISWA (2024). *Global waste management outlook: Beyond an age of waste – turning rubbish into a resource*. United Nations Environment Program, International Solid Waste Association.
[Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an Age of Waste – Turning Rubbish into a Resource](#)
- Webster, A. (2001). Estadística aplicada a los negocios y a la economía. Tercera edición. Ed. Mc. Graw Hill, 159p.
- Yu, P.L., Ab Ghafar, N., Adam, M., Goh, H.C. (2022). Understanding the human dimensions of recycling and source separation practices at the household level: an evidence in Perak Malaysia. *Sustainability*, 14, 8023.

Materiales didácticos en la educación remota de emergencia: percepciones desde el estudiantado de la Escuela Superior de Ciencias de la Educación

Teaching materials in emergency remote education: perceptions from students of the Higher School of Educational Sciences

Materiais didáticos no ensino remoto em situações de emergência: percepções de estudantes da Escola Superior de Ciências da Educação

Fernando Damián-Julián ID. 0000-0002-2236-7095

Elvia Garduño-Teliz* ID. 0000-0002-5971-4003

Alejandrina Espíndola-González ID. 0000-0002-1895-5062

Escuela Superior Ciencias de la Educación, Universidad Autónoma de Guerrero. Nicolás. Catalán No. 48. Col. Centro, 39000. Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia elvia_garduno_teliz@uagro.mx

Recibido: 18/10/2024

Revisado: 19/12/2024

Aprobado: 05/02/2025

Publicado: 21/03/2025

Resumen

Los materiales didácticos son una de las principales herramientas para el aprendizaje; su diversidad y adaptabilidad son relevantes para atender las necesidades y contextos del estudiantado. La educación remota de emergencia implica tres situaciones: primero, vivir una condición de contingencia que imposibilita la asistencia del estudiantado a clases presenciales; segundo, considerar a los espacios virtuales como elementos alternativos de formación, y tercero, que en estos entornos las condiciones de accesibilidad son diferenciadas e incluso hostiles, porque la brecha digital en el estado de Guerrero está latente. La investigación tiene por objetivo identificar los materiales didácticos utilizados en las clases remotas de emergencia por Covid19, en la Licenciatura en Ciencias de la Educación. Desde un paradigma positivista con enfoque cuantitativo, el estudio de caso de tipo descriptivo responde a la pregunta de investigación siguiente: ¿Cuáles son las características de los materiales didácticos usados en una situación remota de emergencia? Más allá de conocer los materiales, la investigación plantea caracterizarlos, pues la educación remota de emergencia tiene ciertas particularidades que derivan en cambios y adaptaciones que pueden tener los materiales convencionales. Desde las percepciones de estudiantes en educación, el trabajo da cuenta de necesidades y oportunidades formativas para estar mejor preparados para afrontar las vicisitudes académicas con materiales educativos apropiados en cualquier circunstancia de eventualidad. Los resultados demuestran que se utilizaron diversos materiales, tanto para facilitar contenidos de enseñanza como para evidenciar aprendizajes: videos, infografías, mapas conceptuales, cuadros sinópticos, además de los tradicionales como libros y apuntes. Las características como la diversidad de formatos, la intencionalidad, el carácter, sentido y potencial del material para generar aprendizaje y motivar su consulta fueron hallazgos relevantes que permiten vislumbrar líneas de trabajo e investigación para su mejora continua.

Palabras clave: Educación, Estudiantes, Aprendizaje, Universidad, Emergencia.

Abstract

Teaching materials are one of the main tools for learning; their diversity and adaptability are relevant to meet the needs and contexts of students. Emergency remote education involves three situations: first, living a contingency condition that makes it impossible for students to attend face-to-face classes; second, considering virtual spaces as alternative training elements, and third, that in these environments the accessibility conditions are different and even hostile, because the digital divide in the state of Guerrero is latent. The research aims to

identify the teaching materials used in remote emergency classes due to Covid-19, in the Bachelor of Education Sciences. From a positivist paradigm with a quantitative approach, the descriptive case study answers the following research question: What are the characteristics of the teaching materials used in a remote emergency situation? Beyond knowing the materials, the research aims to characterize them, since remote emergency education has certain particularities that lead to changes and adaptations that conventional materials may have. From the perceptions of students in education, the work accounts for training needs and opportunities to be better prepared to face academic vicissitudes with appropriate educational materials in any eventuality. The results show that various materials were used, both to facilitate teaching content and to demonstrate learning: videos, infographics, conceptual maps, synoptic tables, in addition to traditional ones such as books and notes. Characteristics such as the diversity of formats, intentionality, character, meaning and potential of the material to generate learning and motivate its consultation were relevant findings that allow us to glimpse lines of work and research for its continuous improvement.

Keywords: Education, Students, Learning, University, Emergency.

Resumo

Os materiais didáticos são uma das principais ferramentas de aprendizagem; sua diversidade e adaptabilidade são relevantes para atender às necessidades e contextos dos alunos. O ensino remoto emergencial envolve três situações: primeiro, a vivência de uma contingência que impede os alunos de frequentarem aulas presenciais; segundo, a consideração dos espaços virtuais como ambientes alternativos de aprendizagem; e terceiro, a constatação de que, nesses ambientes, as condições de acessibilidade são diferenciadas e até mesmo hostis, devido à prevalência da exclusão digital no estado de Guerrero. Esta pesquisa visa identificar os materiais didáticos utilizados em aulas remotas emergenciais durante a pandemia de COVID-19 no curso de Licenciatura em Pedagogia. A partir de um paradigma positivista com abordagem quantitativa, este estudo de caso descritivo responde à seguinte questão de pesquisa: Quais são as características dos materiais didáticos utilizados em uma situação de ensino remoto emergencial? Além da simples identificação dos materiais, a pesquisa busca caracterizá-los, uma vez que o ensino remoto emergencial apresenta certas particularidades que levam a mudanças e adaptações nos materiais convencionais. Sob a perspectiva dos estudantes de Pedagogia, este trabalho revela necessidades e oportunidades de formação para melhor prepará-los para enfrentar desafios acadêmicos com materiais didáticos adequados a qualquer eventualidade. Os resultados demonstram o uso de diversos materiais, tanto para facilitar o ensino do conteúdo quanto para demonstrar a aprendizagem: vídeos, infográficos, mapas conceituais, tabelas sinópticas, além de recursos tradicionais como livros e anotações. Características como a diversidade de formatos, a intencionalidade, a natureza, o significado e o potencial do material para gerar aprendizagem e motivar seu uso foram achados relevantes que sugerem caminhos para trabalhos e pesquisas visando seu aprimoramento contínuo.

Palavras-chave: Educação, Estudantes, Aprendizagem, Universidade, Emergência.

Introducción

Las crisis son oportunidades de aprendizaje y cambio. Esto puede aplicarse a la Educación Remota de Emergencia (ERE) dado que el cambio repentino de la enseñanza presencial a los espacios virtuales (Camacho-Zuñiga *et al.*, 2023) para la continuidad académica ha implicado múltiples crisis derivadas de las necesidades de adaptación y la resistencia a fluir con el cambio (Paydas y Saka, 2022). Estas crisis pueden repetirse (Boas-García *et al.*, 2023), porque las emergencias son de diversa índole; desde sanitarias, ecológicas, sociales hasta políticas, por lo que es importante estar preparados y tomar consciencia sobre las oportunidades de cambio que se presentan. Este trabajo se centra en una crisis particular: la pandemia, vista desde las percepciones del estudiantado y sus experiencias con los materiales educativos que tuvieron a su alcance para aprender y desarrollar sus competencias como profesionales en Ciencias de la Educación.

Los materiales didácticos constituyen elementos de apoyo para el desarrollo de actividades formativas, en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Parcerisa-Aran *et al.* (2005), proponen la siguiente clasificación: Apuntes, material informativo, transparencias y diapositivas, gráficos e ilustraciones, problemas, programas y orientaciones sobre el desarrollo de la asignatura. Fragoso-Ruíz (2012), señala el debate existente sobre los términos como medios, materiales, recursos, herramientas, y plantea la siguiente clasificación: Soporte papel, técnicas blandas, audiovisuales y medios de comunicación y sistemas informáticos.

En la medida en que se diversifiquen los materiales y se enfatice su uso práctico-lúdico y contextualizado “se estimulan el desarrollo de la memoria, la motricidad fina y gruesa, la parte cognitiva, física...” (Manrique-Orozco y Gallego-Henao, 2013), por lo que pueden promover una

diversidad de tipos de aprendizaje desde el receptivo, por descubrimiento y significativo (Latorre-Ariño, 2016).

La elección e integración de materiales educativos en condiciones de normalidad es compleja, pero en condiciones de educación remota de emergencia es problemática, porque precisa considerar las siguientes condiciones:

- a) La conectividad y la accesibilidad del estudiantado para la consulta del material.
- b) La autocontención del material didáctico para que pueda ser comprendido sin la necesidad de la explicación del o la docente.
- c) Los niveles cognitivos, los ritmos y necesidades de aprendizaje que cada persona tiene, cuyas brechas se agudizan en una situación que está fuera de su conocimiento y control, como es una crisis o emergencia.

El simple uso de cualquier material no garantiza una experiencia educativa efectiva, sobre todo en una crisis, así que es relevante conocer los materiales utilizados y las percepciones del estudiantado a fin de saber si lograron cumplir con el apoyo académico requerido durante la etapa de confinamiento.

El objetivo de la investigación es identificar los materiales didácticos utilizados durante la pandemia en las clases remotas de emergencia en la Licenciatura en Ciencias de la Educación, y la pregunta guía es: ¿Cuáles son las características de los materiales didácticos usados en una situación remota de emergencia?

La pertinencia de este trabajo se sustenta en proporcionar, a los potenciales lectores, una caracterización de los materiales didácticos en condiciones de emergencia educativa, que bien pueden ser retomadas para el mejoramiento de su diseño, producción, implementación y evaluación.

Materiales y métodos

La investigación se apoya en el paradigma positivista que “acepta conocimientos que procedan de la experiencia del sujeto, el empirismo... además de verificación de hipótesis con métodos estadísticos descriptivos e inferenciales” (Ramos, 2015). Aborda un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, porque realiza una recolección y análisis de datos para comprobar la hipótesis, responder a la pregunta y lograr el objetivo de investigación (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Es de tipo descriptivo, porque se centra principalmente en identificar los tipos y características de los materiales didácticos (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018). Es un estudio de caso (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014) conformado por 42 estudiantes de octavo semestre de la Escuela Superior de Ciencias de la Educación (ESCED), plantel Chilpancingo, de la Universidad Autónoma de Guerrero, que se consideran como una unidad holística porque coinciden en tener las experiencias de formación en la antigua y nueva normalidad y en haber transitado en la educación remota de emergencia. Además, por el semestre en el que se encuentran ya han pasado por el proceso formativo de un estudiante de licenciatura en educación y pueden contrastar con mayor amplitud los tipos de materiales y su efectividad en el particular momento de crisis al que alude este trabajo.

A partir de la hipótesis que establece que, durante la situación remota de emergencia por Covid-19, los materiales didácticos fueron diversos y adaptados a las condiciones del estudiantado para facilitar su aprendizaje, se realizó una tabla de operacionalización en la que se precisaron las siguientes dimensiones que, a su vez, constituyen características planteadas para los materiales:

- *Comprensibles*: Característica relativa a potenciar las habilidades de pensamiento con base en la información que se presenta de conformidad con los diferentes contextos en los que se usa.

- *Facilitadores*: Característica relativa a la autocontención de tal manera que sea accesible y facilite la explicación de su contenido con miras al desarrollo de una o varias competencias.

- *Participativos*: Característica relativa a la promoción de la participación de los estudiantes en su elaboración.

- *Motivadores*: Característica que se refiere al impulso que detona el material para adquirir aprendizajes y alentar al estudiantado a realizar las actividades planteadas en el material para el desarrollo de sus competencias.

Como instrumento de investigación se diseñó un cuestionario con una escala Likert de cinco niveles, de la siguiente forma: Totalmente en desacuerdo (1), En desacuerdo (2), Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), De acuerdo (4) y Totalmente de acuerdo (5), así como 1 ítem de opción múltiple y 1 de respuesta abierta, para un total de 25 ítems colocados en la encuesta. El instrumento se realizó con base en la siguiente tipología de materiales:

videos, infografías, mapas conceptuales y mentales, cuadros sinópticos y comparativos, y materiales analógicos o tradicionales como libros, cuadernos y carpetas de trabajo. Se hizo el piloteo a través de una encuesta con dos grupos de egresados, quienes también habían tenido clases remotas de emergencia durante la pandemia, en el ciclo escolar 2019-2020. Se realizaron los ajustes a través de la retroalimentación obtenida para concretar la encuesta final y obtener los resultados de los participantes, a través de un muestreo por voluntarios de los grupos 801 del turno matutino, así como 802 y 803, del turno vespertino, en el que emitieron respuestas un total de 42 estudiantes.

Cada una de las dimensiones de este estudio se relaciona con un saber dentro del enfoque por competencias (saber conocer, saber hacer, saber ser), pues son parte de las finalidades de los materiales educativos (Tabla 1). Aunque cada una de las características puede relacionarse con todos los saberes, resulta interesante ubicarlas en saberes específicos que son los que buscan desarrollarse con la diversidad de materiales propuestos.

El proceso de la investigación se realizó de noviembre de 2023 a mayo de 2024. Se verificó la confiabilidad por medio del alfa de Cronbach, con un resultado de 0.90. Para el análisis de los datos de manera descriptiva se hizo uso del software de JASP en la versión 0.17.3.

Resultados y discusión

Como parte de la educación remota por emergencia, se presentaron distintas dificultades para el trabajo académico que no sólo implica el uso de materiales, sino el tipo de atención recibida durante el proceso, como sostienen Medina-Gual y Garduño-Teliz (2021): los incidentes negativos se relacionan con el desarrollo de actividades escolares, principalmente, en la falta de comprensión cognitiva para realizarlas, la necesidad de contar con el docente para su explicación y en la saturación de actividades escolares” (p. 200). No obstante, el uso de los materiales didácticos durante la contingencia fue diverso y con miras a facilitar la comunicación y la

Tabla 1. Relación de los saberes con las dimensiones.

Dimensiones o características del material educativo	Saber conocer	Saber Hacer	Saber Ser
Comprensibles	X		
Facilitadores	X	X	
Participativos		X	X
Motivadores			X

claridad en los temas. Puede inferirse que los materiales fueron percibidos de manera general como favorecedores a los procesos tanto de enseñanza como de aprendizaje por el estudiantado. En la Tabla 2, se presentan algunos de los resultados.

Empero, las respuestas neutrales también señalan ambigüedades de los materiales en estos sentidos, situación que pone en la reflexión si la comunicación como característica de un material educativo es lo que prevalece antes que su potencial formativo, es decir, si el material está orientado a la expresión de un contenido para el estudiantado o por sí mismo puede detonar procesos que van más allá de la simple consulta o revisión. En ese sentido, la Tabla 3 presenta que los videos son el material percibido como más importante (48%) frente a los cuadros sinópticos y comparativos que sólo representan un 3%. Se deduce que el formato como característica del material educativo se supedita a las preferencias del estudiantado vinculadas con la integración de elementos visuales y auditivos, así como a un manejo específico de tiempo. Por el contrario, materiales como los cuadros sinópticos y

comparativos que suelen ser estructurados con planteamientos analítico sintéticos suelen ser menos apreciados.

Pese a la prevalencia de los videos, el estudiantado valora en un 19% el uso de los materiales tradicionales, que no requieren conectividad, cuando precisamente la ausencia de conectividad y la brecha digital han limitado las interacciones entre docentes, estudiantes y materiales educativos (Huertas-Abril, 2020). Adicionalmente, se les preguntó de manera abierta sobre otros materiales utilizados, a saber:

- Aplicaciones móviles
- Imágenes
- Páginas web.
- Audios, podcast
- Plataformas digitales
- Libros digitales o documentos en PDF
- Diapositivas
- Películas
- Papel, colores, pintura

Tabla 2. Uso de materiales didácticos durante la contingencia por Covid-19.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
Los profesores utilizaron diversos materiales didácticos para facilitar tu aprendizaje.	---	2%	10%	43%	45%	100%
Los materiales didácticos utilizados facilitaron la comunicación en la enseñanza de los docentes.	---	---	16%	67%	17%	100%
Con la utilización de los materiales didácticos te quedaron más claros los temas tratados.	---	10%	23%	52%	15%	100%

Tabla 3. Nivel de importancia de los materiales didácticos durante la contingencia por Covid-19.

Ítem	Video educativo	Infografías	Mapas conceptuales y mentales	Cuadros sinópticos y comparativos	Materiales tradicionales	Total
¿Cuáles fueron los materiales didácticos más importantes para tu aprendizaje?	48%	16%	14%	3%	19%	100%

En estas respuestas prevalece el debate de [Fragoso \(2012\)](#) sobre los diversos términos asociados a los materiales didácticos, por ejemplo, el papel, colores y pintura no precisa de contenido como las películas o podcast. También se visualiza una cantidad notoria de materiales y recursos audiovisuales, por ejemplo: las imágenes son per se materiales porque tienen un contenido de aprendizaje, pero una plataforma digital no es un material, sino un ambiente virtual de aprendizaje que contiene diversos materiales. Estas confusiones se trasladan a los estudiantes como educadores en formación considerando que, aunque prevalece lo digital, no se tienen nociones claras del material, sino más bien se asocian con los formatos en los que se presenta y se confunden con espacios o herramientas que precisan su alojamiento y construcción.

Otro aspecto importante es el carácter o la intencionalidad del material, toda vez que, aunque su formato es audiovisual, su consulta puede inferirse como expositiva o pasiva debido a que no se cuenta con datos sobre las actividades vinculadas con su uso. Además, se integran materiales de corte cotidiano como las películas que formaron parte de los contextos de distracción que posiblemente estuvieron al alcance. Llama la atención que, pese a la latente brecha digital, el estudiantado reporte una mayor diversidad de materiales digitales, situación que contradice sus posibilidades de consulta y atención, además del desarrollo, movilización y transferencia de sus propias competencias digitales ([Bolaño-García et al., 2021](#)).

Adicionalmente, el uso de materiales digitales, particularmente los videos educativos, requieren de una didáctica especial orientada a una formación psicotecnopedagógica del profesorado que no necesariamente está siendo visible en este trabajo, considerando que “los videos promueven actividades implícitas y explícitas vinculadas con acciones formativas que ejecutan las audiencias, que pueden ir desde su repetición, la toma de notas, la simulación o emulación de las acciones ejemplificadas en el mismo” ([Garduño-Teliz, 2022](#)).

Por la relevancia de los videos educativos, en las percepciones del estudiantado se profundizó en su uso como material didáctico durante la pandemia, conforme lo presenta la Tabla 4. En esta tabla se observa que las percepciones acerca de los videos educativos son favorables al aprendizaje del estudiantado, sea éste quien recibe o realiza el video, pues la estructura, organización, configuración y presentación de contenido, además de que pueden contar con la capacidad para realizarlos en apoyo de las temáticas que se aborden, motivan el interés por aprender. No obstante, el sentido de los videos sigue siendo eminentemente expositivo, situación que coincide con la percepción de aprendizaje como una transmisión de información, lo cual contrasta con las posturas constructivistas que forman parte del enfoque por competencias.

Tabla 4. Uso de videos didácticos.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
Los profesores utilizaron videos didácticos para transmitirte información o explicar los temas de clase.	---	5%	25%	43%	27%	100%
Los videos didácticos te facilitaron el aprendizaje de los temas.	---	---	26%	57%	17%	100%
Los profesores te solicitaron que realizaras videos didácticos como evidencia de aprendizaje.	10%	21%	38%	26%	5%	100%
Los videos didácticos te ayudan a adquirir nuevos conocimientos y motivan tu interés por el aprendizaje.	---	---	21%	35%	44%	100%

Otro material educativo que se ha desarrollado en las últimas décadas es la infografía, como recurso audiovisual que presenta información sintetizada con diferentes elementos como imágenes, íconos, símbolos, textos. “Se considera que el término infografía refiere a las imágenes o productos gráficos útiles para facilitar el acceso a información compleja o difícil de comprender a través de solo texto” (Bernal-Gamboa y Guzmán-Cedillo, 2021). Minervini (2005) demostraba en un estudio realizado en España sobre el uso de las infografías que había muy buena aceptación de los estudiantes porque además de despertar el interés por el tema tratado permitían el aprendizaje de temas complejos. La Tabla 5 presenta las percepciones de los estudiantes de la ESCED.

Por lo que se presenta, las infografías fueron utilizadas como material educativo sólo por el 52% del profesorado, pero existe una percepción del 79% sobre lo favorable de este material al aprendizaje, en los que no necesariamente estuvo dirigido por el profesorado, dado que el 69% del estudiantado las realizó como evidencia de aprendizaje, además, el 96% las percibe como clave para motivar su interés por aprender. Esto demuestra las posibilidades de los materiales didácticos para motivar el aprendizaje autónomo, en contraste con los videos didácticos presentados en la Tabla 5, en los que la percepción de motivación es de solo el 79%, no obstante, éstos últimos han sido los más usados por el profesorado. Pese a estas

evidencias, no se cuenta con la información sobre la intencionalidad formativa de los materiales, por lo cual no se tienen consideraciones relacionadas con las pautas dadas por los docentes al estudiantado.

Además de la aceptación de uno u otro formato, otra característica que puede integrarse es la flexibilidad del material para trabajar la intención y el contenido formativo, como en el caso de los mapas conceptuales y los mapas mentales. En este sentido, los mapas conceptuales constituyen una forma gráfica en la que los conceptos son unidos por una palabra de enlace para generar una proposición (Martínez-Jaikel, 2012). Giraldo-Enciso (2017) indica que los mapas conceptuales permiten utilizar ambos hemisferios cerebrales y señala tres características fundamentales que son: la jerarquía, la selección de conceptos importantes y el impacto visual que generan. Por otra parte, Gallegos-Santiago *et al.* (2011) identifican algunas habilidades que se pueden desarrollar a partir del uso de los mapas mentales: memorización, creatividad, solución de problemas, planeación y exposición de temas. “El tema central se desarrolla y ramifica siguiendo el sentido de acuerdo con las manecillas del reloj” (p. 41). Al respecto de su uso, los estudiantes respondieron lo que se presenta la Tabla 6.

Uno de los usos más percibidos en los mapas, es el aprendizaje, en el 87%, el 47% de los estudiantes lo hizo como evidencia de aprendizaje.

Tabla 5. Uso de infografías.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
Los profesores utilizaron infografías para transmitirte información o explicar los temas de clase.	---	17%	31%	38%	14%	100%
Las infografías te facilitaron el aprendizaje de los temas.	---	---	21%	62%	17%	100%
Los profesores te solicitaron que realizaras infografías como evidencia de aprendizaje.	---	10%	21%	59%	10%	100%
Las infografías te ayudan a adquirir nuevos conocimientos y motivan tu interés por el aprendizaje.	---	---	4%	67%	29%	100%

Tabla 6. Uso de mapas conceptuales y mapas mentales.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
Los profesores utilizaron mapas conceptuales y mentales para transmitirte información o explicar los temas de clase.	---	7%	30%	40%	23%	100%
Los mapas conceptuales y mentales te facilitaron el aprendizaje de los temas.	---	2%	11%	74%	13%	100%
Los profesores te solicitaron que realizaras mapas conceptuales y mentales como evidencia de aprendizaje.	---	11%	42%	36%	11%	100%
Los mapas conceptuales y mentales te ayudan a adquirir nuevos conocimientos y motivan tu interés por el aprendizaje.	---	---	8%	73%	19%	100%

Otro de los materiales de tipo gráfico son los cuadros sinópticos y comparativos. En los sinópticos se busca la jerarquización en forma horizontal y en los comparativos se hace uso de columnas para sintetizar ideas fundamentales sobre elementos temáticos. En cuando a los cuadros sinópticos y comparativos, la tabla 7 muestra un uso del 41% que va a la par con su solicitud como evidencia de aprendizaje con cerca de un 44% y contrasta notoriamente con el potencial percibido por el propio estudiantado para promover la motivación y el aprendizaje por cerca de un 84%.

Aunque el 77% de los estudiantes percibe a los cuadros sinópticos y comparativos como favorables al aprendizaje, falta un mayor y mejor enfoque en sus usos como materiales educativos.

En la Tabla 8 se presenta el uso de los materiales didácticos tradicionales, que han sido de uso convencional en las aulas físicas, pero que también fueron retomados durante la pandemia. La continuidad del uso de estos materiales puede responder a dos aspectos: primero, la familiaridad de los mismos por parte del estudiantado, situación que reduce las orientaciones y pautas sobre su uso particularmente en condiciones de confinamiento

social; y segundo, relacionado con los problemas de conectividad que dificultan el acceso a materiales digitales.

Respecto de las evidencias de aprendizaje, el 30% del estudiantado las realizaron para demostrar lo aprendido, en contraste con las percepciones del 79% del estudiantado, relacionadas con la adquisición y motivación para nuevos conocimientos. Sin embargo, por las condiciones del estado de Guerrero, en el que algunas regiones para el momento de la contingencia no contaban con energía eléctrica o internet de forma permanente, estos materiales son los que finalmente sirvieron de gran apoyo en las zonas alejadas de la conectividad, principalmente como fuentes de consulta.

Finalmente, las tablas anteriores dan cuenta de lo siguiente: En primer lugar, la comprobación de la hipótesis respecto a que, en la situación remota de emergencia por la pandemia, los materiales didácticos fueron diversos, pero no se cuenta con evidencias suficientes para establecer que fueron adaptados a las condiciones del estudiantado para facilitar su aprendizaje, en función de que, pese a la diversidad de los materiales, existen contradicciones en experiencias relacionadas con el uso de

Tabla 7. Uso de cuadros sinópticos y comparativos.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
Los profesores utilizaron cuadros sinópticos y comparativos para transmitirte información o explicar los temas de clase.	3%	16%	40%	29%	12%	100%
Los cuadros sinópticos y comparativos te facilitaron el aprendizaje de los temas.	---	2%	21%	72%	5%	100%
Los profesores te solicitaron que realizaras cuadros sinópticos y comparativos como evidencia de aprendizaje.	2%	14%	40%	35%	9%	100%
Los cuadros sinópticos y comparativos te ayudan a adquirir nuevos conocimientos y motivan tu interés por el aprendizaje.	---	---	16%	76%	8%	100%

Tabla 8. Uso de materiales didácticos tradicionales (libros, cuadernos de trabajo, diccionarios, carpetas de trabajo).

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
Los profesores utilizaron materiales didácticos tradicionales para transmitirte información o explicar los temas de clase.	---	23%	35%	36%	6%	100%
Los materiales didácticos tradicionales te facilitaron el aprendizaje de los temas.	---	---	21%	73%	6%	100%
Los profesores te solicitaron que realizaras materiales didácticos tradicionales como evidencia de aprendizaje.	---	23%	47%	24%	6%	100%
Los materiales didácticos tradicionales te ayudan a adquirir nuevos conocimientos y motivan tu interés por el aprendizaje.	---	---	21%	64%	15%	100%

los materiales por el profesorado, la generación de este tipo de evidencias de aprendizaje por el estudiantado, y la percepción del estudiantado sobre el material para la obtención y la motivación del aprendizaje.

En segundo lugar, la caracterización de los materiales que se infirió a partir de estos datos, y que consiste en ser comprensibles, facilitadores, motivadores y participativos, aunque en estos últimos la participación decanta en que el estudiantado reproduzca el material como parte de su evidencia de aprendizaje.

En tercer lugar, se agregan características a los materiales que se identificaron en el proceso de análisis tales como la diversidad, los formatos, la intencionalidad, el carácter, el sentido del material y el potencial del mismo para generar aprendizaje y motivar su consulta.

Esto atiende a la pregunta y al objetivo de la investigación, pero se requiere ampliar la información relacionada con la intención formativa, las pautas que se dieron para el uso del material y el contenido del mismo.

Conclusiones

El presente trabajo muestra percepciones y características de los materiales que se utilizaron en una situación de contingencia derivada de la pandemia, la tipología y caracterización de los mismos. Aporta una visibilización de las contradicciones en el uso de los materiales: uso de materiales digitales en una condición de brecha digital latente, materiales con menor uso por los docentes, pero con mejores percepciones de motivación de aprendizaje por parte del estudiantado, esto es parte de las paradojas de la educación remota de emergencia (Nortvig y Georgsen, 2022). Frente a esto, se destaca el uso de las TIC por parte del profesorado, pero no se constatan desarrollos tecnopedagógicos orientados a la gestión de los materiales, por lo que se requieren mejores condiciones para apoyar el desarrollo de materiales en la práctica docente (Karaliopoulou *et al.*, 2022). Las percepciones plantean una diversidad de materiales y dan cuenta de una preferencia por los audiovisuales (Ornaghi y Juan 2022), situación que difiere de los hallazgos de investigaciones en las que se consideran los menos importantes (Balderas-Solís *et al.*, 2022).

El trabajo también caracteriza a los materiales, no obstante, el potencial de los mismos aunque tiene percepciones favorables, queda en ambigüedad dado que no se precisan elementos que den cuenta de la conexión de ese potencial con énfasis en las prácticas innovadoras e inclusivas de enseñanza basadas en la flexibilidad del material, en las condiciones contextuales del estudiantado y sus implicaciones socioemocionales para evitar la carga de trabajo y la frustración (Cordeiro, 2022; Tzafilkou *et al.*, 2022). Como puede verse, faltan aún aspectos por investigar que abren nuevas líneas de trabajo relacionadas con estas ausencias y con la imperiosa necesidad de formación docente tanto a los maestros en servicio como a los estudiantes que se forman como licenciados en

educación, para mejorar la experiencia de aprendizaje con estos materiales desde su concepción. Aunado a ello, hay que aprender de las crisis y esto significa revalorar estas percepciones y emprender acciones orientadas a atender las contradicciones, clarificar las ambigüedades y atender a las confusiones sobre materiales con otros elementos, como los espacios virtuales y las herramientas de trabajo escolar detectadas en este proyecto, para avanzar hacia una comprensión más profunda que involucre además las experiencias de motivación y aprendizaje a las que se alude en esta investigación. Sólo así podrá hablarse ampliamente de mejoras y sugerencias para la gestión de materiales educativos, no obstante, aún puede iniciarse desde el aula presencial una recapitulación de estas percepciones para adentrarse en sus ausencias y fortalecer sus tendencias hacia el conocimiento, la innovación y la mejora continua, situación propia de la práctica docente.

Agradecimientos

Este artículo fue realizado como parte de los trabajos de investigación del Cuerpo Académico Consolidado (CAC) 118, Modelos de Evaluación en Educación Media Superior y Superior. El agradecimiento especial al estudiantado de la ESCED, plantel Chilpancingo, que participaron de forma voluntaria en la investigación. No se contó con ningún tipo de financiamiento.

Referencias

- Balderas-Solís, J., Roque-Hernández, R.V., Salazar-Hernández, R., Ramos-Monsivais, C.L. (2022). The Importance of Learning Resources for University Students During Emergency Remote Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17, 221-234. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i14.30677>
- Bernal-Gamboa, L.R., Guzmán-Cedillo, Y.I. (2021). El impacto de las infografías en la retención de información por parte de estudiantes de psicología. *Revista Colombiana de Educación*, 83, 1-17. <https://doi.org/10.17227/rce.num83-10700>
- Boas-García, R., Henklain-Oliveira, M., Moraes-da Silva, M., Messias-Alves, R. (2023). Emergency Remote Education: educational practices and teaching perceptions. *Educação & Realidade*, 48, e124612. <https://doi.org/10.1590/2175-6236124612vs02>
- Bolaño-García, M., Cárdenas-García E.T., Uribe-Miranda, C. (2021). Desarrollo de competencias digitales a partir del uso de videos digitales. *Revista Espacios*. 42, 29-44. <https://www.revistaespacios.com/a21v42n13/a21v42n13p03.pdf>
- Camacho-Zuñiga, C., Peña-Becerril, M., Cuevas-Cancino, M.D.L.O., Avilés-Rabanales, E.G. (2023). Gains from the transition from face-to-face to digital/online modality to improve education in emergency. *Frontiers in Education*, 8, p. 1197396.

- Cordeiro, J. (2022). Emergency Remote Teaching and Learning: Teacher Training in ICT During the COVID-19 Pandemic. *In* A. Afonso, L. Morgado, L. Roque (Eds.). *Impact of Digital Transformation in Teacher Training Models*, 140-159. IGI Global.
<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9538-1.ch008>
- Fragoso-Ruíz, V. (2012). Programa de investigación sobre la docencia en el CCH. México. UNAM.
https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/textos/material_didactico.pdf
- Gallegos-Santiago, E., Villegas-Morán, E.C., Barak-Velásquez, M.M. (2011). Elaboración de mapas mentales en jóvenes y adultos. *Remo*, 8, 40-44.
<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/remo/v8n21/a06.pdf>
- Garduño-Teliz, E. (2022). Gestión tecnopedagógica del video en la educación superior. *In* A. Ramírez-Martinell, M.E. Cuevas-Gómez (Coords.). *Háblame de TIC: Video en Educación Superior*, 9, 55-78. Brujas.
https://www.uv.mx/blogs/brechadigital/files/2022/11/Gestion-tecnopedagogica-del-video-en-la-educacion-superior_HDT9.pdf
- Giraldo-Enciso, I. (2017). Los mapas conceptuales. *Revista EDUCA UMCH*, (09), 35-64.
<https://doi.org/10.35756/educaumch.201709.31>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a.ed.). México. McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R. Mendoza-Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial McGraw-Hill.
- Huertas-Abril, C.A. (2020). Telecollaboration in emergency remote language learning and teaching. *In* 2020 Sixth International Conference on E-Learning (Econf) (pp. 87-91). IEEE.
- Karaliopoulou, M., Mavrommatis, Y., Menounou, G., Pantelopoulou, S. (2022). Emergency Remote Teaching Application due to COVID-19 – A Case Study of the Department of Mathematics (School of Science) at the National and Kapodistrian University of Athens. *European Journal of Engineering and Technology Research*, (CIE), 34-44.
<https://doi.org/10.24018/ejeng.2021.0.CIE.2755>
- Latorre-Ariño, M. (2016). Aprendizaje significativo y funcional. Universidad Marcelino Champagnat, 8p.
Aprendizaje Significativo y Funcional: Aplicación en el Aula
- Manrique-Orozco, A.M., Gallego-Henao, A.M. (2013). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4, 101-108.
- Martínez-Jaikel, T. (2012). Mapas conceptuales como herramienta para la presentación y búsqueda de relaciones entre artículos científicos. *Revista Educación*, 36, 1-15.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44024857007>
- Medina-Gual, L., Garduño-Teliz, E. (2021). Educar en contingencia: factores y vivencias desde lo pedagógico, psicoafectivo y tecnológico. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 51(ESPECIAL), 181-214.
<https://doi.org/10.48102/rlee.2021.51.ESPECIAL.475>
- Minervini, M.A. (2005). La infografía como recurso didáctico. *Revista Latina de Comunicación Social*, 8, 0. *La infografía como recurso didáctico | Revista Latina de Comunicación Social*
- Nortvig, A-M., Georgsen, M. (2022). The Paradoxes of Emergency Remote Teaching. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 13, 193-202.
<https://doi.org/10.47750/jett.2022.13.01.022>
- Ornaghi, V., Juan, C. (2022). Online Teaching of Chinese as a Second Language in an Emergency Situation: Methods and Findings. *Altre Modernità*, (27), 145-165.
- Paydaş, İ., Saka, F.Ö. (2022). In the lens of EFL instructors: emergency remote education. *International Journal of Current Approaches in Language, Education and Social Sciences*, 4, 103-127.
<https://doi.org/10.35452/2022.7>
- Parcerisa-Aran, A., Alsina-Masmitjà, J., Comalat-Navarra, M., Rodríguez-Muñoz, B.F., Giné-Freixes, N., Gros-Salvat, B., Imbernón-Muñoz, F., Lleixá-Arribas, T. (2005). *Materiales para la docencia universitaria. Orientaciones para elaborarlos y mejorarlos*. OCTAEDRO-ICE.
https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/143882/1/PARCERISA_Materiales-docencia-universitaria_p.pdf
- Ramos, C.A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances En Psicología*, 23, 9-17.
<https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>
- Tzafilkou, K., Perifanou, M., Economides, A.A. (2022). Socio-emotional characteristics of emergency distance teaching: A mixed-method investigation in Greece.
<http://www.jite.org/documents/Vol21/JITE-Rv21p053-073Tzafilkou7768.pdf>

Doi.

Artículo de investigación

**Descripción de las provincias
biogeográficas con los componentes
naturales en el estado de Guerrero,
México**

**Description of the biogeographical
provinces with their natural
components in the state of
Guerrero, Mexico**

**Descrição das províncias
biogeográficas com seus
componentes naturais no estado de
Guerrero, México**

Humberto Antonio González-González^{1*} ID. 0000-0001-6718-9942

Oscar Figueroa-Wences² ID. 0000-0002-0212-0044

Leticia Bibiano-Mendoza¹ ID. 0009-0002-3203-0020

¹Escuela Superior de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero, El Pericón, 39274 Tecoaapa, Guerrero, México.

²Escuela Superior de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Llano Largo, 39906, Acapulco, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia 14380@uagro.mx

Recibido: 18/11/2024

Revisado: 19/12/2024

Aprobado: 05/03/2025

Publicado: 21/04/2025

Resumen

El presente trabajo aborda la descripción desde el punto de vista físico-natural de las cuatro provincias biogeográficas del estado de Guerrero, México, con los componentes naturales de: clima, geología, suelos, vegetación y cuencas, así como la representación espacial en mapas a partir de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). A

su vez, se muestran también las superficies que más predominan para los componentes naturales de suelos y vegetación, así como para las cuencas dentro de cada provincia biogeográfica. Al mismo tiempo, permitió establecer desde el punto de vista cuantitativo cuáles son las provincias que presentan mayores superficies, destacándose en este caso las conocidas como Sierra Madre del Sur y Depresión del Balsas.

Palabras clave: Provincias biogeográficas, Relieve, Clima, Geología, Suelos, Cuencas.

Abstract

This paper addresses the description from the physical-natural point of view of the four biogeographic provinces of the state of Guerrero, Mexico; with the natural components of climate, geology, soils, vegetation and basins, as well as the spatial representation in maps from Geographic Information Systems (GIS). In turn, the surfaces that predominate most for the natural components of soils and vegetation are also shown, as well as for the basins within each biogeographic province. At the same time, it allowed to establish from the quantitative point of view which are the provinces that present greater surfaces, highlighting in this case the provinces Sierra Madre del Sur and depression del Balsas.

Keywords: Biogeographic provinces, Relieve Terrestre, Climate, Geology, Soils, Basins.

Resumo

Este artigo descreve as quatro províncias biogeográficas do estado de Guerrero, México, sob uma perspectiva físico-natural, incluindo seus componentes naturais: clima, geologia, solos, vegetação e bacias hidrográficas. Apresenta também sua representação espacial em mapas utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Além disso, mostra as áreas predominantes de solos e vegetação, bem como de bacias hidrográficas, dentro de cada província biogeográfica. Este estudo também permitiu a identificação quantitativa das províncias com as maiores áreas, notadamente a Sierra Madre del Sur e a Depressão de Balsas.

Palavras-chave: Províncias biogeográficas, Relevo, Clima, Geologia, Solos, Bacias hidrográficas.

Introducción

La región Neotropical comprende los trópicos americanos, desde el norte de México hasta el centro de la Argentina (Morrone, 2001). La subregión Neotropical comprende cuatro subregiones: Caribeña, Amazónica, Chaqueña y Paranaense (Morrone, 2001). Resulta llamativo que la distribución geográfica de los seres vivos posea límites y, que éstos, se repitan para taxones diferentes. Este patrón biogeográfico permite el reconocimiento de componentes bióticos que pueden definirse como conjuntos de taxones integrados espaciotemporalmente debido a una historia común (Morrone, 2005). La subregión caribeña es la más septentrional de la región Neotropical, limitando al norte con la región Neártica. Se extiende por el centro y sur de México, Mesoamérica, las Antillas, y el noroeste de América del Sur, en Ecuador, Colombia, Venezuela, Trinidad y Tobago (Morrone, 2001).

El estado de Guerrero está representado por la región Neotropical, y la subregión caribeña. Posee cuatro Provincias Biogeográficas: Costa Pacífica Mexicana, Sierra Madre del Sur, Depresión del Balsas y Eje Volcánico Transmexicana.

Volcánico Transmexicano (Figura 1). En este trabajo se describen cada una de las cuatro provincias biogeográficas a partir de su ubicación en México y en otros países de Centro América. También se hace una caracterización físico-natural de cada componente natural por separado, dentro de cada provincia. Cada provincia se describe respecto de cada componente natural, tomando en consideración los componentes de: clima, geología, suelos y vegetación.

Metodología

Guerrero tiene una extensión de 63 596 km² lo que representa 3.2 % de la superficie del país (INEGI, 2020). Se ubica en el Sureste de México, limita al norte por los estados de México y Morelos, al noreste por el estado de Puebla, al este por el estado de Oaxaca, al noroeste por el estado de Michoacán, y al sur por el Océano Pacífico.

Para la elaboración y definición de los mapas, se utilizaron las bases de datos de los mapas digitales en formatos 'shapes', con un sistema de coordenadas que presenta una proyección UTM, zona 14, datum y elipsoide WGS 84.

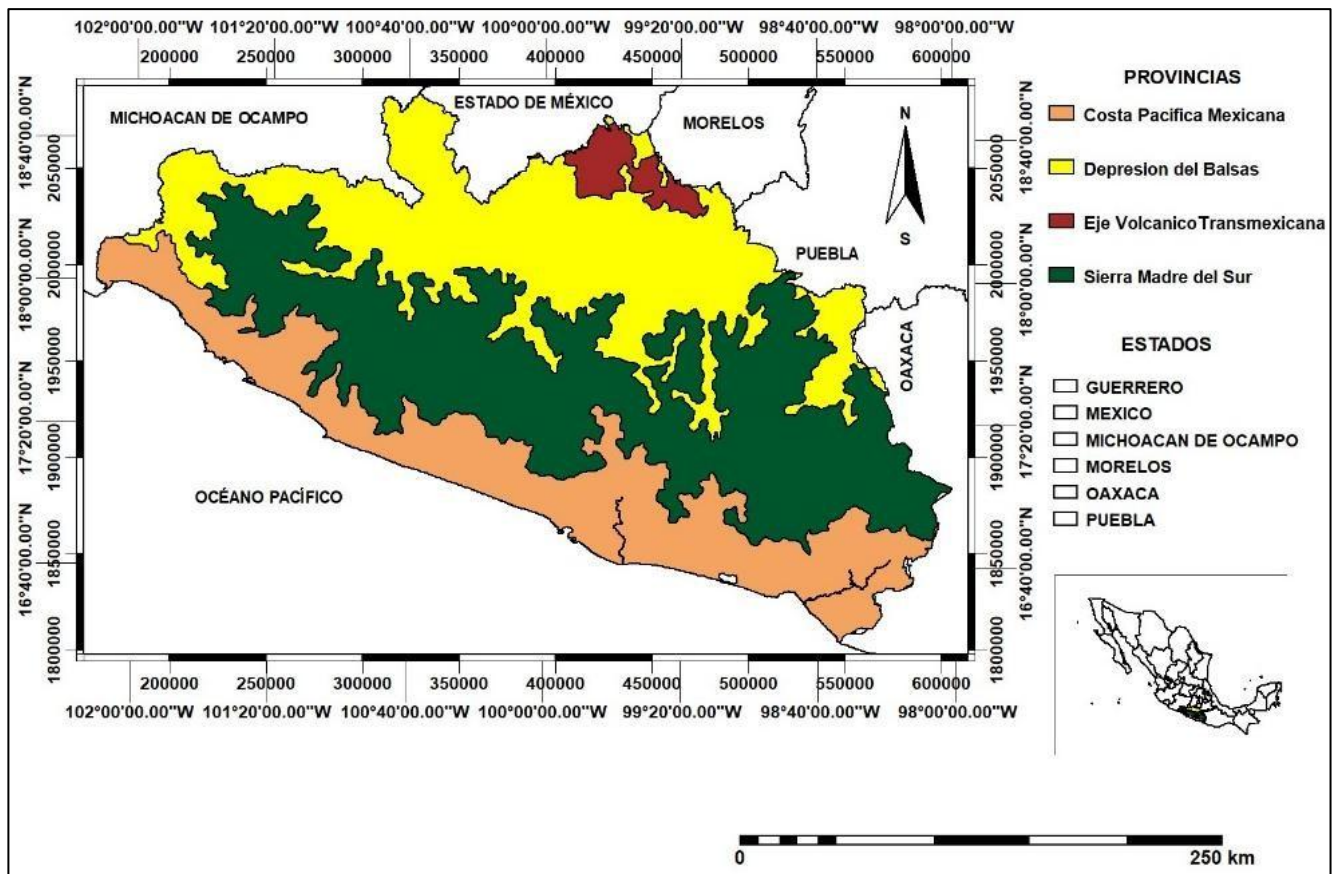


Figura 1. Provincias Biogeográficas del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO (2001).

Resultados

Provincia Costa Pacífica Mexicana

Constituye una franja angosta en la costa pacífica de México (estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas), El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Guatemala. También se asigna a esta provincia el archipiélago de las Islas Revillagigedo (Socorro, San Benedicto y Clarión), situado a 350 km del continente americano (Morrone, 2001). La provincia Costa Pacífica Mexicana en el estado de Guerrero posee una superficie de 1 500 000 ha (15 000 km²).

Relieve. Posee alturas desde el nivel del mar hasta los 2 400 msnm (INEGI, 2008a). Posee relieve de llanuras, lomeríos, premontañas y montañas bajas y medias, predominando principalmente los pisos altitudinales de llanuras, lomeríos y premontañas. Se destacan planicies aluviales, planicies con arenales, dunas medianas, cordones costeros, blanquizales y planicies con humedales o de inundación y/o lacustres, planicies con colinas sin definición de alturas, así como planicie inclinada, rampa

de piedemonte, coalescencia de conos detríticos (puede haber colinas aisladas). Además, esta provincia presenta laderas de lomeríos con colinas bajas menores de 200 msnm. Así mismo, existen laderas de lomeríos altos con amplitud de relieve comprendida entre los 201 y los 500 metros de altura relativa. Puede haber aisladamente cumbres de mayor altura, laderas bajas de montaña con amplitud de relieve comprendida entre los 501 y los 1000 metros de altura relativa, puede llegar a tener cumbres o cimas de mayor altura de forma aislada, presenta cuerpos de agua (lagunas, lagos) y cuerpos de agua costeros (lagunas, esteros), (INEGI, 2008b).

Clima. Los tipos de climas que presenta esta provincia son Cálido subhúmedo (Aw0, Aw1, Aw2), Semicálido subhúmedo del grupo C ((A) C (w1), ((A) C (w2)), y Semiárido cálido (Bs1(h)w), (INEGI, 2009a) (Figura 2). Posee intervalos de precipitaciones medias anuales desde los 600 mm a 2000 mm, (INEGI, 2008c). Los intervalos de temperaturas medias anuales que presentan son: 18°C a mayores de 28°C, ubicándose en zonas de temperaturas, semicálidas, cálidas y muy cálidas (INEGI, 2008d).

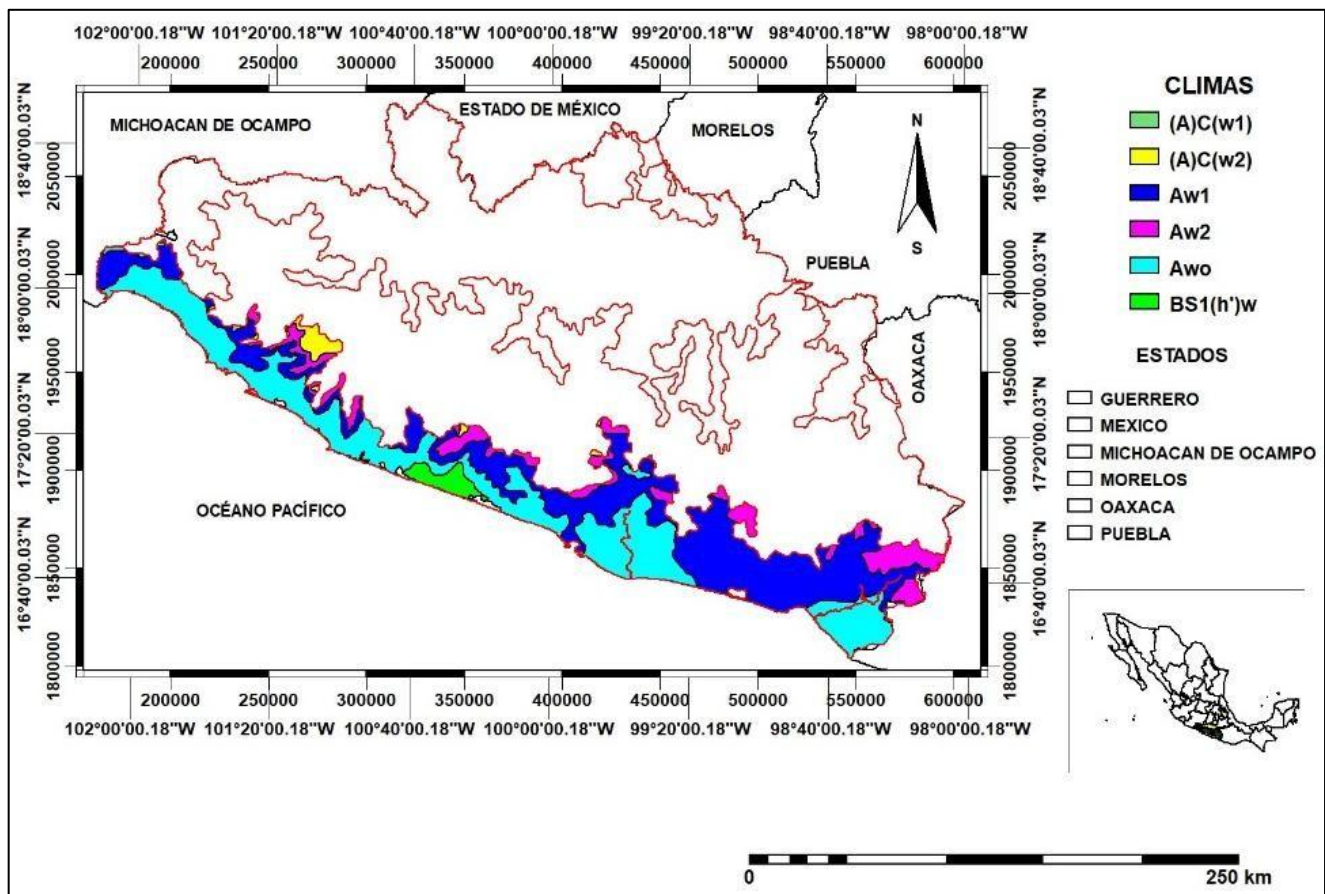


Figura 2. Tipos de Climas en la Provincia Biogeográfica Costa Pacífica Mexicana del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2009b).

Geología. Se encuentra dentro de los complejos Mesozoico y Cenozoico, en los períodos Jurásico, Cretácico, Terciario y Cuaternario. Posee rocas metamórficas (mármol, esquistos, gneises metagranitoides, rocas metavolcánicas y metasedimentarias), ígneas intrusivas (rocas ultrabásicas, gabro, diorita, tonalita, granodiorita, granito), ígneas extrusivas (andesita, tobas intermedias, riolitas, tobas acidas). (INEGI, 2009c). Se encuentran suelos aluviales, formados por depósitos sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes de aguas, donde se pueden aparecer principalmente en los valles de los ríos, también podemos encontrar zonas de suelos lacustres integrados por depósitos recientes que ocurre en lagos, formados por arcillas y sales. Se pueden observar suelos de zonas de litorales, formados por materiales sueltos que se acumulan en zonas costeras por la acción de las olas y corrientes marinas (arenas de playas) (INEGI, 2009c).

Suelos. Las unidades de suelos que se encuentran dentro de esta provincia es Arenosol, Calcisol, Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol, Solonchak y Vertisol, (INEGI, 2011). La unidad Regosol es la que predomina en esta provincia con una superficie de 5 80 566 ha (5 806 km²).

Vegetación. Se encuentra con vegetación de bosques de encinos, bosques de encino-pino, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, manglar, selvas bajas caducifolias, selvas medianas caducifolias, selvas medianas subcaducifolias y selvas medianas subperennifolias, sabanoides, tular, pastizales inducidos y pastizales halófilos, vegetación de dunas costeras, vegetación halófila hidrófila, así como la vegetación antrópica, donde aparecen las actividades agrícolas-pecuarias-forestales (INEGI, 2015). El tipo de vegetación que más predomina es la vegetación antrópica (agrícola-pecuaria-forestal) con una superficie de 6 19 883 ha (6 199 km²) y las selvas bajas caducifolias con una superficie 4 16 437 ha (4 164 km²).

Cuencas. Esta provincia se encuentra dentro de las regiones Hidrológicas de Balsas, Costa Chica-Río Verde y Costa Grande. Podemos encontrar en esta provincia las cuencas Río Atoyac, Río Balsas-Infiernillo, Río Balsas-Zirándaro, Río Coyuquilla, Río Ixtapa, Río Nexpa, Río Ometepec y Río Papagayo (INEGI, 2008e) (Figura 3). Donde su mayor superficie aparece en las cuencas de Río Nexpa con una extensión de 3 24 157 ha (3 242 km²) y Río Atoyac con una superficie de 3 23 023 ha (3 230 km²).

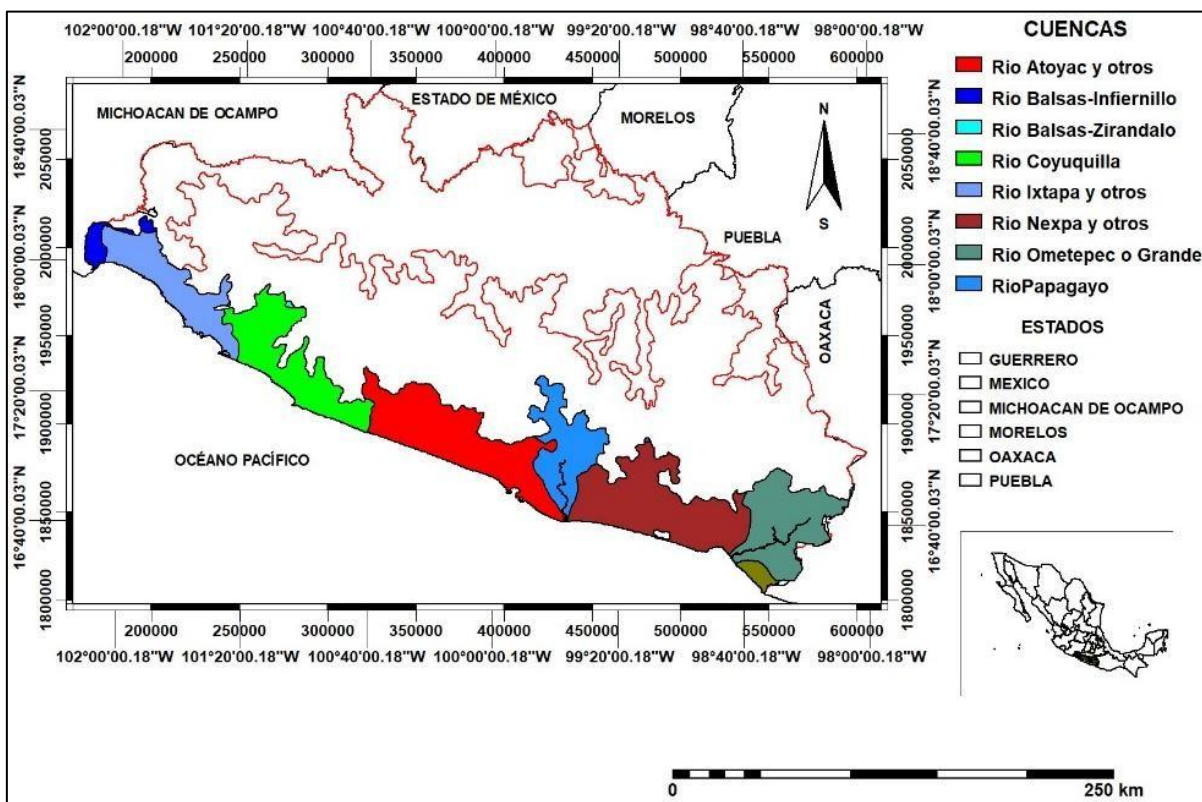


Figura 3. Cuencas en la Provincia Biogeográfica Costa Pacífica Mexicana del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2008e).

Provincia Sierra Madre del Sur

Se localiza en el centro-sur de México, desde el sur de Michoacán hasta Guerrero y Oaxaca, y parte de Puebla, por encima de los 1,000 m de altitud (Morrone, 2001). Es la provincia que mayor superficie presenta en el estado de Guerrero con 2 642 707 ha (26 427 km²).

Relieve. Posee alturas desde los 200 msnm hasta los 3600 msnm (INEGI, 2008a). Posee relieve de llanuras, lomeríos, premontañas y montañas bajas, medias y altas; predominando principalmente los pisos altitudinales de premontañas, montañas bajas, medias y altas, destacándose en este grupo las montañas medias. Se encuentran laderas medias de montaña con amplitud de relieve entre los 1001 y los 1500 msnm de altura relativa, puede haber cumbres de mayor altura de forma aislada. Presentan laderas bajas de montaña con amplitud de relieve comprendida entre los 501 y los 1000 metros de altura relativa, puede llegar a tener cumbres o cimas de mayor altura de forma aislada. Aparecen laderas altas con amplitud de relieve mayor a 1500 msnm de altura relativa. Existen laderas de lomeríos altos con amplitud de relieve comprendida entre los 201 y los 500 metros de altura relativa, puede haber aisladamente cumbres de mayor altura. Encontramos laderas de cadenas cumbrales de fuerte pendiente mayores 30° formando taludes de saltos de cabecera y en altitudes a partir de los 1600 msnm aproximadamente (INEGI, 2008b).

Clima. Los tipos de climas que presenta esta provincia son Cálido subhúmedo (Aw0, Aw1, Aw2), Semicálido subhúmedo del grupo C ((A) C (w0), (A) C (w1), (A) C (w2)), Semiárido cálido (Bs1(h) w), Semiárido semicálido (BS1hw), Semicálido húmedo del grupo C ((A) C (m)), Templado húmedo (C(m)), Templado subhúmedo (C(w1), C(w2)) y Semifrío subhúmedo (Cb'(w2)) (INEGI, 2009a). Posee intervalos de precipitaciones medias anuales desde los 600 mm a 2500 mm (INEGI, 2008c). Los intervalos de temperaturas medias anuales que presentan son: 10°C a mayores de 28°C, ubicándose en zonas de temperaturas, cálidas, muy cálidas, semicálidas, templadas y semifrías (INEGI, 2008d).

Geología. En esta provincia afloran rocas del Mesozoico, Cenozoico y Cuaternario que incluyen rocas del Jurásico, Cretácico, Paleógeno, Neógeno y del Cuaternario. Afloran rocas metamórficas como filita, esquisto, cuarcita y gneis; ígneas intrusivas como diorita, monzonita, granodiorita, granito y sienita; ígneas extrusivas como basalto, andesita, dacita y riolita, además de tobas y brechas volcánicas de la misma composición; y, sedimentarias como caliza, lutita, limolita, arenisca, y conglomerado. Afloran además depósitos de caliche y suelos aluviales, formados por depósitos sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes de aguas, donde se pueden aparecer principalmente en los valles de los ríos (INEGI, 2009c).

Suelos. Las unidades de suelos que se encuentran dentro de esta provincia son: Acrisol, Cambisol, Chernozem, Fluvisol, Kastañozem, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol, Umbrisol y Vertisol (INEGI, 2011), (Figura 4). Las unidades de Regosol con una superficie 8 73 356 ha (8 734 km²) y Leptosol con una superficie 7 71 945 ha (7 719 km²), son las que predominan en esta provincia.

Vegetación. Se encuentra con vegetación de bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, bosque de táscate, bosque de galería, selvas bajas caducifolias, selvas medianas caducifolias, selvas medianas subcaducifolias y selvas medianas subperennifolias, sabanoides, palmar inducido, pastizal inducido, así como la vegetación antrópica, donde aparecen las actividades agrícolas-pecuarias-forestales (INEGI, 2015). Las vegetaciones que más predominan son bosques de pinos-encinos con una superficie de 8 08 308 ha (8 083 km²), bosques de encino con una superficie 4 54 888 ha (4 549 km²) y bosques de encinos-pinos con una superficie de 3 04 392 ha (3 044 km²).

Cuencas. Esta provincia se encuentra dentro de las regiones Hidrológicas de Balsas, Costa Chica-Río Verde y Costa Grande. Las cuencas que podemos encontrar en esta provincia son: Río Atoyac, Río Atoyac-B, Río Balsas-Infiernillo, Río Balsas-Mezcala, Río Balsas-Zirándaro, Río Coyuquilla, Río Ixtapa, Río Nexpa, Río Ometepec, Río Papagayo y Río Tlapaneco (INEGI, 2008e), (Figura 5). Las mayores superficies aparecen en las cuencas de Río Papagayo con una extensión de 5 49 102 ha (5 491 km²), Río Balsas-Mezcala con una superficie de 5 17 362 ha (5 174 km²) y Río Balsas-Zirándaro con una superficie de 4 32 513 ha (4 325 km²).

Provincia Depresión del Balsas

La podemos encontrar en el centro de México, en los estados de Guerrero, México, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca y Puebla, por debajo de los 2,000 m de altitud, intercalada entre las provincias biogeográficas del Eje Volcánico Transmexicano y la Sierra Madre del Sur (Morrone, 2001). La provincia Depresión del Balsas presenta una superficie en el estado de Guerrero de 2 056 700 ha (20 567 km²).

Relieve. Posee alturas desde los 200 msnm hasta los 2800 msnm (INEGI, 2008a). Posee relieve de llanuras, lomeríos, premontañas, montañas bajas, medias y altas, predominando principalmente los pisos altitudinales de premontañas, montañas bajas y medias.

Presentan laderas bajas de montaña con amplitud de relieve comprendida entre los 501 y los 1000 metros de altura relativa, puede llegar a tener cumbres o cimas de mayor altura de forma aislada. Existen laderas de lomeríos altos con amplitud de relieve comprendida entre los 201 y los 500 metros de altura relativa, puede haber

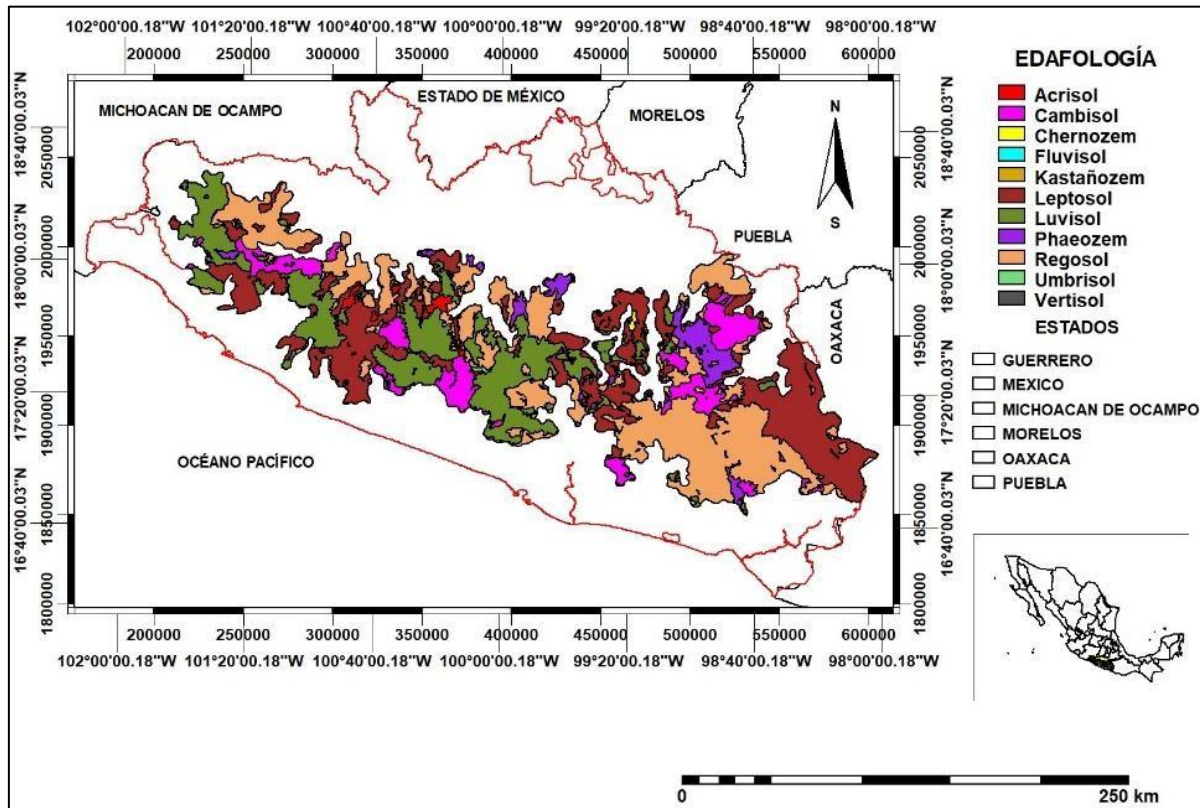


Figura 4. Unidades de suelos en la Provincia Biogeográfica Sierra Madre del Sur del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2011).

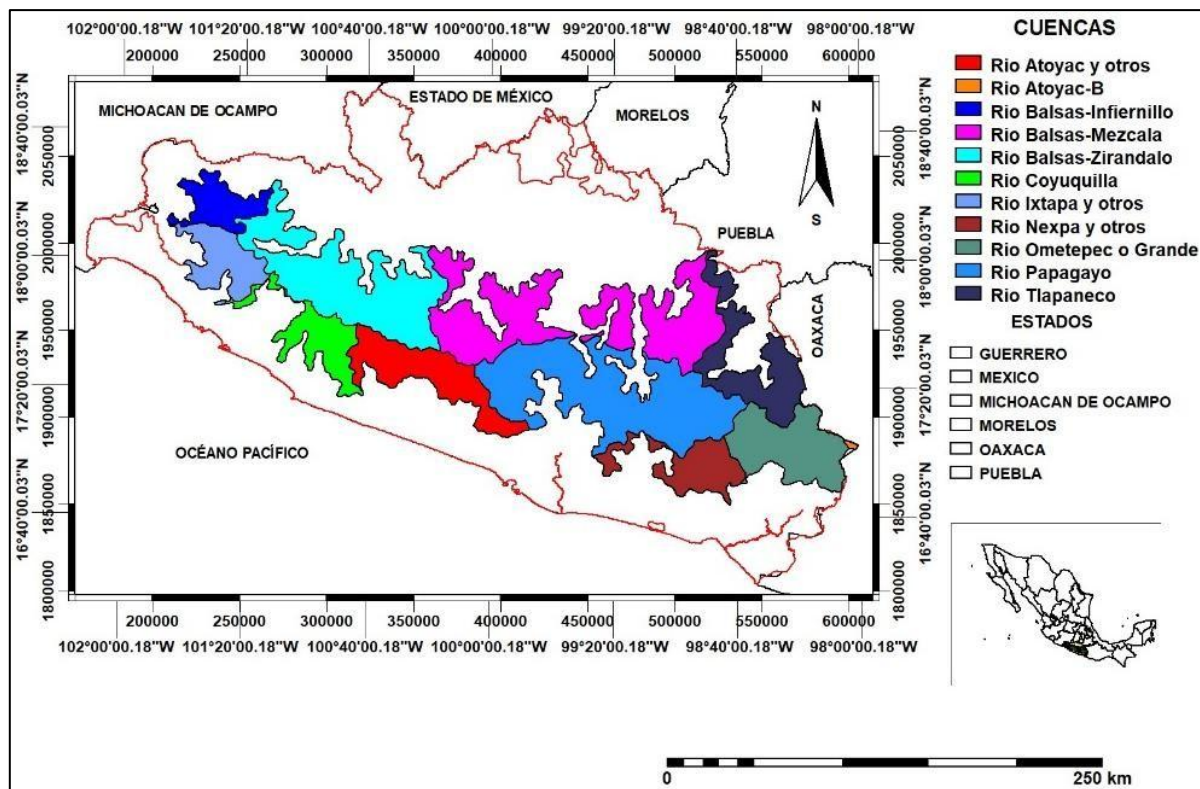


Figura 5. Cuencas en la Provincia Biogeográfica Sierra Madre del Sur del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2008e).

aisladamente cumbres de mayor altura. Se encuentran laderas medias de montaña con amplitud de relieve entre los 1001 y los 1500 msnm de altura relativa, puede haber cumbres de mayor altura de forma aislada. Existen planicies con colinas sin diferenciación de alturas (INEGI, 2008b).

Clima. Los climas de esta provincia son Árido cálido (BS0 (h´) w), Cálido subhúmedo (Aw0, Aw1, Aw2), Semiárido cálido (Bs1(h´) w), Semiárido semicálido (BS1hw), Semicálido subhúmedo del grupo C ((A) C (w0), (A) C (w1), (A) C (w2)), Templado subhúmedo (C(w1), C(w2)) (INEGI, 2009a), (Figura 6). Posee intervalos de precipitaciones medias anuales desde los 600 mm a 1800 mm (INEGI, 2008c). Los intervalos de temperaturas medias anuales que presentan son: 16°C a mayores de 28°C, ubicándose en zonas de temperaturas muy cálidas, cálidas, semicálidas y templadas (INEGI, 2008d).

Geología. Las rocas que afloran en esta provincia presentan edades del Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico y Cuaternario. Incluye rocas metamórficas de bajo grado (filitas, esquistos, cuarcita, metabasitas), ígneas intrusivas (diorita, monzonita, granodiorita, granito, pórfido

traquítico, y pórfido andesítico), ígneas extrusivas (basalto, andesita, dacita, riolita, tobas y volcániclasticos de las mismas composiciones); y, sedimentarias (caliza, evaporita, lutita, limolita, arenisca, brecha, conglomerado, travertino y caliche) (INEGI, 2009c).

Se encuentran suelos aluviales, formados por depósitos sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes de aguas, donde se pueden aparecer principalmente en los valles de los ríos (INEGI, 2009c).

Suelos. Las unidades de suelos que se encuentran dentro de esta provincia son; Acrisol, Calcisol, Cambisol, Chernozem, Fluvisol, Gipsisol, Kastañozem, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol y Vertisol (INEGI, 2011), (Figura 7). Las unidades que predominan en esta provincia son Leptosol con una superficie de 8 19 466 ha (8 195 km²) y Regosol con una extensión de 6 24 988 ha (6 250 km²).

Vegetación. Se encuentra con vegetación de bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, bosque de táscate, bosque de galería, selvas bajas caducifolias, selvas

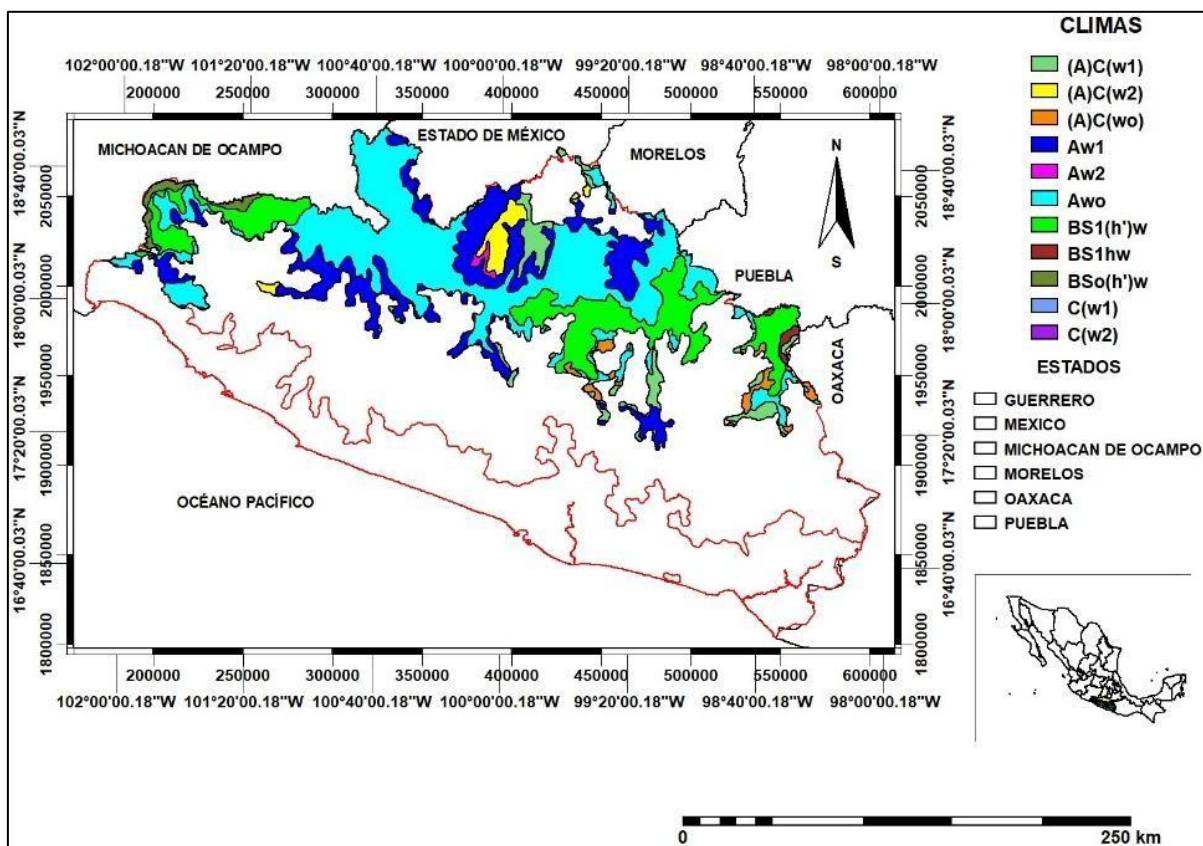


Figura 6. Climas en la Provincia Biogeográfica Depresión del Balsas del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2009).

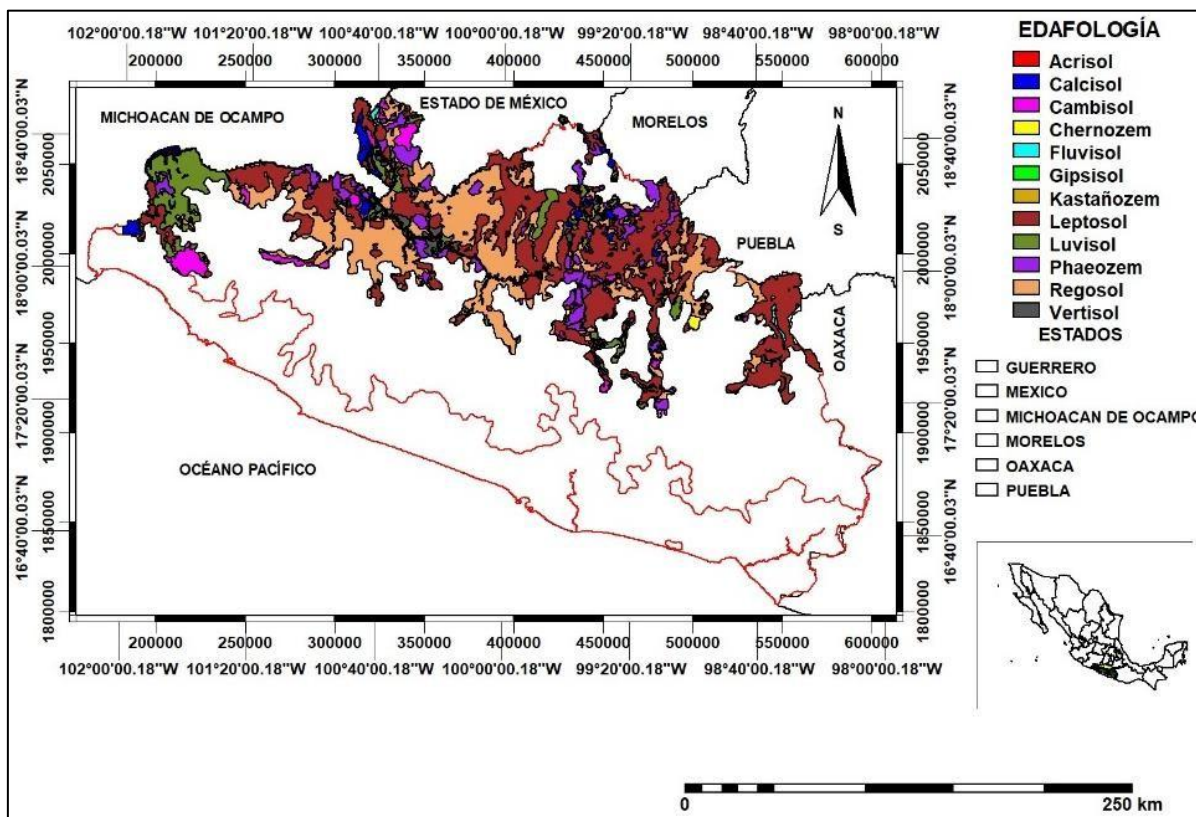


Figura 7. Unidades de suelos en la Provincia Biogeográfica Depresión del Balsas del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del [INEGI \(2011\)](#).

medianas subcaducifolias, palmar inducido, pastizal inducido, vegetación de galería, así como la vegetación antrópica, donde aparecen las actividades agrícolas-pecuarias-forestales ([INEGI, 2015](#)). Los tipos de vegetación que más predominan son selva baja caducifolia con una superficie de 1 046 331 ha (10 463 km²), vegetación antrópica (agrícola-pecuaria-forestal) con una superficie de 4 19 365 ha (4 194 km²) y pastizal inducido con una superficie 3 24 848 ha (3 248 km²).

Cuencas. Esta provincia se encuentra en las regiones hidrológicas de Balsas, Costa Chica-Río Verde y Costa Grande. Las cuencas que aparecen en esta provincia son: Río Atoyac-A, Río Balsas-Infiernillo, Río Balsas-Mezcala, Río Balsas-Zirándaro, Río Cutzamala, Río Grande de Amacuzac, Río Ixtapa, Río Papagayo y Río Tlapaneco ([INEGI, 2008e](#)) (Figura 8). Donde la mayor superficie presenta en las cuencas del Río Balsas-Mezcala con una extensión de 7 99 803 ha (7 998 km²) y Río Balsas-Zirándaro con una superficie de 5 30 794 ha (5 308 km²).

Provincia Eje Volcánico Transmexicano

Se ubica en el centro de México, en los estados de Guanajuato, México, Distrito Federal, Jalisco, Michoacán, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz ([Morrone,](#)

[2001](#)). La provincia del Eje Volcánico Transmexicano presenta una extensión para el estado de Guerrero de 1 51 400 ha (1514 km²).

Relieve. Posee alturas desde los 1000 msnm hasta los 2800 msnm ([INEGI, 2008a](#)). Posee relieve de montañas bajas, medias y altas, predominando principalmente las montañas medias. Se encuentran laderas medias de montaña con amplitud de relieve entre los 1001 y los 1500 msnm de altura relativa, puede haber cumbres de mayor altura de forma aislada ([INEGI, 2008b](#)).

Clima. Los climas de esta provincia son Cálido subhúmedo (Aw0, Aw1), Semicálido subhúmedo del grupo C ((A) C (w1), (A) C (w2)) y Templado subhúmedo (C (w2)) ([INEGI, 2009a](#)). Tiene precipitaciones medias anuales desde los 800 mm a 1500 mm ([INEGI, 2008c](#)).

Los intervalos de temperaturas medias anuales que presentan son; 16°C a 26°C, ubicándose en zonas de temperaturas cálidas, semicálidas y templadas ([INEGI, 2008d](#)).

Geología. Las rocas en esta provincia incluyen rocas del Mesozoico, Cenozoico y Cuaternario. Están representadas por rocas metamórficas (filitas, esquistos, milonitas, metabasitas, skarn y hornsfels), ígneas intrusivas

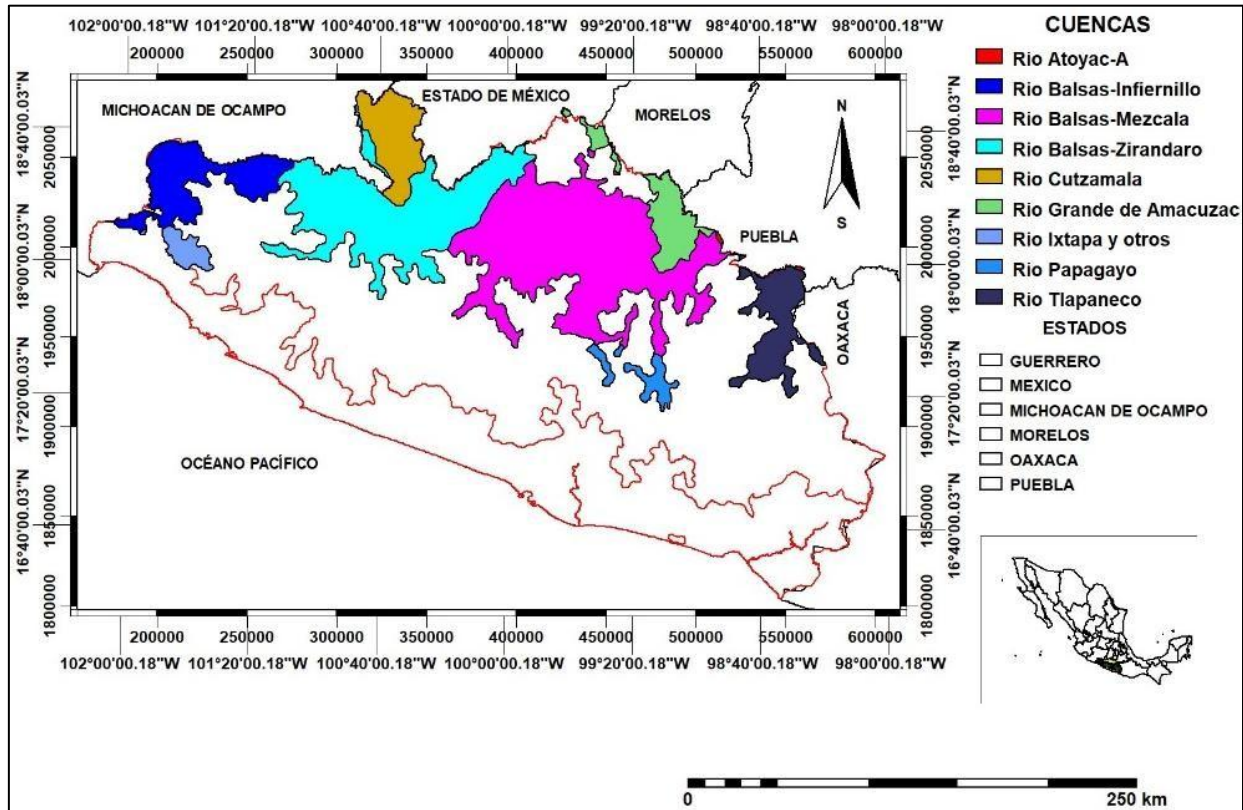


Figura 8. Cuencas en la Provincia Biogeográfica Depresión del Balsas del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2008e).

(granodiorita, diques andesíticos, diques riolíticos), ígneas extrusivas (andesitas, dacitas, riolitas, ignimbritas riolíticas, vitrófido), y sedimentarias (caliza, lutita, arenisca, conglomerado capas rojas, brechas, caliche y travertino (INEGI, 2009c). Aparecen suelos aluviales, formados por depósitos sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes de aguas, donde se pueden aparecer principalmente en los valles de los ríos (INEGI, 2009c).

Suelos. Las unidades de suelos que se encuentran dentro de esta provincia son: Andosol, Calcisol, Cambisol, Kastañozem, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol y Vertisol (INEGI, 2011) (Figura 9). Las unidades que predominan en esta provincia son Luvisol, con una superficie 47 684 ha (477 km²), y Leptosol, con una superficie 40 404 ha (404 km²).

Vegetación. Se encuentra con vegetación de bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, bosque de táscate, selvas bajas caducifolias, pastizal inducido, así como la vegetación antrópica, donde aparecen las actividades agrícolas-pecuarias-forestales (INEGI, 2015).

Las vegetaciones que más predominan son bosque de encino con una superficie de 51 351 ha (514 km²), selva baja caducifolia con una superficie 30 480 ha (305 km²) y vegetación antrópica (agrícola-pecuaria-forestal) con una superficie de 26 149 ha (261 km²).

Cuencas. Esta provincia se encuentra dentro de la región Hidrológica del Balsas. Podemos encontrar en esta provincia las cuencas Río Balsas-Mezcala, Río Balsas-Zirándaro, y Río Grande de Amacuzac (INEGI, 2008e) (Figura 10). Las cuencas con mayores superficies son: Río Balsas-Mezcala con una extensión de 92 748 ha (927 km²) y Río Grande de Amacuzac con una extensión de 53 392 ha (534 km²).

Discusión

El presente trabajo se realizó con el objetivo de destacar la descripción de las distintas provincias biogeográficas con los componentes naturales que existen en el estado de Guerrero. Por tal motivo se propone que se tome en consideración este tipo de estudios para establecer bases para nuevos planteamientos sobre los estudios biológicos, ecológicos, geográficos, de conservación protección y restauración que permitan establecer mejores políticas de

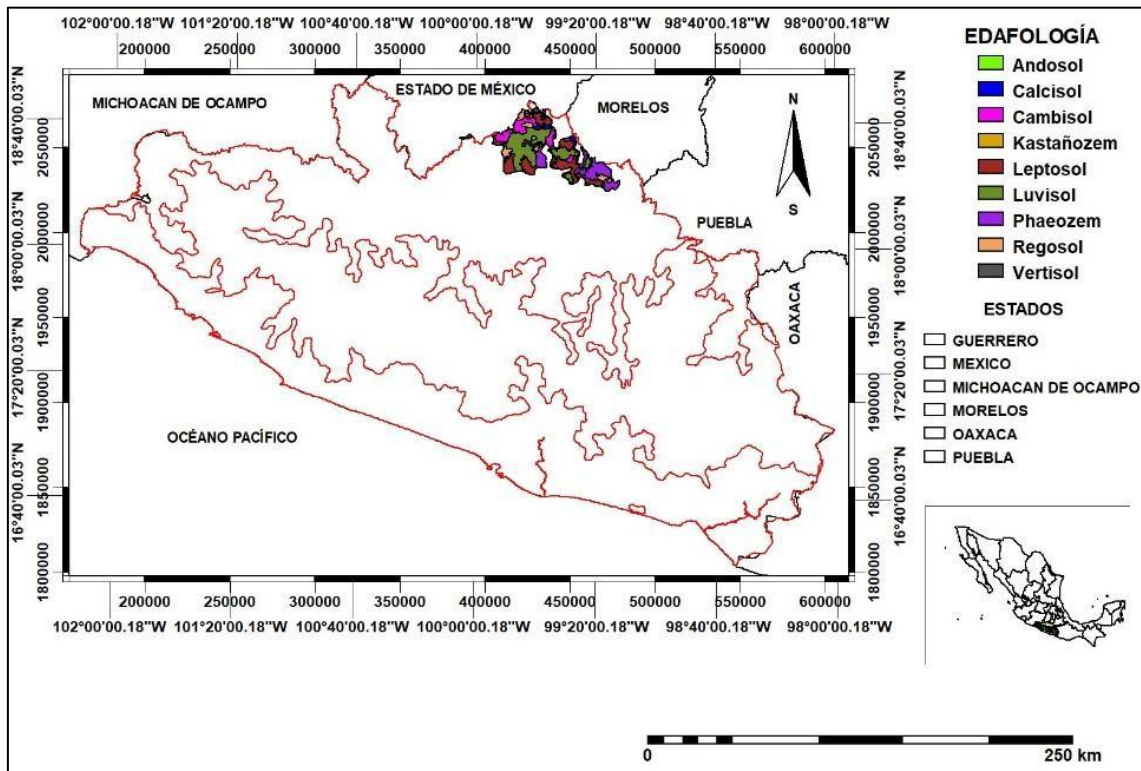


Figura 9. Unidades de suelos en la Provincia Biogeográfica Eje Volcánico Transmexicano del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2011).

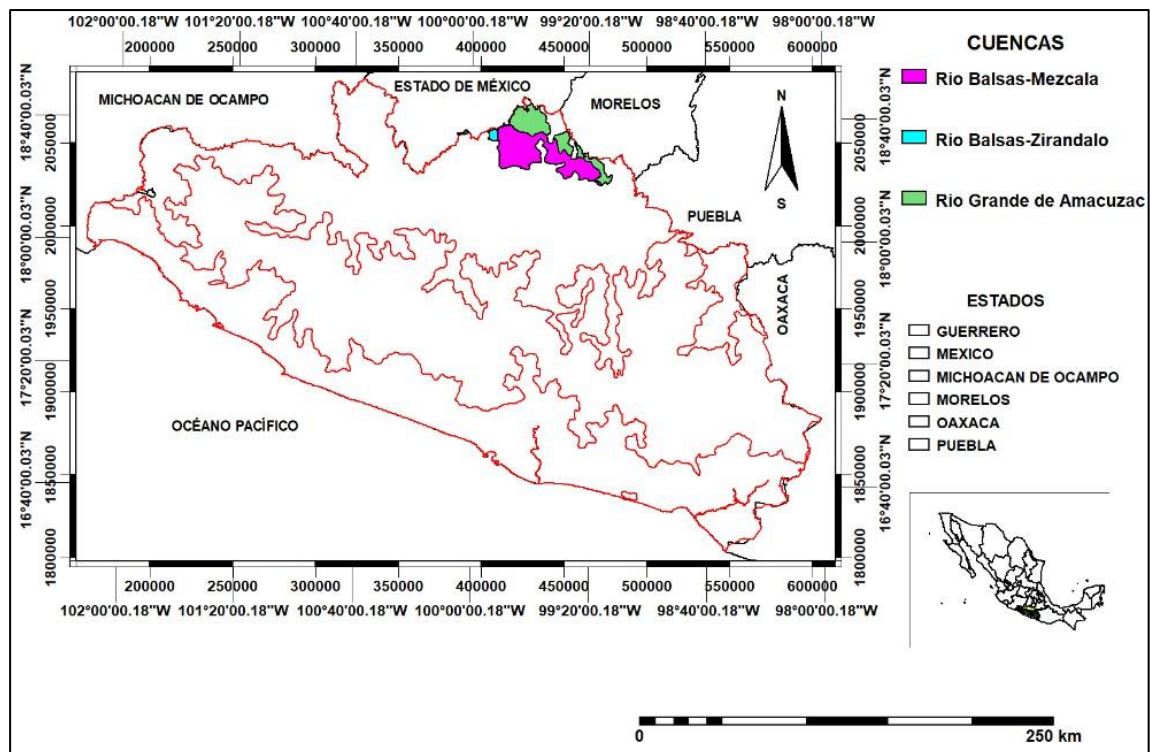


Figura 10. Cuencas en la Provincia Biogeográfica Eje Volcánico Transmexicano del estado de Guerrero. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2008e).

planeación territorial, valorando cada componente natural y su relación con las provincias, así como para posteriores estudios de ordenamientos territoriales a escalas regional y municipal, considerando como aspectos principales las caracterizaciones y descripciones físico-naturales de cada territorio y de este modo establecer un diagnóstico desde esta perspectiva para posteriores propuestas de desarrollo en cada territorio tomando en consideración los aspectos físico-naturales a partir de los componentes naturales en el estado.

Conclusiones

Este trabajo se llevó a cabo a partir de una caracterización desde el punto de vista físico-natural de cada provincia biogeográfica en relación con los componentes naturales que la constituyen. En este trabajo se mostró, con la ayuda de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) establecer representaciones desde una perspectiva espacial las cuatro provincias biogeográficas y a su vez establecer la descripción y representación espacial de estos componentes naturales dentro de cada provincia biogeográfica. Al mismo tiempo, permitió establecer desde el punto de vista cuantitativo cuáles son las provincias que presentan mayores superficies, destacándose en este caso las provincias Sierra Madre del Sur y Depresión del Balsas; a su vez, se muestran también las superficies que más predominan para los componentes naturales de suelos y vegetación, así como para las cuencas dentro de cada provincia biogeográfica.

Referencias

CONABIO (2001). Provincias biogeográficas de México. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

INEGI (2008a). Conjunto de Datos Vectorial Curvas de Nivel, escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2008b). Conjunto de Datos Vectorial Paisaje Geomorfológico; escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2008c). Conjunto de Datos Vectorial Precipitación; escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2008d). Conjunto de Datos Vectorial Temperaturas; escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2008e). Conjunto de Datos Vectorial Cuencas; escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2009a). Guía para la interpretación de cartografía: Climatología; Instituto Nacional de Estadística y Geografía. -- México: INEGI. ISBN 978-970-13-4508-8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2009b). Conjunto de Datos Vectorial Climatología; escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2009c). Guía para la interpretación de cartografía: Geológica; Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. ISBN 978-970-13-4509-6.

INEGI (2011). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico; escala 1:250 000, Serie III. Guía para la interpretación de cartografía: Edafología: Escala 1:250, 000: Serie II / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. ISBN 978-607-494-162-3.

INEGI (2015). Guía para la interpretación de cartografía: Uso del suelo y vegetación: Escala 1:250, 000: Serie IV / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, c2012. 126p: ISBN 978-607-494-310-8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2020). Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Morrone, J.J. (2001). Biogeografía de América Latina y el Caribe. (CYTED, Ed.). M&T-Manuales & Tesis SEA, vol. 3. Zaragoza, España, 148p.

Morrone, J.J., (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 76, 207-252.

Explorando las fronteras de la Inteligencia Artificial: impacto, desafíos y futuro

Exploring the Frontiers of Artificial Intelligence: Impact, Challenges, and Future

Explorando as Fronteiras da Inteligência Artificial: Impacto, Desafios e Futuro

Mario Moctezuma-Baños ID. 0009-0006-6115-4451

Colegio de Bachilleres del Estado de Guerrero, Av. Juárez #4, Col. Centro, 39000, Chilpancingo de los Bravo Guerrero, México.

*Autor de correspondencia e2709@bachilleresgro.edu.mx

Recibido: 18/11/2024

Revisado: 19/12/2024

Aprobado: 05/03/2025

Publicado: 21/04/2025

Resumen

Este trabajo intenta detallar la evolución de la Inteligencia Artificial (IA) en varios campos, mostrando cómo ha alterado la interrelación entre la habilidad humana y la tecnología. Su objetivo es analizar las fronteras de la IA, su impacto, desafíos y futuro en diferentes sectores y sociedad en general. Se basa en un enfoque metodológico mixto realizado a través de una revisión sistemática de estudios recientes que cuenta con 88 investigaciones encontradas según los criterios de búsqueda, de los cuales se analizan 10 de ellos. Los resultados indican que, aunque la IA ha revolucionado muchos sectores como la educación y la atención médica, ha dado lugar a dilemas morales como el sesgo algorítmico y problemas de privacidad de datos. Con estos hallazgos, se concluye que la IA ha implicado un avance notable en muchas áreas del conocimiento, no obstante, es necesaria una regulación sobre el control de datos a fin de que haya un equilibrio entre la innovación tecnológica y la ética.

Palabras clave: Desafíos, Educación, Ética, Impacto, Inteligencia artificial.

Abstract

This paper attempts to detail the evolution of Artificial Intelligence (AI) in various fields, revealing how it has altered the interrelationship between human ability and technology. Its objective is to analyze the frontiers of AI, its impact, challenges, and future in different sectors and society in general. It is based on a mixed methodological approach carried out through a systematic review of recent studies, which includes 88 investigations found according to the search criteria, of which 10 are analyzed. The results indicate that, although AI has revolutionized many sectors such as education and healthcare, it has given rise to moral dilemmas such as algorithmic bias and data privacy issues. With these findings, it is concluded that AI has brought about notable progress in many areas of knowledge; however, regulation on data control is necessary to maintain a balance between technological innovation and ethics.

Keywords: Challenges, Education, Ethics, Impact, Artificial intelligence.

Resumo

Este artigo busca detalhar a evolução da Inteligência Artificial (IA) em diversos campos, mostrando como ela alterou a inter-relação entre a capacidade humana e a tecnologia. Seu objetivo é analisar os limites da IA, seu impacto, desafios e futuro em diferentes setores e na sociedade em geral. Baseia-se em uma abordagem de métodos mistos, utilizando uma revisão sistemática de estudos recentes. Oitenta e oito estudos de pesquisa foram encontrados de acordo com os critérios de busca, dos quais dez foram analisados. Os resultados indicam que, embora a IA tenha revolucionado muitos setores, como educação e saúde, ela também gerou dilemas morais, como vies algorítmico e questões de privacidade de dados. Com base nessas descobertas, conclui-se que a IA representou um avanço notável em muitas áreas do conhecimento; no entanto, a regulamentação do controle de dados é necessária para alcançar um equilíbrio entre inovação tecnológica e ética.

Palavras-chave: Desafios, Educação, Ética, Impacto, Inteligência artificial.

Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) se ha desarrollado en un periodo de tiempo muy corto y, probablemente, en unas de las tecnologías más innovadoras a nivel mundial. Ahora, su alcance va mucho más allá de la automatización de tareas, pues también ha afectado a la medicina, el transporte, la educación e incluso el entretenimiento. En la actualidad, es capaz de aprender de los datos, hacer predicciones y tomar acciones de manera independiente, siendo crucial para el perfeccionamiento de sistemas y procesos en múltiples industrias (Aguerre *et al.*, 2020).

Aunque los avances en el campo de la IA tienen posibilidades infinitas, cada avance viene acompañado de sus propios problemas sociales y éticos distintos que necesitan ser abordados de inmediato. La llegada de sistemas autónomos, especialmente aquellos basados en el aprendizaje profundo, está brindando nuevas oportunidades sorprendentes en muchos dominios, pero plantea serios desafíos con respecto a cuestiones de privacidad, equidad y discriminación algorítmica. Debido a la creciente prevalencia de Internet, los algoritmos de IA entrenados con grandes conjuntos de datos probablemente reflejarán y perpetuarán las desigualdades sociales existentes, lo que amenaza la equidad en algunos de los dominios más críticos, como la atención médica, la educación y el empleo (Yerbabuena-Torres 2024). Por ejemplo, estos sesgos pueden bloquear el proceso de toma de decisiones en los sistemas de empleo y en la prestación de servicios financieros, generando un peligro de exclusión social. Además, los impactos de la automatización impulsada por la IA están redefiniendo el panorama laboral global. La sustitución de tareas repetitivas y manuales por sistemas de automatización ha generado preocupaciones persistentes sobre el futuro del trabajo.

A pesar de reconocer las ventajas vinculadas con una mayor productividad y ahorro de costos operativos, la terminación de posiciones específicas para los empleados es problemática, particularmente para aquellos trabajadores cuyas habilidades pueden volverse obsoletas debido a las tecnologías avanzadas actuales (Gierhart *et al.*, 2024). Esto también plantea preocupaciones sobre las vías para la capacitación y el reempleo de la fuerza laboral, particularmente en lo que respecta a las desigualdades socioeconómicas.

Las consecuencias de la IA no se limitan al lugar de trabajo, sino que afectan la vida cotidiana y los comportamientos sociales de los individuos. Los avances tecnológicos como los asistentes virtuales, la calificación automatizada y los sistemas de recomendación, y los coches autónomos están cambiando la forma en que las personas interactúan entre sí y con la tecnología.

A pesar del avance y las oportunidades de la IA, es importante construir regulaciones y políticas éticas para mitigar sus impactos negativos (Fabijanić Gagro, 2024).

Este análisis busca examinar las repercusiones éticas, sociales y económicas de la IA, prestando especial atención a su impacto en el desarrollo de habilidades y competencias en las esferas educativa y profesional.

Hipótesis

La implementación de la IA en diversos campos de la sociedad tendrá un impacto significativo en el uso de la tecnología y la habilidad cognitiva del ser humano.

Objetivo general

Analizar las fronteras de la IA, su impacto, desafíos y futuro en diferentes sectores y sociedad en general.

Objetivos específicos

- Investigar el desarrollo histórico de la IA y su influencia en la sociedad, resaltando sus aplicaciones más relevantes y los desafíos éticos y sociales derivados de su implementación.
- Explorar las oportunidades y retos que presenta la implementación de la IA en México en sectores como el asegurador y el comercio minorista, y analizar la importancia de una fuerza laboral capacitada en este proceso.
- Valorar los posibles riesgos de la IA y estudiar el marco legal y regulatorio internacional con un enfoque en la ética e innovación, para promover un desarrollo responsable de la IA en México en el futuro.

Materiales y métodos

Este estudio es de tipo descriptivo y de un alcance general. En palabras de Arias (2016), tiene por finalidad “describir situaciones y eventos supone explicar cómo son, cómo se presentan y cómo pueden ser objeto de análisis” (pág. 46). Este tipo de estudio se lleva a cabo sin intentar ofrecer interpretaciones, menos aún recomendaciones sobre el impacto de los fenómenos que tratamos. Así, se espera que los hallazgos sirvan como relación de facto (Ortiz, 2023) sobre el impacto, desafío y futuro de la IA para propiciar un análisis e indagación más profunda del tema de interés.

Además, emplea una variedad de métodos, técnicas, estrategias y procedimientos con el propósito de recopilar la información esencial para la investigación propuesta.

Enfoque de la investigación

Este análisis se basa en el enfoque mixto, cualitativo puesto que consiente en interpretar datos sin recurrir a la medición numérica, y cuantitativo porque su procedimiento y análisis permiten contrastar hipótesis, analizar gráficas y tablas con datos medibles. Se trata de una investigación documental, es decir, búsqueda, selección, recopilación y lectura de un corpus, exclusivamente bibliográfico y/o de otros soportes, cada

vez más restringido, en función de los objetivos preestablecidos de la investigación. Se optó por esta metodología, pues permitió captar en forma holística y profunda la temática, además de permitir identificar patrones y tendencias que otros métodos no podían. El uso estratégico de documentos consiste en la recolección, revisión y análisis de artículos bibliográficos, periódicos, libros, documentos, entre otros, que constituyen fuentes primarias y secundarias.

Diseño de la investigación

Este estudio fue apoyado por una revisión de literatura. Este proceso se llevó a cabo en tres meses, del 1 de julio al 31 de septiembre de 2024, e involucró búsquedas en diferentes bases de datos como: Scopus, Web of Science, Google Scholar, Academia.edu y Researchgate. La búsqueda empleó los siguientes términos clave: IA, impacto de la IA y desafío de la IA, y se afinó aún más utilizando los operadores lógicos 'el', 'en', 'de' y 'la'. Algunas de las frases utilizadas incluyen: impacto de la IA en la sociedad, desafío de la IA en la sociedad y futuro de la IA en la sociedad presente.

La estrategia facilitó la identificación de patrones y tendencias que no son tan fácilmente observables a través de otros métodos, como la encuesta o la entrevista, que dependen de la subjetividad y percepción de los participantes, siendo que el estudio se centró en la recopilación y análisis de datos de documentos, presentando tres etapas:

Primera. La identificación de palabras clave relacionadas con el tema de estudio, lo que hace posible enfocar la búsqueda de documentos en aquellos de mayor relevancia;

Segunda. Se realiza la búsqueda en las bases de datos; y,

Tercera. Se aplica la “Escala JADAD” como un estándar de evaluación para determinar qué documentos se utilizarán en el estudio, a fin de garantizar la relevancia y confiabilidad de la información recopilada y, por lo tanto, permitir resultados verificables.

Participantes

La población de este estudio se compone de 88 artículos recopilados y publicados en las siguientes bases de datos internacionales:

Scopus. Plataforma de datos y citas, además de referencias e indexación de artículos de revistas científicas y académicas a nivel global.

Web of Science. También es una base de datos de citas y referencias que indexa publicaciones científicas y académicas de todo el mundo, reconocida como una de las más importantes y respetadas en el ámbito académico.

Google Scholar. De igual manera es una base de datos de citas y referencias que indexa artículos de revistas científicas y académicas, libros, tesis y otros materiales de investigación.

Academia.edu. Es una plataforma para compartir conocimientos y publicaciones académicas que permite a los investigadores y académicos compartir sus trabajos y conectarse con otros expertos en su campo.

ResearchGate. Base de networking, para compartir conocimientos de investigadores y académicos que permite colaborar con publicaciones, proyectos y experiencias. De esta totalidad de 88 documentos, se escogieron 10 trabajos que cumplieron los siguientes criterios de selección:

Relevancia. Los artículos debían estar directamente relacionados con el tema de estudio, explorando las fronteras de la IA: impacto, desafíos y futuro.

Calidad. Los artículos debían ser publicados en revistas científicas y académicas de alta calidad y reconocidas internacionalmente.

Originalidad. Los artículos debían presentar resultados originales y contribuciones significativas al conocimiento en el campo de la IA.

Accesibilidad. Los artículos debían estar disponibles en línea y accesibles para los investigadores y académicos. Se eligieron 10 trabajos, lo que permitió conseguir una muestra específica y significativa de la literatura seleccionada en primera instancia sobre el tema, lo que facilitó el análisis y síntesis de la información de manera segura y obtener conclusiones consistentes basadas en la evidencia.

Instrumentos empleados para recolectar la información

Los instrumentos de recolección de datos, según lo definido por Arias (2016), son áreas de estudio poco desarrolladas y no formalizadas; por esta razón, el investigador diseñó instrumentos propios ajustados a los objetivos del estudio. Un instrumento de recopilación es cualquier recurso que permite al investigador examinar fenómenos y extraer información relevante, registrando datos sobre las variables del estudio. En esta investigación, se creó un formato en Office 2016 (Word) con columnas que identifican el nombre del documento, año, autor y objetivo general de cada estudio.

Procedimiento de recolección de datos

Se puntualiza el procedimiento utilizado para localizar los documentos relevantes para esta investigación, compuesto por seis etapas:

Etapas: Definición de términos de búsqueda. Se nivelaron los términos clave relacionados con la IA, tales como: fronteras de la IA, impacto, desafíos y futuro de esta tecnología. Se establecieron como límites de búsqueda publicaciones académicas, artículos de investigación, libros y capítulos, en inglés y en español, desde 2014 hasta el presente.

Etapa 2: Consulta en bases de datos. Se ingresó a bases de datos académicas y científicas, incluyendo Scopus, Web of Science, Google Scholar, Academia.edu y ResearchGate, empleando palabras clave y frases temáticas para encontrar documentos pertinentes.

Etapa 3: Revisión de revistas y libros. Se eligieron revistas y libros relevantes en áreas como IA, ciencias de la computación, filosofía y ética de la tecnología, así como capítulos de libros específicos sobre IA.

Etapa 4: Evaluación de calidad y relevancia. Los trabajos recuperados fueron valorados en función de su calidad y relevancia, considerando factores como la credibilidad del autor, la calidad de la publicación, la fecha de publicación y su relación con el tema.

Etapa 5: Selección y clasificación. Se prefirieron los trabajos que cumplieran con los criterios de inclusión y se clasificaron en categorías como: impacto de la IA en diversos campos, desafíos y limitaciones, y posibles aplicaciones futuras.

Etapa 6: Análisis y síntesis. En conclusión, se examinaron y sintetizaron los documentos seleccionados para identificar patrones, tendencias y conclusiones, con el fin de presentar un resumen de los hallazgos en la sección siguiente.

Técnicas de validación

La validación de la información recogida, se llevó a cabo la utilización de la escala JADAD, la cual evalúa aspectos relacionados con sesgos de aleatorización, el uso de encubrimiento (doble ciego), que impide a la muestra como al investigador conocer el propósito específico del tratamiento, y la descripción de las pérdidas de seguimiento (Jadad *et al.*, 1996). Esta escala permite excluir estudios de menor calidad, reduciendo así el margen de error. Consta de siete preguntas (Tabla 1) y permite evaluar la validez de cada estudio, utilizando una puntuación de 0 a 4 puntos, donde una puntuación más alta indica mejor calidad metodológica en el documento evaluado (Tabla 2).

Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación:

Palabras claves de búsqueda

Los datos de la frecuencia de aparición de las palabras clave en los documentos seleccionados para la muestra se presentan en la Tabla 3 y gráficamente en la Figura 1.

Tabla 1. Preguntas para evaluación de la escala JADAD en esta investigación.

No	Pregunta	Puntuación	
		Sí	No
1	¿El estudio esta descrito como aleatorizado (o randomizado)?		
2	¿El estudio esta descrito como método utilizado para crear la secuencia de aleatorización y es adecuado?		
3	¿Es adecuado el método usado para generar la secuencia aleatorizada?		
4	¿Se describe el estudio como doble ciego?		
5	¿Se explica el método de cegamiento y es adecuado?		
6	¿Es pertinente el método de cegamiento?		
7	¿Existe descripción de pérdidas de seguimiento y abandonos?		

Tabla 2. Valoración de la escala JADAD en esta investigación.

No.	Resultado	Explicación
4	Excelente	Documentos que cumplen todos los criterios de evaluación y son de alta calidad.
3	Bueno	Documentos que cumplen con la mayoría de los criterios de evaluación y son de buena calidad.
2	Regular	Documentos que cumplan con algunos de los criterios de evaluación y son de regular calidad.

Documentos obtenidos en los motores de búsqueda

La información obtenida de los documentos por los motores de búsqueda de la web se presenta en la Tabla 4 y de manera gráfica en la Figura 2.

Evaluación de la calidad de la muestra

Se presenta la medición realizada a los 10 documentos seleccionados en esta investigación, en donde 4 de ellos obtuvieron una puntuación aceptable de 3 puntos y 6 de ellos una puntuación de 4 puntos considerada excelente, en la totalidad de las 7 preguntas se obtuvo un total de 36.5 puntos lo que representa un promedio general de 3.60.

Tabla 3. Presencia de las palabras claves en los documentos de la muestra.

Doc.	Palabras claves			
	Impacto de la IA	Desafío de la IA	Futuro de IA	IA en Educación
1	X			X
2		X		
3			X	
4	X			X
5		X		
6			X	
7		X		
8	X			
9		X		X
10				X
Total	3	4	2	4
	30%	40%	20%	40%

Tabla 4. Documentos seleccionados por cada base de datos consultadas.

No	Base de datos	Cantidad documentos	%
1	Scopus	2	20
2	Web of source	1	10
3	Google académico	3	30
4	ResearchGate	2	20
5	Academia.edu	2	20
Total		10	100

Lo expuesto señala que la calidad metodológica de las investigaciones previamente analizadas oscila entre 3 y 4 puntos, con una media grupal de 3.50 puntos, lo que las sitúa dentro de los niveles de calidad metodológica considerados como buena y excelente.

Discusión

En las próximas secciones, se analizan los resultados en función de cada uno de los objetivos específicos planteados, las limitaciones que se enfrentaron durante el desarrollo de este artículo, las implicaciones para trabajos posteriores, y el nivel en el que se cumplió la hipótesis correspondiente. Empezando por el primer objetivo específico planteado, el estudio sobre la evolución histórica de la IA, se aprecia un recorrido de permanente innovación, desde sus orígenes en los años 40 hasta su actualidad.

La conferencia de Dartmouth de 1956 se reconoce como un hito que destaca por haber formalizado el estudio de la IA. En referencia, tanto [Barrios-Tao et al. \(2020\)](#), como [Rouhiainen \(2018\)](#), resaltan que la IA ha evolucionado a partir de desenvolvimientos en aprendizaje de máquina y en redes neuronales profundas, por lo que la implementación de estas técnicas ha impactado de manera importante en los sectores de la salud, el entretenimiento y la manufactura por la optimización de procesos y una mejor toma de decisiones.

Este documento menciona que, a pesar de la importancia que tienen las aportaciones tecnológicas referidas a la IA, también plantea algunos retos de ética mayores como el sesgo algorítmico y violaciones a la privacidad ([Hernández y Esquivel, 2024](#)). La IA no solo impacta de manera positiva en la sociedad mediante la técnica y logística de brindar un servicio, sino que también hay cambios en la relación de las personas con la tecnología, sin embargo, [Corvalán \(2019\)](#) menciona que la automatización al mismo tiempo genera temor debido a la sobre dependencia en sistemas automatizados y la eliminación de puestos de trabajo repetitivos.

Dentro de los retos que plantea la adopción de IA como la falta de claridad en los procesos de la misma hacen que la toma de decisiones sea más complicada. La implementación de un sistema IA es más que un avance tecnológico, es movilizar toda una serie de recursos en Investigación y Desarrollo (I+D) con el fin de que el sistema opere de tal forma que sea suficientemente transparente y comprensible por todos los involucrados. La opacidad puede generar incertidumbre en las personas que hacen uso de servicios asociados a las decisiones digitales y los demás sectores afectados ([Sylejmani y Ahmedi, 2025](#)).

En las nuevas tecnologías de la información, la IA destaca en el Sistema Mexicano de Cuidado de Salud, mostrando como logros más relevantes de la IA, los vinculados a su capacidad de minería de datos, que la ha hecho ideal para su articulación dentro de las políticas

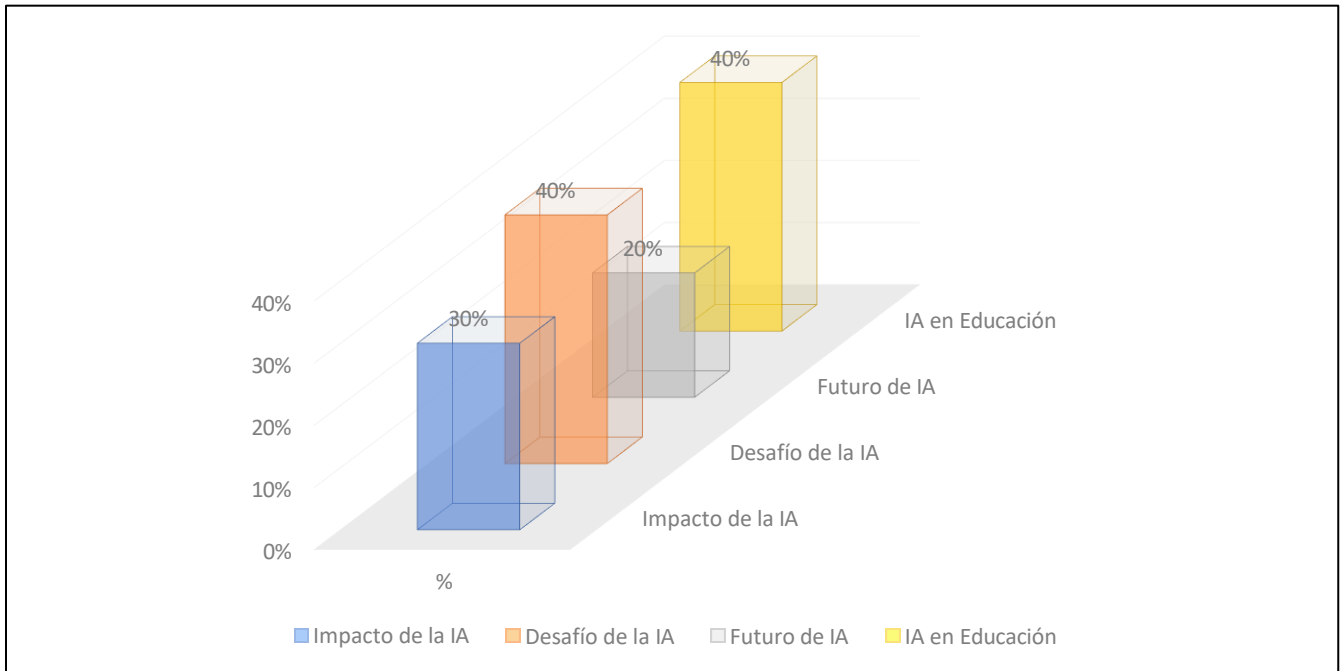


Fig. 1 Presencia de las palabras claves en los documentos de la muestra.

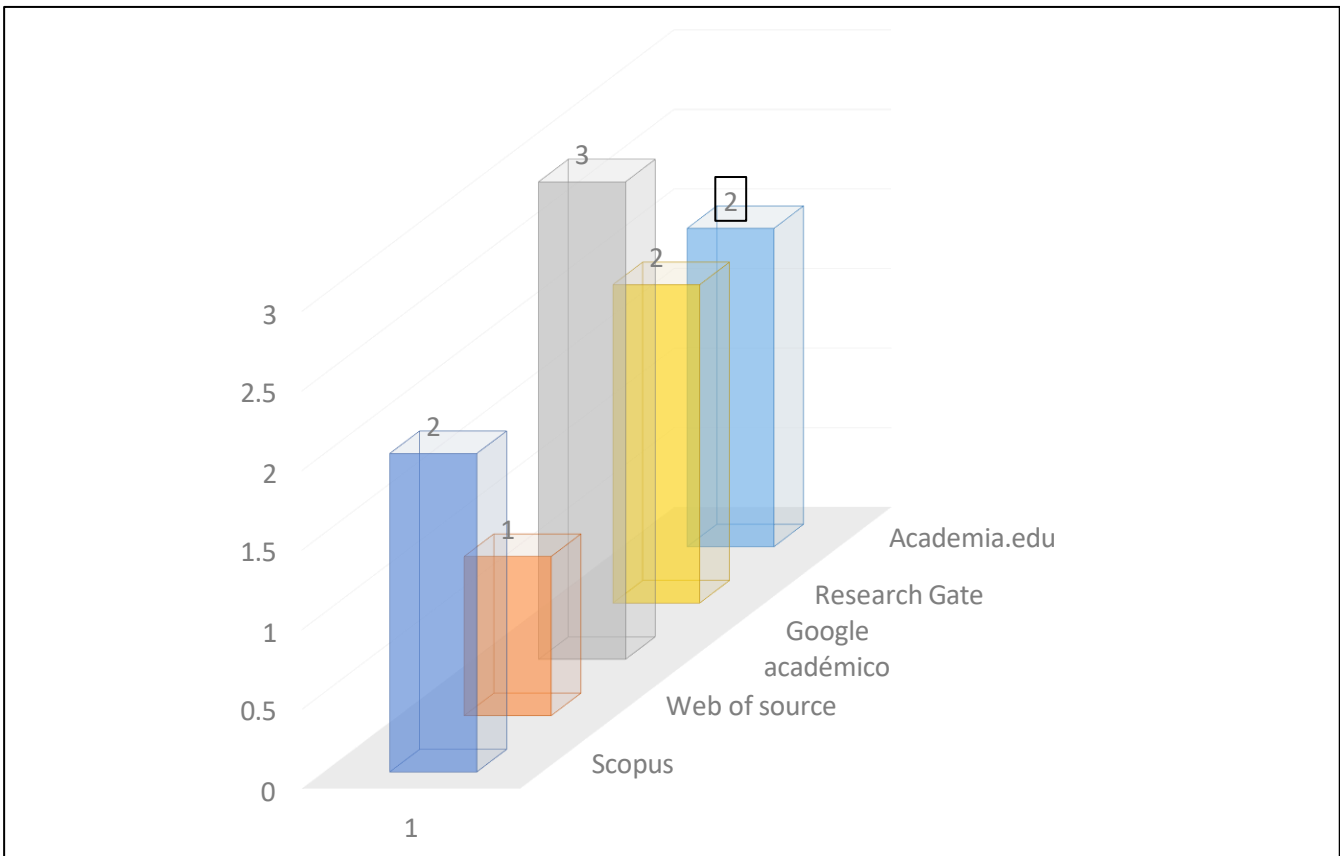


Figura 2. Documentos seleccionados por cada base de datos consultadas.

Tabla 5. Valoración de la calidad metodológica.

Documento	1	2	3	4	5	6	7	Total
001	1	1	1	0	0	0	1	4
002	1	1	0	0	0	0	1	3
003	1	1	1	0	0	0	1	4
004	1	1	1	0	0	0	1	4
005	1	1	1	0	0	0	1	4
006	1	1	0	0	0	0	1	3
007	1	1	1	0	0	0	1	4
008	1	1	1	0	0	0	1	3
009	1	0	1	0	0	0	1	3
010	1	1	1	0	0	0	1	4
								3.6

públicas, específicamente en su cometido de explorar tendencias y patrones emergentes resultado de los datos lo que permitiría proyectar una serie de escenarios para confirmar la efectividad de una medida en escenarios cualitativa y cuantitativamente diferenciados (Fabijanić-Gagro, 2024).

De otro lado, en el sector asegurador y comercio al por menor ha cobrado un avance vertiginoso a nivel nacional e internacional donde la IA creó nuevos paradigmas, eliminó los antiguos, y mejoró el servicio a los clientes (Solunión, 2024). La IA ha permitido automatizar procesos complejos, optimizar la evaluación de riesgos y personalizar las ofertas de productos y servicios considerando las necesidades de cada usuario, incrementando la eficiencia y la fidelización, asimismo, ha facilitado la toma de decisiones basada en grandes volúmenes de datos, siendo más precisa en la atención y la velocidad de respuesta.

En el comercio minorista, la IA ha servido para implementar sistemas inteligentes para la optimización de la cadena de suministro, la gestión de inventarios y la experiencia de compra, integrando soluciones como chatbots entre otros, demostrando el potencial revolucionario que la IA tiene en estas industrias tradicionales al ofrecer accesos inmediatos más útiles y rápidos junto con respuestas altamente precisas a las condiciones del mercado y sus demandas predominantes (Muthmainnah *et al.*, 2024).

Como señalan Hernández y Esquivel (2024), aún existen diferencias notables en el rango de la aplicación de la IA en todo el territorio del país, lo que requiere un trabajo realmente enfocado para resolver cuestiones clave definitivas relacionadas con la eficiencia de la tecnología moderna. Otros inmediatos demandan desarrolladores de

IA capacitados que puedan operar, mantener e implementar sistemas de inteligencia en rápida evolución. México: La historia del desarrollo tecnológico en IA está íntimamente relacionada con los seguros, el comercio minorista y la atención médica, lo que se refleja en las estadísticas federales de México. Los pulsos más convincentes se diferencian directamente de la marca de órgano en la IA que renueva en la medicina, por su capacidad de minería de datos, gracias a su destacado rendimiento.

Sin una base robusta y una formación específica en la comunidad, el arribo de la IA podría resultar escueto, dificultando que México logre aprovechar los beneficios de esta innovación tecnológica. La adopción de la IA en México no solo requiere la aplicación de innovaciones tecnológicas, sino también cambios en el ámbito legislativo que modernicen las condiciones laborales permitiendo la adaptación de los trabajadores a las nuevas tareas que la tecnología está creando. De esta manera, conforme la IA se desarrolla en diferentes áreas, los trabajadores deben ser capaces de transformarse y asumir roles que resultaban imposibles de imaginar.

Asimismo, la formación permanente es el fundamento que permite el triunfo de la integración de la IA al sistema laboral (Dubeldeman *et al.*, 2025). Invertir en programas de educación y capacitación es fundamental, así como dotar a la plantilla de competencias básicas para operar y desarrollar soluciones de IA, como la programación y el análisis de datos, según Aguilar (2024). En consecuencia, desarrollar estas competencias no solo permitirá a los empleados hacer frente a la IA, sino que también se convertirán en activos muy valorados y buscados por las empresas e industrias que desarrollan y utilizan tecnologías de IA.

Sin embargo, el uso de la IA en México enfrenta múltiples vacíos legales y cuestiones éticas que deben ser corregidos antes de que se pueda implementar un uso responsable de la tecnología. [Hernández y Esquivel \(2024\)](#) indican que uno de los mayores obstáculos radica en la protección de los datos personales y el acceso equitativo a la tecnología. La gran cantidad de información recopilada y procesada por sistemas automatizados plantea serias interrogantes sobre la protección de los datos sensibles de los ciudadanos, lo que exige regulaciones más robustas y claras. Es importante que las políticas gubernamentales aseguren que la tecnología no se ofrezca a grupos o regiones seleccionadas para que, en lugar de agravar las divisiones existentes, todos en la sociedad puedan aprovechar lo que la IA tiene para ofrecer y el uso del desarrollo equitativo.

Sobre el análisis de riesgos de la IA, [Chace \(2020\)](#) señaló que autores como Musk y Hawking han hablado sobre los peligros de la IA autosuficiente. Estas amenazas incluyen desde "Deep Fakes" hasta preocupaciones más serias como la seguridad y violaciones de la privacidad. En relación con el tercer objetivo: los peligros potenciales de la IA y su marco legal internacional, se aprendió que el documento destaca cómo el derecho internacional es particularmente crítico para disminuir tales riesgos. La propuesta de la 'Ley de Inteligencia Artificial' de la Unión Europea establece aplicaciones de IA de alto riesgo dentro de límites prohibitivos con usos potencialmente peligrosos como el reconocimiento biométrico remoto ([Comisión Europea, 2021](#)).

Es importante que México adopte regulaciones de este tipo para el avance ético de la IA. Es urgente abordar cuestiones éticas, especialmente en lo que respecta a la privacidad y al sesgo algorítmico, para asegurar que la innovación no infrinja los derechos individuales ([Ahmed, 2024](#); [Sylejmani y Ahmed, 2025](#)).

Tal como señalan [Barrios-Tao et al. \(2020\)](#), es razonable que las regulaciones busquen evitar asfixiar la innovación y, en cambio, busquen lograr un equilibrio entre la regulación y la innovación.

Ahora bien, [Zamora y Mendoza \(2023\)](#) alegan que las instituciones de educación superior han invertido recursos para estar a la par de las nuevas tecnologías, de su implementación y uso, especialmente en IA, que, para los autores, se pone una balanza en la que se debe prestar atención (desafíos vs oportunidades) y que relaciona tanto a docentes como a estudiantes, asimismo, hacen énfasis en que este desarrollo y crecimiento de la IA debe ser regulado a nivel ético.

En ese contexto, en México la IA ha transformado la educación, tal como lo expresan [Cuevas-Villa et al., \(2024\)](#) cuando afirman que ella ha generado cambios específicamente al hablar del desarrollo de competencias y los métodos educativos, permitiendo la personalización de la enseñanza y el aprendizaje. Por otro lado, [Ugalde-Urbe \(2024\)](#) considera que en la educación la IA mejora la gestión escolar, y enfatiza que efectivamente como

también lo plantearon [Cuevas-Villa et al. \(2024\)](#), transforma (o tiene cómo hacerlo) la educación mexicana.

No obstante, esta transformación no está exenta de desafíos, pues [Ugalde-Urbe \(2024\)](#) considera que falta adecuar las infraestructuras tecnológicas, atender la falta de capacitación del personal docente, las consideraciones éticas (privacidad de datos) y la desigualdad en el acceso a las nuevas tecnologías, es decir, estas preocupaciones están en sintonía con las plasmadas por los autores y estudios analizados anteriormente.

Por su parte, [Corona-Nakamura y González-Madriral \(2023\)](#) concuerdan con [Ugalde-Urbe \(2024\)](#) en que la IA plantea retos importantes por la gran cantidad de datos que estas tecnologías manejan, esta vez los autores expresan su preocupación desde el entorno jurídico mexicano, tomando en cuenta las decisiones autónomas y las actividades que se le han asignado (desplazamiento laboral humano) a la IA, convergiendo con varios estudios como el de [Pérez-Pacheco \(2025\)](#) al considerar la creación de límites éticos (regulación) en el proceso judicial.

En ese orden de ideas, [Zazueta-López et al. \(2024\)](#) analizaron los sectores educativo y laboral mexicano y su relación con el avance de la IA, mostrando los desafíos que se presentan en este proceso donde, en el caso educativo, los estudiantes ya no aplican el pensamiento crítico, sino que copian y pegan la información que la IA les facilita, aunque están de acuerdo con otros autores en que la IA automatiza y personaliza los métodos de enseñanza y aprendizaje, muestran su preocupación por las futuras generaciones, en cuanto al tema laboral, sugieren que se implemente la IA.

Finalmente, los resultados indican que la IA ha ido calando en todos los sectores de la sociedad, y los autores concuerdan en que debe ser regulada, sin embargo, se evidenció la falta de investigaciones o estudios que documenten con claridad cómo podría hacerse y qué efectos tendrían a nivel comercial estas regulaciones, puesto que los proveedores o empresas podrían tomar decisiones importantes si la regulación afectara sus ingresos monetarios o el control de sus organizaciones, quedando el uso de IA solo para sectores pudientes o privados.

Limitaciones del estudio

Esta investigación está limitada debido a la ausencia de documentos actualizados que discutan el uso particular de la IA en ciertas partes de México, así como a la falta de documentos más generales sobre el marco regulatorio fuera de la Unión Europea. Haciendo uso de la practicidad y en relación a la capacitación de la fuerza laboral sobre IA, la dependencia de fuentes centradas en la ética reduce fundamentalmente el alcance. Esto expresa que la investigación futura debe centrarse en cómo personificar estos marcos regulatorios a contextos particulares y examinar más a fondo los impactos sociales de la IA en industrias específicas en México.

Implicaciones para Investigaciones Futuras

Los hallazgos evidencian que los estudios futuros deben centrarse en desarrollar políticas para la implementación equitativa de la IA en México, poniendo atención en las dimensiones sociológicas del paradigma de la educación tecnológica en relación con la promoción de una fuerza laboral calificada. En relación a las normas, podría ser de mucho beneficio que los trabajos futuros examinen cómo los marcos internacionales podrían adaptarse a las circunstancias económicas y sociales de los países en desarrollo, como México.

Cumplimiento de la hipótesis

La evolución de la tecnología ha avanzado enormemente con la llegada de la IA, cuya aplicación en varios sectores ha tenido un impacto tanto en la tecnología como en la capacidad de razonamiento de los individuos. De hecho, la IA está redefiniendo industrias y ampliando el potencial humano, desde el avance en la automatización de procesos hasta la ejecución de decisiones complejas. No obstante, hay un desequilibrio crítico dentro de la innovación y el bienestar social debido a preocupaciones éticas y sociales como el desempleo y el sesgo algorítmico.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación fue examinar los límites de la IA y sus consecuencias, desafíos y creciente presencia en varias industrias y en la sociedad, mientras se consideran los problemas éticos y técnicos asociados con su uso. Los hallazgos sugieren que la IA ha tenido un impacto considerable en varios dominios; sin embargo, aún existen brechas que deben abordarse para un desarrollo ético y sostenible.

En ese contexto, es menester mencionar que las empresas generadoras de IA están acelerando su proceso de desarrollo e implementación mucho más rápido que lo que podría el Estado o su órganos regularla, lo que maximiza la preocupación de hasta dónde podrá llegar el uso indiscriminado de estas tecnologías, de si las empresas impedirán su regulación en el futuro o si al regularla ya no ofrecerán los servicios de forma gratuita en algunos sectores, de igual forma, al ver cómo grandes empresarios y actores políticos a nivel global solicitan ese proceso regulatorio, se consolida la idea de que la población general no está ni cerca de saber a lo que se enfrenta, de si será demasiado tarde cuando ya la IA tenga la información y los datos que necesita o de si solo son teorías poco fundamentadas.

Lo cierto es que estas tecnologías están brindando beneficios y oportunidades y nadie puede desaprovecharlas, mientras esas regulaciones llegan, y se disipan las dudas, la paranoia y los temores, no se puede dejar de innovar y de comprobar los desarrollos y las puertas informativas que la IA brinda.

En referencia, un ordenamiento regulatorio más apropiado se hace esencial, una investigación más

profunda en este ámbito que permita dotar a dicho marco de la capacidad de cubrir de forma apropiada las necesidades de la sociedad mexicana.

La mayoría de los países carecen de un trabajo teórico consciente y guiado en función de crear las regulaciones apropiadas, investigar las consecuencias éticas y sociales del despliegue de la IA, así como crear y descubrir los espacios donde el uso de la misma pueda dar lugar a nuevos puestos de trabajo e incrementos de productividad que no afecten la vida de las personas, sino que las mejore.

Fuera de la Unión Europea, los peligros latentes del uso inapropiado de esta tecnología permanecen con una atención escasa, siendo estos países un referente en el tratamiento de las problemáticas que aquí se han planteado. El abordar estas cuestiones es de urgente necesidad.

Referencias

- Aguerre, C., Amunnategui, C., Brathwaite, C., Castaneda, J., Castaño, D., Del Pozo, C., Vargas, J. (2020). *Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe. Ética, Gobernanza y Políticas*. Buenos Aires: CETyS, Universidad de San Andrés.
- Aguilar-Antonio, J.M. (2024). Trayectoria y modelo de gobernanza de las políticas de inteligencia artificial (IA) de los países de América del Norte. *Justicia*, 29-32. [Trayectoria_y_modelo_de_gobernanza_de_la_politica.pdf](#)
- Ahmed, F. (2024). Artificial intelligence (AI) in medical education-A treat to tradition or catalyst for curricular transformation. *Journal of Medical Sciences (Peshawar)*, 32, 294-296.
- Arias, F. G. (2016). *Metodología de la investigación*. Caracas: Princenton.
- Barrios-Tao, H., Díaz-Pérez, V., Guerra, Y. (2020). Subjetividades e inteligencia artificial: desafíos para 'lo humano'. *Veritas*, 81-107.
- Chace, C. (2020). *Sobreviviendo a la IA: La promesa y el peligro de la inteligencia artificial*. Madrid: Un libro de tree CS. https://books.google.com.mx/books/about/Sobreviviendo%20a%20la%20IA:%20La%20promesa%20y%20el%20peligro%20de%20la%20inteligencia%20artificial.viendo_a_la_IA.html?id=H6VIEAAAQBAJ&redir_esc=y
- Comisión Europea (2021). *Reglamento de Inteligencia Artificial*. <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/artificial-intelligence/#:~:text=En%20abril%20de%202021%2C%20la,Comisi%C3%B3n%20y%20los%20Estados%20miembros>
- Corona-Nakamura, L.A., González-Madrugal, J.A. (2023). La perspectiva ética y jurídica de la Inteligencia Artificial en México. *Revista Misión Jurídica*, 16, 199-214. <https://doi.org/10.25058/1794600X.2261>

- Corvalán, J.G. (2019). El impacto de la inteligencia artificial en el trabajo. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, 10, 35-51.
- Cuevas-Villa, R.N., Alcántara-Ramírez, S.M., Martínez-Hernández, B.L. (2024). Transformando la Educación en México: La Inteligencia Artificial como Motor para el desarrollo de competencias. *RILCO DS: Revista de Desarrollo sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*, 6, 1-10.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9527918>
- Dubbeldeman, E., van der Kleij, R.M.J.J., Sprenger, M., Aslam, A.S., Kiefe-de Jong, J.C., Ccrone, M.R. (2025). Determinants influencing the implementation of child abuse and neglect and domestic violence guidelines: A systematic review. *Children and Youth Services Review*, 169, 108110.
<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2024.108110>
- Fabijanić-Gagro, S. (2024). Artificial intelligence in education – current challenges. *Anali Pravnog Fakulteta u Beogradu*, 72.
- Gierhart, A.R. (2024). Generative artificial intelligence and postsecondary education: Rethinking policy and course design. In *Cases on Enhancing P-16 Student Engagement with Digital Technologies*, 31-54.
<https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5633-3.ch002>
- Hernández, P., Esquivel, G. (2024). Desafíos Estratégicos del Tecnológico Nacional de México (TecNM) en el Uso de la Inteligencia Artificial en sus Procesos. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 2350-2380.
<https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.185>
- Jadad, A.R., Moore, R.A., Carroll, D., Jenkinson, C., Reynolds, D.J., Gavaghan, D.J., McQuay, H.J. (1996). Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? *Controlled Clinical Trials*, 1-12.
- Muthmainnah, N.A. (2024). In-depth analysis of artificial intelligence practices: Robot tutors and federated learning approach in English education. *In: Elnagar, A.A., Oliva, D., Balas, V.E. (eds). Artificial Intelligence Using Federated Learning: Fundamentals, Challenges, and Applications*, CRC Press, 16-36.
<https://doi.org/10.1201/9781003482000>
- Ortiz, F. (2023). *Metodología de la investigación - Guía para el proyecto de tesis*. Limusa.
- Pérez-Pacheco, Y. (2025). Regulación de la IA en el proceso judicial: desafíos y oportunidades en América Latina. *Revista Especializada en Investigación Jurídica*, 16.
<https://doi.org/10.20983/reij.2025.1.1>
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Barcelona: Alienta.
- Solunion (2024). De la experimentación a la implementación: la IA en el sector asegurador.
<https://www.solunion.mx/blog/de-la-experimentacion-a-la-implementacion-la-ia-en-el-sector-asegurador/>
- Sylejmani, V., Ahmedi, V. (2025). Exploring the impact of peer-to-peer assessment on student performance and social interaction: Insights from teachers and students in primary education. *International Journal of Education and Practice*, 13, 272-280.
- Ugalde-Uribe, F.S. (2024). Los Retos de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación de México. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8, 2607-2626.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13723
- Yerabuena-Torres, C.F. (2024). Artificial Intelligence Tools Applied to Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18, 155-174.
<https://doi.org/10.3991/ijim.v18i24.50055>
- Zamora-Varela, Y., Mendoza-Encias, M.D. (2023). La inteligencia artificial y el futuro de la educación superior. *Horizontes Pedagógicos*, 25, 1-13.
<https://doi.org/10.33881/0123-8264.hop.25101>
- Zazueta-López, D.E., Morales-Avila, M.C., Romero-Rubio, S.A., Zazueta-López, J.E. (2024). Desafíos y oportunidades de la inteligencia artificial en la educación y en el mercado laboral. *Revista Pares - Ciencias Sociales*, 4, 9-28.
<http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s27188582/9scyngkc6>

Sociedad civil y participación no electoral en Guerrero
Civil society and non-electoral participation in Guerrero
Sociedade civil e participação não eleitoral em Guerrero

Eudocio Téllez-Santiago* ID. 0009-0002-7019-1634
Cristina Abril Moreno-Hernández ID. 0000-0001-9753-7469
Secundino González-Marrero ID. 0009-0000-7473-4275
Marco Antonio Adame-Meza ID. 0009-0001-0513-2796

Instituto Internacional de Estudios Políticos Avanzados “Ignacio Manuel Altamirano” IIEPA-IMA, Av. del Espanto No.50, Fraccionamiento Hornos Insurgentes, 39350. Acapulco, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia 01658@uagro.mx

Recibido: 13/10/2024

Revisado: 20/12/2024

Aprobado: 25/02/2025

Publicado: 29/03/2025

Resumen

El estudio recoge las actitudes y valores que subyacen en la participación política de los ciudadanos guerrerenses. Para la recolección de datos se diseñaron dos cuestionarios: El primero, se aplicó bajo la técnica de grupos focales (GF) a integrantes de asociaciones civiles, socios de cámaras empresariales, colegios de profesionistas, distribuidos en las siete regiones del estado, y otro con preguntas semi estructuradas a investigadores, exfuncionarios electorales y actores políticos relevantes. Se buscó identificar las principales razones que impiden a los ciudadanos apropiarse de sus derechos políticos a plenitud. Los datos obtenidos muestran la existencia de factores, algunos de ellos estructurales, que promueven o inhiben la participación política. La información obtenida permite aportar elementos que pueden contribuir al diseño y elaboración de políticas públicas que fortalezcan a la Cultura Cívica en Guerrero.

Palabras clave: Actitudes, Valores, Participación política, Factores estructurales, política

Abstract

The study explores the attitudes and values that underline the political participation of Guerrero citizens. Two questionnaires were designed to collect data: The first was administered using focus groups (FG) to members of civil society associations, members of business chambers, and professional associations, distributed across the state's seven regions; the second included semi-structured questions to researchers, former electoral officials, and relevant political actors. The study sought to identify the main reasons that prevent citizens from fully exercising their political rights. The data obtained show the existence of factors, some of them structural, that promote or inhibit political participation. The information obtained provides elements that can contribute to the design and development of public policies that strengthen Civic Culture in Guerrero.

Keywords: Attitudes, Values, Political participation, Structural factors, Politics

Resumo

Este estudo examina as atitudes e os valores subjacentes à participação política dos cidadãos em Guerrero. Dois questionários foram elaborados para a coleta de dados: o primeiro, aplicado por meio de grupos focais, foi distribuído a membros de associações civis, câmaras de comércio e associações profissionais nas sete regiões do estado; o segundo, com perguntas semiestruturadas, foi aplicado a pesquisadores, ex-funcionários eleitorais e atores políticos relevantes. O estudo buscou identificar os principais motivos que impedem os cidadãos de exercerem plenamente seus direitos políticos. Os dados obtidos revelam a existência de fatores, alguns deles estruturais, que promovem ou inibem a participação política. As informações coletadas fornecem insights que podem contribuir para a elaboração e o desenvolvimento de políticas públicas que fortaleçam a

cultura cívica em Guerrero.

Palavras-chave: Atitudes, Valores, Participação política, Fatores estruturais, Política

Introducción

Se entiende como sociedad civil a la esfera de las relaciones entre individuos, entre grupos y entre clases sociales que se desarrollan fuera de las relaciones de poder que caracterizan a las instituciones estatales (Bobbio, 2011). Es el ámbito de los conflictos políticos, económicos o sociales, respecto de los cuales el estado tiene la tarea de resolverlos ya sea mediándolos o suprimiéndolos. De la sociedad civil surgen las demandas a las cuales el sistema político está obligado a dar respuesta; o como lo llama Bobbio (2011), “el campo de las varias formas de movilización, de asociación y de organización de las fuerzas sociales que se dirigen hacia la conquista del poder político”. En este marco, la participación política no electoral se refiere a las acciones convencionales o disruptivas de hombres y mujeres, encaminadas a influir en las actitudes de los políticos sobre decisiones que deberán tomar o ya han sido tomadas por alguna autoridad; o bien, su participación en organizaciones, o plataformas de índole política que buscan objetivos colectivos (Anduiza y Bosch, 2012); acción colectiva realizada en (o dirigida hacia) el poder público mediante acciones directas de reclamo, manifestación, y otros tipos de acción directa (INE, 2022) Estas dos dimensiones: sociedad y estado, mantienen una interrelación permanente para hacer posible que los ciudadanos incidan en el sistema político.

En México, de acuerdo con el IFE (2014), la participación política no electoral es baja y que la participación tiene una correlación negativa con el costo de hacerlo. Así, aquellas actividades que no les representan mayor costo y esfuerzo se ven más socorridas.

Por ejemplo, platicar con otras personas sobre temas políticos resultó ser la actividad más común (40%). En cambio, realizar marchas o manifestaciones públicas, tomar o bloquear lugares públicos y realizar huelgas representan el 12%. En relación con estas últimas incidencias, es notorio que en el estudio sobre participación política realizado por encargo del IFE en 2020 los valores seguían siendo los mismos (INE, 2022).

Para contextualizar esta forma de participación en la entidad, se tomó como referente el Informe sobre la Calidad de la Ciudadanía en Guerrero 2017, el cual revela que el 50% de los ciudadanos están dispuestos a organizarse con otras personas para resolver los problemas de su comunidad. Asimismo, un poco más del 28% ven viable participar en marchas o manifestaciones públicas, tomar o bloquear lugares públicos y realizar huelgas. La comparación entre ambos estudios evidencia que las y los guerrerenses expresan niveles más altos de participación y asociatividad en la gestión de asuntos que les afectan, y son proclives a recurrir con mayor frecuencia a participaciones no convencionales que el resto del país.

Contexto

La construcción de ciudadanía implica un cambio cultural que permite empoderar a las y los ciudadanos para

ejercer sus derechos y que sean capaces de participar activamente en la toma de decisiones públicas por la vía democrática. Ciudadanía, en su acepción maximalista es un estatus político con una identidad cívico-política que compromete al sujeto a conocer, involucrarse y estar permanentemente interesado en los asuntos públicos (IFE, 2014), el estado de Derecho y la legalidad son elementos fundamentales para que un ciudadano o ciudadana pueda ejercer sus derechos (INE, 2022). Sin embargo, para que el ciudadano alcance esta condición es necesario que antes genere y desarrolle competencias basadas en educación cívica.

Por mandato constitucional y legal, las instituciones encargadas de impartir la educación cívica en el país son el Instituto Nacional Electoral y los Organismos Públicos Locales Electorales, los que, entre sus fines tienen la facultad de promover la difusión de la educación cívica y la cultura democrática.

La construcción de ciudadanía ha transitado un largo camino. Desde sus inicios, el órgano electoral federal impulsó las actividades de educación cívica. A partir de 1993, se introdujo como eje temático de los programas en la materia el de los valores y prácticas de la democracia, esencialmente, con productos impresos de dos tipos: las colecciones Cuadernos de Divulgación de la Cultura Democrática, Conferencias Magistrales y Ensayos, orientados a públicos políticamente atentos o con formación académica media superior y superior, y los trípticos, polípticos, carteles y folletos de divulgación, encaminados a la población en general.

Años más tarde, el órgano electoral federal puso en marcha el ambicioso Plan de Educación Cívica 2001-2003 con tres grandes programas 1) educación y formación ciudadana en el espacio escolar; 2) formación y educación no formal y participación ciudadana, y 3) información y comunicación. El enfoque adoptado por este Plan es el que ha regido desde entonces, en lo general, los trabajos de educación cívica y formación ciudadana del Instituto, poniendo énfasis en los grupos marginados, urbanos o rurales, de extrema pobreza, con baja escolaridad, indígenas, o personas con discapacidad que, por su condición, puedan ser políticamente vulnerables. En líneas generales, el Plan buscó motivar e incorporar a los sectores organizados, como sindicatos, asociaciones empresariales, colegios de profesionistas, líderes y promotores comunitarios, dirigentes sociales, para incidir en una ciudadanía más consciente y participativa dentro de una cultura democrática. En suma, desarrollar en los adultos competencias cívicas que les permitieran revalorar y mejorar su desempeño ciudadano para generar y desarrollar propuestas de políticas públicas con el propósito de resolver sus problemas comunitarios. De las 42 estrategias del Plan, 18 tuvieron un resultado de regular a malo en su aplicación, debido a factores como los siguientes: baja aceptación de la población destinataria, falta de colaboración de otras instituciones, poca

pertinencia de las acciones para las características de la región y escasa viabilidad (IFE, 2011).

En 2004 a iniciativa de la Comisión de Capacitación Electoral y Educación Cívica, se conformó el Comité Técnico de Especialistas para elaborar el Programa Estratégico de Educación Cívica 2005-2010, tomando en cuenta que, para lograr una democracia profunda y eficaz se requieren cambios en la cultura política de los mexicanos. Desde esta perspectiva, se dio mayor énfasis al enfoque de competencias por sobre las acciones educativas centradas en la divulgación masiva para la transmisión de información, pasando de una atención preponderante a población infantil y juvenil, a la atención de población adulta focalizada en personas en condiciones de marginación; lo que implicó para el IFE el compromiso de asumir que el principal objetivo de los procesos de educación cívica es promover la participación ciudadana en el ámbito público, como vía efectiva para mejorar sus condiciones de vida, hacer válidos sus derechos y dotarlos de competencias (conocimientos, aptitudes y actitudes cívicas) para el ejercicio pleno de su ciudadanía, contribuir a que se interesen y participen en la vida pública; por tanto, considera la importancia de la equidad de género y reconoce la diversidad social con igualdad de oportunidades, en la que el respeto por las diferencias sea la base de las relaciones entre las personas. Estas acciones tienen la orientación hacia un enfoque local, en el que los órganos desconcentrados del Instituto deben desempeñar un papel central.

En ese contexto, el Congreso local expidió en 2008 la Ley Número 684 de Participación Ciudadana del Estado Libre y Soberano de Guerrero y reformada por la Sexagésima Primera Legislatura (LXI) de Guerrero en diciembre de 2016, con el propósito de fomentar, promover, regular, instituir y establecer los instrumentos que permitan la organización y funcionamiento de la participación ciudadana (Téllez-Santiago y Valdez-Méndez, 2020).

La estrategia 2005-2010, buscó promover una concepción de ciudadanía centrada en el reconocimiento y la capacidad de los sujetos para ejercer y exigir sus derechos civiles, políticos, económicos, sociales y culturales. Asimismo, fortalecer el escaso y débil tejido de redes sociales que hicieran posible la vinculación entre ciudadanos y, a la vez, con los espacios de toma de decisiones.

La Estrategia Nacional de Educación Cívica para el Desarrollo de la Cultura Política Democrática en México 2011-2015 (ENEC), es el documento orientador de las

acciones institucionales para el diseño y desarrollo de una política pública de alcance nacional enfocada fundamentalmente a la formación de ciudadanía, cuyo objetivo teleológico es arribar a una democracia de ciudadanía¹, la cual exige, entre otros requisitos, un mayor y mejor conocimiento del funcionamiento y sentido de las instituciones que constituyen un régimen democrático.

La ENEC se integró con tres líneas estratégicas: 1. Impulso de políticas públicas para la construcción de ciudadanía; 2. Generación y socialización de información sobre prácticas y condiciones determinantes para la construcción de ciudadanía; y 3. Educación en y para la participación. De la primera línea estratégica se desprende el programa: Monitoreo ciudadano para la actuación prodemocrática, cuyo objetivo es promover la deliberación efectiva e informada de la sociedad en torno a prácticas políticas y políticas públicas que influyen en la construcción de la ciudadanía y la calidad de la democracia. En este programa se inserta el proyecto Informe País sobre la Calidad de la Ciudadanía en México, documento fundamental que nutre y enriquece a la Estrategia Nacional de Cultura Cívica 2017-2023 y el Informe sobre la Calidad de la Ciudadanía en Guerrero 2017, en los que se aborda el tema objeto de esta dimensión: sociedad civil y participación no electoral, que contempla la participación de las y los ciudadanos allende la jornada electoral.

Objetivo General

Conocer las opiniones y percepciones respecto a las actitudes, valores y participación ciudadana de los guerrerenses, para generar propuestas que contribuyan al diseño de políticas públicas orientadas a fortalecer el ejercicio de la ciudadanía integral.

Objetivos específicos

- Examinar las opiniones y percepciones a partir de la recolección de información en las siete regiones de Guerrero.
- Evaluar la relación entre las percepciones, actitudes y valores con los factores que promueven o inhiben la participación política.

Materiales y métodos

Se transcribió la información recabada de los Grupos Focales (GF) y entrevistas individuales. Como unidad de análisis se eligieron las “líneas” sobre otros criterios como “palabras” o “párrafos”. De las opiniones de los sujetos

¹La democracia de ciudadanía consiste en: 1.-El conjunto de instituciones y procedimientos que definen las reglas y los canales de acceso a las principales posiciones del Estado, el ejercicio del poder estatal y el proceso de toma de decisiones públicas; 2.-Que no haya en el territorio otra organización (formal o no) con poder igual o superior al mismo Estado; 3.-Vigencia del Estado de derecho, y 4.- Las relaciones de poder, entre el Estado y los ciudadanos, los ciudadanos entre sí y entre el Estado, las organizaciones y los ciudadanos, deben estar enmarcadas en el

ejercicio de los derechos políticos, civiles y sociales de tal manera que la imposición de una conducta (imperio del poder) no vulnere esos derechos. *Nuestra Democracia*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, México, FCE-PNUD-OEA, 2010, p. 42. Disponible en: https://www.oas.org/es/sap/docs/nuestra_dem_s.pdf

participantes y de las entrevistas individuales, se subrayaron las expresiones relacionadas con la dimensión sociedad civil y participación no electoral, de acuerdo con el problema de investigación y los objetivos del proyecto. Se crearon las categorías siguiendo los enfoques inductivo-deductivo. Enseguida se asignó un código compuesto de letras a cada categoría (Baptiste, 2001).

Para cada categoría se describió el criterio y enunciado teórico o normativo que lo soporta para garantizar la confiabilidad y validez a la categorización; visualizar la relación de cada categoría con la variable, y poder determinar su nexo causal, temporal o de conjunto-subconjunto, con apego al orden dimensional. Para establecer los criterios de la categorización, se llevó a cabo una revisión del estado del arte, donde se identificaron diecisiete criterios que se jerarquizaron de acuerdo con el orden de los resultados del trabajo de campo (Tabla 1). Así mismo, se ordenaron las categorías recurrentes en dos o más veces, independientemente a la región o tipo de entrevista donde tuvieron efecto, como resultado de la revisión y comparación entre ellas (Tabla 2).

Resultados

Los resultados se describen de acuerdo con el orden de los objetivos. En relación con el objetivo general, es importante enfatizar que se refiere a los valores políticos de los ciudadanos, entendidos como el instrumento mental que permite a los individuos procesar la información y los hechos políticos (Anduiza y Bosch, 2012), en tanto que actitud política es la orientación hacia los objetos políticos, adquirida en los espacios de socialización política como la familia, los grupos a los que pertenecen o el contexto social en el que se desenvuelven.

La información obtenida evidenció que el bagaje de valores democráticos y orientaciones hacia los componentes del sistema político de algunos ciudadanos frente al sistema político, puede ser precario. Cuando uno de los entrevistados mencionó:

“Normalmente la ciudadanía aquí en México, una vez que depositó el voto, cree que hasta ahí termina el proceso”

está expresando el comportamiento de millones de mexicanos que, a lo sumo, ejercen el voto para, enseguida, olvidarse de sus deberes de ciudadanos.

La desafección política, de acuerdo con Dalton (2000), aunado a otros factores, tiene grandes implicaciones para la vigencia, estabilidad del régimen y calidad de la democracia. Así, cuando los ciudadanos no se interesan por los asuntos públicos, los gobernantes no se sienten vigilados, y son más proclives a la maximización del interés privado y a la violación de los derechos humanos.

En contraste, hay otro tipo de ciudadanos que desean participar, pero no tienen los recursos materiales para hacerlo, o lo hacen, de manera irregular sin las condiciones

adecuadas, ya que por razones geográficas o por su nivel escolar no tienen acceso a las herramientas tecnológicas ni conectividad para la comunicación y la información, como lo expresó una ciudadana de la región Montaña:

“todo este trabajo ha sido sin recursos, tal vez se deba a no saber gestionar o al desconocimiento de las reglas objetivas de los programas que vienen para las comunidades... la tecnología nos ha limitado a poder buscar las páginas de los programas que los gobiernos han implantado”

La brecha digital es el reflejo de una condición del desarrollo humano en donde los aspectos socioculturales trascienden a lo tecnológico, en otras palabras, hace evidente la desigualdad social y la ralentización política.

Las citas anteriores, son reflejo de una realidad socioeconómica contrastante que tiene impacto en el comportamiento político y la cultura democrática.

Con respecto al primer objetivo específico, solo en cuatro regiones del estado hubo información relevante en torno de esta dimensión, destacando las entrevistas individuales, seguida de la región Montaña como las que más aportaron testimonios de sus actitudes y percepciones sobre las causas de la participación ciudadana no electoral y las razones del por qué consideran que las personas no participan. En la Tabla 3 se muestran las categorías por región en orden de mayor a menor frecuencia.

En cuanto a la frecuencia, destaca la categoría recurso de grupo y movilización, que está fincado en las relaciones sociales y políticas establecidas por la convivencia en sociedad; aquí se incluyen los contactos con familiares, amigos y en general las asociaciones de diversa naturaleza, los cuales juegan un rol movilizador importante. En el estudio de campo destacan los entrevistados de la Montaña que acusan una incidencia de movilización mayor al resto de ciudadanos del estado por esta variable y en no pocas ocasiones son participaciones disruptivas como la que expresó este entrevistado (habitante de la Montaña):

“Las comunidades sí tienen la capacidad tanto social como política para tratar de influir. ¡Y han influido! Han tenido la necesidad de llegar al grado de realizar marchas, plantones, movilizaciones, bloqueos, cuando no son escuchados”

O esta otra, que forma parte de la vida escolar (entrevista individual):

“Las asociaciones de padres de familia están promovidas desde las escuelas, desde las direcciones escolares para que ayuden a la administración y se encarguen del cobro de las cooperaciones o cuotas escolares, pero son promovidas como una forma de administración... pero al final de cuentas también sirven como bastión político y clientelar porque en muchos casos piden ayuda a líderes políticos para los insumos”

Tabla 1 Categorías y criterios de clasificación. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Criterio
Desafección política	El distanciamiento y desafección del individuo con el sistema político también se vincula con la ausencia de eficacia política externa; es decir, la percepción del ciudadano de que el asunto, objeto de su participación, no será atendido por el gobierno (Dalton, 2000).
Eficacia Política Interna	La percepción del individuo de que es capaz de influir con sus acciones en las decisiones del gobierno (Dalton, 2000; Verba y Nie, 1972).
Características socioeconómicas	Las condiciones de nacimiento y contexto histórico-geográfico sobre el cual no tienen control, determinan factores de pobreza estructural que obstruyen el ejercicio de sus derechos humanos (Saba, 2012).
Contexto político e institucional	Las características del contexto político que proporciona incentivos (política intercultural) para que la gente participe en acciones colectivas afectando a sus expectativas de éxito (Tarrow, 1997).
Recursos de grupo y movilización (6) Redes participación no convencional	La movilización ciudadana promovida desde organizaciones es una respuesta al estímulo del entorno, como la desatención a las demandas planteadas a los distintos niveles de Gobierno (Rosenston y Hansen, 1993). Formas de participación política que no se ajustan a las normas sociales y a los valores dominantes del sistema político (Barnes y Kaase, 1979).
Confianza interpersonal/subcategoría: Participación social y comunitaria	La participación colectiva, como toma de conciencia de la situación y de los problemas, promueve y refuerza los lazos de cooperación, diálogo y negociación que favorecen la construcción de confianza.
Eficacia Política Externa	Se refiere a la percepción de que el sistema político es sensible a sus demandas (Levi y Stoker, 2000).
Aplicación efectiva de la ley	Se refiere a la Ley Número 684 de Participación Ciudadana del Estado Libre y Soberano de Guerrero y reformada por la Sexagésima Primera Legislatura (LXI) de Guerrero en diciembre de 2016, con el propósito de fomentar, promover, regular, instituir y establecer los instrumentos que permitan la organización y funcionamiento de la participación ciudadana.
Instrumentos de participación ciudadana	La Ley de Participación Ciudadana otorga a los guerrerenses amplias facultades para expresar su voluntad, respecto de asuntos de interés general, a través de los instrumentos: Plebiscito, Referéndum, Consulta Ciudadana, Iniciativa Popular para la presentación de proyectos de creación, modificación, derogación o abrogación de leyes, respecto de las materias que sean competencia legislativa, con excepción de las referentes a la materia penal y tributaria o presupuestaria del estado de Guerrero (Ley 684, Art.3).
Interés por la política	La extendida creencia en algunos ciudadanos de que su voto no tiene efectos (INE, 2024) sobre las decisiones políticas, aunado a la falta de secularización política han producido el alejamiento de la práctica política. La actitud proactiva de los ciudadanos hacia el sistema político y sus componentes son relevantes para el desarrollo y consolidación de la democracia.
Foros para el diálogo	Se refiere a realizar reuniones temáticas en las que se privilegie el contacto humano y el desarrollo de diálogos directos y francos entre organizaciones y ciudadanos, grupos académicos, sindicatos, empresas, representantes de los medios impresos y electrónicos, formadores de opinión pública que han defendido agendas públicas específicas, con los representantes de los partidos políticos (INE, 2017).
Ciudadanía integral	Para el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, la ciudadanía integral supone tres tipos de ciudadanía: la política, la civil y la social (PNUD, 2004:26-28).
Desconfianza institucional: Gobierno Partidos políticos	La confianza en las instituciones constituye un buen indicador de la valoración y apoyo que hacen los individuos sobre el funcionamiento de su sistema político (Norris, 2011).
Educación cívica	Se refiere al Proceso formativo que contribuye a la <i>convivencia política</i> y participación democráticas de las y los ciudadanos, mediante el desarrollo de un conjunto de competencias que los hacen conscientes de la importancia del ejercicio de sus derechos fundamentales, el cumplimiento de sus obligaciones ciudadanas y de la participación en los asuntos públicos (IFE, 2011).
Interseccionalidad de género	Es una metodología y agenda de acciones en el ámbito social que se refiere a la discriminación que sufren las mujeres, más allá del género, por factores como la raza y el color de la piel, la casta, la edad, la etnicidad, la clase socioeconómica, la capacidad, la cultura, la localización geográfica y el estatus como indígena. Las desigualdades y obstáculos para el desarrollo económico, profesional y autonomía de las mujeres, no se deben sólo a la estructura económica sino también a la estructura social (Melgar, 2012).
Brecha tecnológica	Se refiere al acceso desigual a las tecnologías de la información y comunicación que impacta en el desarrollo humano y el nivel de vida (Adams, 1969).

Tabla 2 Categorías recurrentes, tipo de entrevista y región. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Frecuencia	Tipo de entrevista	Región
Recursos de grupo y movilización	4	Grupal	Montaña
	1	Grupal	Norte
	1	Individual	n/a
Interseccionalidad de género	2	Grupal	Montaña
Eficacia política interna	2	Individual	n/a
Educación cívica	2	Individual	n/a
Instrumentos de participación ciudadana	2	Individual	n/a

Tabla 3 Categorías por regiones*

Región	Cantidad	Categorías
Entrevistas individuales	14	Instrumentos de participación ciudadana (2) Interés por la política Foros para el diálogo Eficacia Política Interna (2) Ciudadanía integral Desconfianza institucional (Gobierno) Educación cívica (2) Recursos de grupo y movilización
Montaña	10	Recursos de grupo y movilización (4) Confianza interpersonal/ subcategoría: Participación social y comunitaria Eficacia Política Interna Eficacia Política Externa Brecha tecnológica. Interseccionalidad de género (2)
Norte	4	Eficacia Política Interna Características socioeconómicas Recursos de grupo y movilización (Redes) Desconfianza institucional (Partidos)
Costa Chica	1	Contexto Político Institucional
Acapulco	1	Desafección política

*El cuadro resumen muestra las categorías de las regiones que reportaron información en la dimensión sociedad civil y participación no electoral.

La movilización de grupo es especialmente importante en las clases sociales más bajas (Anduiza y Bosch, 2012). Por ende, está más allá de la actitud política del sujeto hacia el sistema, así como de sus recursos individuales o características socioeconómicas. Se trata de una respuesta al estímulo del entorno (Rosenstone y Hansen, 1993).

En relación con el segundo objetivo específico, es sabido que la participación política está ampliamente determinada por el ambiente en el cual los individuos

interactúan (Sani, 2011). Las estructuras de participación más relevantes en los sistemas democráticos, sin duda alguna, están vinculadas a la competencia electoral, sin embargo, las investigaciones sobre el tema de la participación han descubierto ciertas características psicológicas, sociológicas o institucionales que determinan la participación. Identificar estos factores que la condicionan o la promueven es la intención de este objetivo.

Las opiniones y percepciones de los participantes en las entrevistas arrojaron la existencia de valores y actitudes que promueven o inhiben la participación política de los ciudadanos, algunos atribuibles a los individuos y otros al contexto social. Merecen especial atención los factores institucionales, políticos, económicos o culturales que suelen beneficiar, o en su defecto, alterar los costos de la participación, como la estructura de oportunidades políticas (Anduiza y Bosch, 2012).

Las categorías se agruparon en cuatro dimensiones, bajo el criterio de clasificación según estos factores estuvieran relacionados con la participación o no de los ciudadanos, quedando de la siguiente manera:

- Factores que estimulan la participación política imputable a los ciudadanos;
- Factores que inhiben la participación política imputable a los ciudadanos;
- Factores del contexto social que promueven la movilización política; y,
- Factores políticos, económicos, culturales o de contexto institucional que inhiben la participación política.

Los dos primeros recaen en los individuos y el tercero y el cuarto obedecen directa o indirectamente a su entorno social, institucional, político, económico o cultural, que inciden positiva o negativamente en su participación política.

Factores que estimulan la participación política imputable a los ciudadanos

En los factores que estimulan la participación política imputable a los ciudadanos, se encontraron actitudes como el interés por la política, eficacia política interna, confianza interpersonal en su subcategoría participación social y comunitaria (Figura 1).

El interés por la política y la eficacia política interna son dos de los indicadores más utilizados para medir el grado de participación política. El primero atañe a los individuos que buscan estar informados de los asuntos políticos relacionados con el sistema político y sus componentes, lo

que les permite tomar decisiones autónomas; la eficacia política interna se refiere a la percepción de los sujetos de que sus acciones pueden influir en el sistema político. En cuanto a estas categorías, la opinión de varias personas advierte la importancia de esta competencia y cómo han desarrollado la confianza interpersonal, tal como se muestra en las siguientes expresiones (entrevista individual):

“La ciudadanía tiene la capacidad suficiente para organizarse y tratar de influir en la toma de buenas decisiones para el progreso de nuestro estado y país”

“En el caso de las mujeres, nos dimos cuenta de que las propias mujeres se tenían que organizar y buscar la forma de que el Gobierno reaccione para poder respetar parte de los derechos de las mujeres”
(habitante de la montaña).

Para promover y desarrollar estas habilidades, algunos de los entrevistados sugieren la realización de foros para el diálogo democrático, a fin de alcanzar la ciudadanía integral (entrevista individual):

*“El INE debe impulsar una cultura democrática en todos los niveles educativos deben impulsar no solo la lectura, debe ser algo más constante, más permanente”.
“otra propuesta podría ser el debatir las ideas, buscar mecanismos en plazas, en foros públicos, donde se puedan realizar más allá de los clásicos concursos de oratoria”*

Factores que inhiben la participación política atribuible a los ciudadanos

Las condiciones de nacimiento y contexto histórico-geográfico sobre el cual no tienen control, determinan factores de pobreza estructural que obstruyen el ejercicio de sus derechos humanos (Saba, 2012). Igualmente, el estudio mostró factores que inhiben la participación política del individuo, en los que sobresalen la desafección

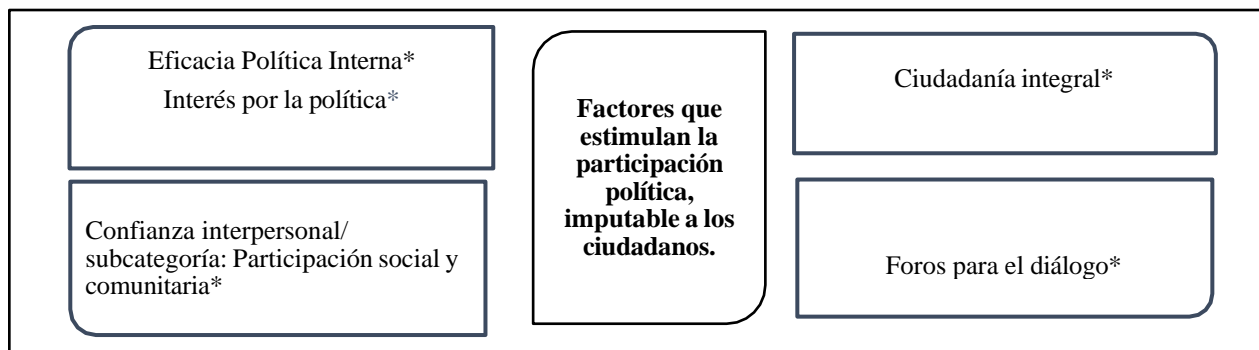


Figura 1. Factores que estimulan la participación política, imputable a los ciudadanos. Fuente: Elaboración propia.

política y las condiciones socioeconómicas. Esta realidad social asume la opinión de uno de los entrevistados:

“los sectores más marginados son a los que menos se les involucra en la política”
(habitante de la región norte)

Factores del contexto social que promueven la movilización política

Las interacciones sociales y políticas de los individuos con otros ciudadanos, y asociaciones cívicas o políticas, juegan un rol relevante al tener efectos movilizadores, ante el estímulo del entorno. En cuanto a los factores derivados del contexto social, el estudio evidencia dos factores, las redes sociales y los recursos de grupo.

En relación con las redes sociales, hoy en día, no se puede concebir la conversación política sin la herramienta tecnológica de la comunicación. De tal manera que los acontecimientos que suceden a miles de kilómetros, podemos tomar nota de ellos en segundos. Las redes sociales, también se han vuelto una eficaz herramienta para la organización política, así lo expresa un entrevistado:

“las redes sociales están más a la mano de la mayoría de los ciudadanos, permiten buscar otros mecanismos de organizarse para poder tener una participación en la vida política”
(habitante de la región Norte)

Por su parte, los recursos de grupo se refieren a las acciones promovidas por organizaciones culturales,

deportivas, religiosas, vecinales, etcétera (factor comentado *supra*).

Factores del contexto institucional, político, económico, cultural que inhiben la participación política.

El sistema de instituciones y prácticas políticas proporciona incentivos para que los individuos participen en acciones colectivas. Sin embargo, suele ocurrir que, cuando los ciudadanos buscan influir en la toma de decisiones, el Gobierno estreche los canales de participación política provocando en la ciudadanía la utilización de estrategias de confrontación radicales, o bien, la renuncia a la movilización pública. Las entrevistas arrojaron en esta dimensión las siguientes categorías: eficacia política externa, contexto político e institucional, aplicación efectiva de la ley, instrumentos de participación ciudadana, desconfianza institucional (Gobierno), desconfianza institucional (partidos políticos), educación cívica, interseccionalidad de género y brecha tecnológica (Figura 2).

Las principales causas que inhiben la participación política de los ciudadanos están relacionadas con el desempeño del sistema, tanto de las instituciones como de los partidos y actores políticos. Ello crea en los individuos la sensación de rechazo y desconfianza hacia las instancias gubernamentales y las organizaciones partidarias, por una parte, y por la otra, a que cuando participan o plantean sus demandas irresueltas utilizan instrumentos no convencionales. El estudio de campo arrojó las siguientes opiniones:

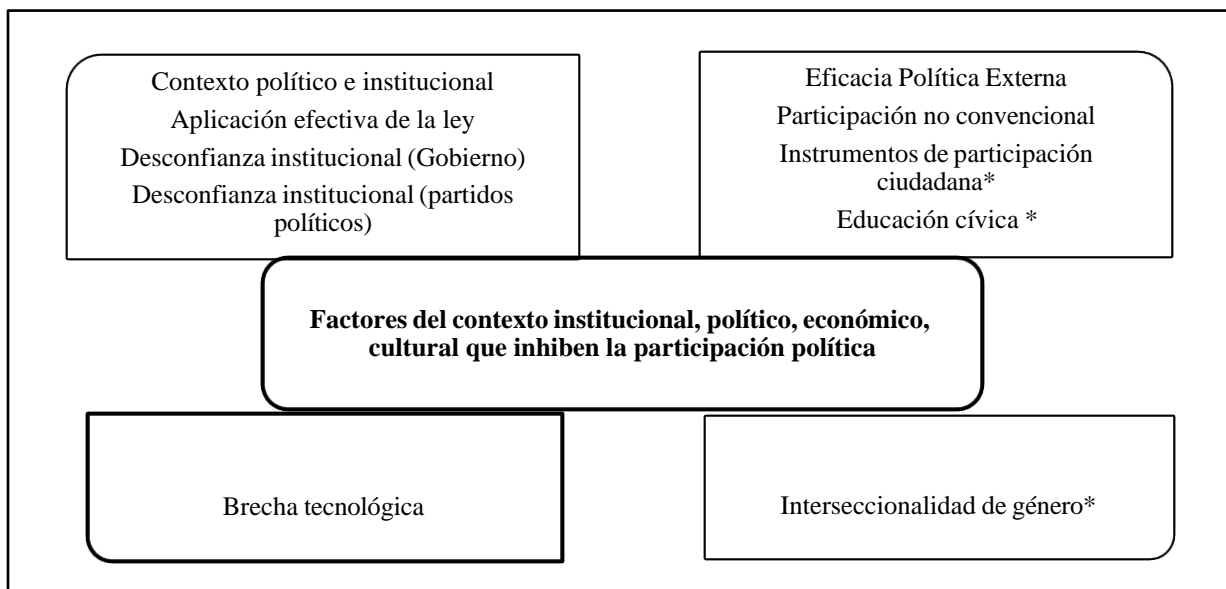


Figura 2. Contextos. Fuente: Elaboración propia.

Desconfianza en el Gobierno:

“si logramos que haya más confianza en las autoridades, como ciudadanía, entonces, todo se va a ir acomodando”
(entrevista individual)

Desconfianza en los partidos:

“El hecho de que haya algunas otras acciones para la participación, y que tengan incidencia, es debido a que no hay credibilidad en los partidos políticos”
(habitante de la región Norte)

Participación no convencional

“Estas acciones de gestión, permiten que el gobierno voltee a ver estas formas de organización”
(habitante de la Montaña)

La Montaña, sin lugar a duda, es la región más atrasada cultural, económica y social de Guerrero, agobiada por la existencia de factores estructurales que impiden su simetría con el resto de las regiones. Dos de estos factores (de ninguna manera los únicos) son la brecha tecnológica (televisión, internet, celulares, etcétera) (ya comentado *supra*) y la discriminación hacia las mujeres. Sobresalen las respuestas de los entrevistados y entrevistadas al respecto:

“organizarse ha sido una dificultad para que las mujeres de las comunidades participen o puedan ser escuchadas por el Gobierno estatal y municipales”
(habitante mujer de la Montaña)

“En la Montaña ha sido muy difícil, pese a que se organizan a través de comisarios o comisarías, regidoras; las mujeres indígenas o las mujeres que no aportamos ciertas cuotas se nos dificulta participar en estas situaciones”

Por otra parte, en las entrevistas individuales surgieron las siguientes opiniones, relacionadas con las acciones institucionales para promover y desarrollar la cultura cívica y divulgar los instrumentos de participación ciudadana:

“Reformar la ley para establecer presupuestos participativos”

“Figuras de la democracia directa. Lo que está haciendo el Gobierno federal ahora, la revocación de mandato, esto va a impulsar la participación ciudadana”

“El sistema educativo en México, y, por lo tanto, en Guerrero, no ha promovido como debe ser la cultura cívica democrática”

Finalmente, con respecto al objetivo específico que se enuncia: *Proponer recomendaciones para el diseño de políticas públicas orientadas al fortalecimiento de la calidad de la ciudadanía en Guerrero*, la información obtenida de las entrevistas grupales (Focus Groups) e individuales para la dimensión: sociedad civil y Participación no Electoral están plenamente sustentadas por las opiniones, actitudes y valores de los entrevistados. En ella se aprecia que la naturaleza de la problemática en torno de la disminuida participación ciudadana pasa por diversos factores con características individuales, contextuales e institucionales que se desglosan enseguida, en la Tabla 4:

Propuestas

La vía para incidir en estas áreas de oportunidad es que el Instituto Electoral y de Participación Ciudadana del Estado de Guerrero busque la coordinación con diversas organizaciones del estado, civiles y partidos políticos, para coadyuvar en el fortalecimiento de la ciudadanía, a través de reforzar las estrategias hasta hoy llevadas a cabo en los programas y proyectos de educación cívica. Para ello, es recomendable que la estrategia sea de mediano y largo plazo, apoyada por el soporte financiero necesario y suficiente, y se bifurque en dos tipos de poblaciones y dos grupos de líneas de acciones: La primera, dirigida a los jóvenes adolescentes de nivel medio superior y superior, y la segunda, enfocada a la población no escolar. Para esta última, se sugiere cambiar el enfoque de no administrarse a población abierta, como lo ha estado haciendo hasta ahora, pues no ha satisfecho las expectativas esperadas, sino a grupos específicos, como asociaciones, organizaciones de la sociedad civil, colegios de profesionistas, en su momento, a los comités y consejos ciudadanos, para poder medir y evaluar todas estas líneas de acciones y conocer el impacto de la efectividad de las

Tabla 4 Características que impactan negativamente en la participación ciudadana. Fuente: Elaboración propia.

Imputables a los individuos	Contextuales
Desafección política	Desconfianza institucional (Gobierno, actores y partidos políticos)
Características socioeconómicas	Eficacia política externa
	Brecha tecnológica
	Discriminación de género

políticas, con un profundo apego al principio rector de equidad de género y a la diversidad social que caracteriza a nuestro estado; en paralelo, formar a capacitadores de cultura cívica (replicadores).

Conclusiones

1. El trabajo de campo reveló que los factores que tienen mayor incidencia en el comportamiento político son los recursos de grupo, es decir, los promovidos por el entorno familiar, los amigos, las redes sociales, las asociaciones a las que pertenecen los individuos, seguido de la percepción del individuo que con sus acciones puede influir en las decisiones públicas.

2. En contraparte, los datos arrojan que los factores con mayor poder de inhibición de la participación ciudadana son la desafección política y las adversas condiciones socioeconómicas por la que atraviesan un nutrido número de guerrerenses. En opinión de uno de los entrevistados, los sectores más marginados son a los que menos se les involucra en la política.

3. Es persistente la desconfianza hacia las esferas del Gobierno por no resolver las demandas planteadas por la población; también hacia los partidos políticos, porque consideran que éstos solo atienden sus propios intereses. Como reacción a la desatención del gobierno utilizan los recursos de la protesta pública organizada, bloqueo de avenidas o cierre de oficinas.

4. De las siete regiones en las que se recabó la información, sobresale la Montaña, por la presencia de factores estructurales que marcan el atraso y la marginación. Los factores detectados son la brecha tecnológica y la discriminación hacia las mujeres. No obstante, ellas han encontrado la manera de organizarse en asociaciones para gestionar sus problemas, aunque tengan que luchar en contra de otras variables culturales, como, por ejemplo, el machismo de los dirigentes hombres.

5. Finalmente, el estudio revela que la ruta de mayor factibilidad para incrementar la participación ciudadana no electoral es que el Instituto Nacional Electoral y el Instituto Electoral y de Participación Ciudadana en Guerrero encabecen los trabajos y la coordinación interinstitucional del sector educativo, sociedad civil organizada y autoridades de los tres órdenes de Gobierno para la implementación de programas intensivos de fomento de valores democráticos, cuyo objetivo teleológico sea la construcción de una ciudadanía integral.

Referencias

Adams, R. (1969). La brecha tecnológica: algunas de sus consecuencias para América Latina. *Foro Internacional*, 10(37), 28-40.

<http://forointernacional.colmex.mx/index.php/fi/article/view/434/424>

Anduiza, E., Bosch, A. (2012). *Comportamiento político y electoral*, Barcelona, Editorial Ariel, segunda edición.

[Comportamiento político y electoral - Eva Anduiza, Agustí Bosch | PlanetadeLibros](#)

Baptiste, I. (2001). Qualitative data analysis: Common phases, strategic differences. *Forum Qualitative Social Research*, 2, 22.

[FQS_2_3_Baptiste_Qualitative-Data-Analysis_-_Common-Phases,-Strategic-Differences.pdf](#)

Barnes, S., Kaase, M. (1979). *Political Action: Mass Participation in Western Democracies*, Beverly Hills, Londres, Sage, 607p.

[Political action : mass participation in five Western democracies : Barnes, Samuel H. \(Samuel Henry\), 1931- : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive](#)

Bobbio, N. (2011). *Diccionario de política, México*, Editorial Siglo XXI, undécima reimpresión.

<https://archive.org/details/fba4b092c26136252f302d99ed56c09b>

Dalton, R.J. (2000). Citizen Attitudes and Political Behavior. *Comparative Political Studies*. 33, 912-940.

IFE (2011). *Estrategia Nacional de Educación Cívica para el Desarrollo de la Cultura Política Democrática en México (ENEC) 2011-2015*.

https://portalanterior.ine.mx/archivos2/s/DECEYEC/EducacionCivica/ENEC_DocRector.pdf

IFE (2014). *Informe País sobre la calidad de la Ciudadanía en México*.

[informe_pais_calidad_ciudadania_ife_final_0.pdf](#)

INE (2017). *Estrategia Nacional de Cultura Cívica 2017-2023 (1.ª ed.)*.

https://www.ine.mx/wp-content/uploads/2019/04/ENCCIVICA_completa.pdf

INE (2022). *Informe País 2020: el curso de la democracia en México. Resumen Ejecutivo*. Instituto Nacional Electoral, México.

[Informe País 2020. El curso de la democracia en México | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo](#)

INE (2024). *Estrategia Nacional de Educación Cívica 2024-2026, Versión Ejecutiva*.

<https://www.ine.mx/wp-content/uploads/2024/07/ENCIVICA-2024-2026-COMPLETA.pdf>

Levi, M., Stoker, L. (2000). Political trust and trustworthiness. *Annual Review of Political Science*, 3(1), 475-507.

<https://doi.org/10.1146/annurev.polisci.3.1.475>

Melgar, L. (2012). Discriminación sobre discriminación: una mirada desde la perspectiva de género. *Suprema Corte de Justicia de la Nación; Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación; Instituto Electoral del Distrito Federal*.

https://www.iecm.mx/www/sites/biblioteca_electronica/ensayos/coleccion_equidad_de_genero_democracia_y_derechos_humanos/coleccion_genero_equidad_genero_democracia_vol_5.pdf

Norris, P. (2011). *Democratic deficit. Critical citizens revisited*. Cambridge Press.

- <https://www.cambridge.org/us/academic/subjects/politics-international-relations/comparative-politics/democratic-deficit-critical-citizens-revisited?format=PB#W7Fe7jIrWi82jhWg.97>
- Rosenstone, S.J., Hansen, J.M. (1993). *Mobilization, participation, and democracy in America*. Nueva York, Macmillan Publishing Company, 333p.
[Mobilization, participation, and democracy in America : Rosenstone, Steven J : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive](#)
- Saba, R. (2012). *Pobreza, derechos y desigualdad estructural*, México, Suprema Corte de Justicia de la Nación.
<https://www.iecm.mx/biblioteca-electronica-del-iecm/pobreza-derechos-y-desigualdad-estructural-vol-3/>
- Tarrow, S.G. (1997). *El poder en movimiento*, Madrid, Alianza editorial.
- Télliez-Santiago, E., Valdez-Méndez, J. (2020). *Cultura Cívica y Construcción de Ciudadanía, Retos impostergables del Instituto Electoral y de Participación Ciudadana de Guerrero*. *In*: Marco A. Adame y Jorge Valdez, et al (Coords), México, Editorial Porrúa-IEPC-UAGro.
http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/4629/CL_54986_20_1_cp.pdf?sequence=1
- Sani, G. (2011). *Participación política*, en Bobbio, Norberto, *Diccionario de política*, México, Editorial siglo XXI, undécima reimpresión.
<https://archive.org/details/fba4b092c26136252f302d99ed56c09b/page/1/mode/2up>
- Verba, S., Nie, N.H. (1972). *Participation in America: Political Democracy and Social Equality*. New York. Harper & Row.
[Participation in America: political democracy and social equality : Verba, Sidney : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive](#)

**Estudio florístico del Centro Regional de Educación Superior Campus Llano Largo
(UAGro) en Acapulco Guerrero, México**

**Floristic study of the Regional Center for Higher Education Campus Llano Largo
(UAGro) in Acapulco Guerrero, Mexico**

**Estudo florístico do Centro Regional de Ensino Superior Campus Llano Largo
(UAGro) em Acapulco, Guerrero, México.**

Donaciano Pérez-Castro^{1*} ID. 0009-0003-8200-4733
Victor A. Cervantes-Urieta¹ ID. 0000-0003-3928-6395
Carlos Lagunas-Salazar¹ ID. 0000-0002-4923-9931
José Ignacio Benítez-Villasana¹ ID. 0009-0004-5188-0842
Gustavo Jesús González-Martínez² ID. 0009-0001-7103-8853

¹Laboratorio de Biotecnología e Impacto Ambiental. Escuela Superior de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Llano Largo. Carretera Cayaco-Puerto Marqués Ejido Llano Largo 56, 57 y 58, 39906, Acapulco, Guerrero, México.

²Escuela Superior de Economía Acapulco Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Llano Largo. Carretera Cayaco- Puerto Marqués Ejido Llano Largo 56, 57 y 58, 39906, Acapulco, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia perezdon2000@hotmail.com

Recibido: 18/10/2024

Revisado: 19/12/2024

Aprobado: 05/02/2025

Publicado: 21/03/2025

Resumen

El registro de la flora asociada a suelos urbanos es un componente esencial para futuros planes y programas de planeación urbana. Asimismo, se aporta información base e histórica sobre la vegetación nativa ante posibles cambios de uso de suelo. El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio florístico en el Centro Regional de Educación Superior campus Llano Largo (UAGro) en Acapulco, utilizando modelos de distancias en cuadrantes centrados. El listado florístico estuvo integrado por 26 especies de plantas vasculares de 14 diferentes familias. Las familias Fabácea, Cucurbitácea y Anacardiácea fueron las más representativas con 7, 4 y 2 especies, respectivamente. Asimismo, más del 50% de las especies pertenecieron al estrato arbóreo y con múltiples usos como aprovechamiento maderable. Este listado contribuye al conocimiento de la flora asociada al Centro Regional de Educación Superior Campus Llano Largo (UAGro) en Acapulco, México.

Palabras clave: Anacardiaceae, Cucurbitaceae, Cucurbitaceae, Plantas vasculares, Vegetación urbana.

Abstract

Recording the flora associated with urban lands is an essential component for future urban planning plans and programs. It also provides baseline and historical information on native vegetation in the event of potential land-use changes. The objective of this study was to carry out a floristic study at the Centro Regional de Educación Superior Campus Llano Largo (UAGro) in Acapulco, using distance models in centered quadrants. The floristic list included 26 species of vascular plants from 14 different families. The Fabaceae, Cucurbitaceae, and Anacardiaceous families were the most representative, with 7, 4, and 2 species, respectively. Furthermore, more than 50% of the species belonged to the tree stratum and were used for multiple purposes, such as timber. This list contributes to the understanding of the flora

associated with the Regional Center for Higher Education, Llano Largo Campus (UAGro), in Acapulco, Mexico.

Keywords: Anacardiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Urban vegetation, Vascular plants.

Resumo

A documentação da flora associada aos solos urbanos é um componente essencial para futuros programas de planejamento urbano. Ela também fornece informações básicas e históricas sobre a vegetação nativa no contexto de potenciais mudanças no uso da terra. O objetivo desta pesquisa foi realizar um estudo florístico no Campus Llano Largo do Centro Regional de Ensino Superior (UAGro) em Acapulco, utilizando modelos de distância de quadrantes centrados. O inventário florístico compreendeu 26 espécies de plantas vasculares de 14 famílias diferentes. As famílias Fabaceae, Cucurbitaceae e Anacardiaceae foram as mais representativas, com 7, 4 e 2 espécies, respectivamente. Além disso, mais de 50% das espécies pertencem ao estrato arbóreo e possuem múltiplos usos, incluindo a extração de madeira. Este inventário contribui para o conhecimento da flora associada ao Campus Llano Largo do Centro Regional de Ensino Superior (UAGro) em Acapulco, México.

Palavras-chave: Anacardiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Plantas vasculares, Vegetação urbana.

Introducción

La flora vascular mexicana se ha estimado entre 25,000 a 30,000 especies, de acuerdo con [Rzedowski \(2006\)](#). Esto es debido a una combinación entre las condiciones biogeográficas y diversidad de climas presentes en el territorio nacional ([Vidal-Zepeda, 2005](#)). La vegetación acuática y subacuática, selvas húmedas y subhúmedas, bosque mesófilo de montaña, chaparral y matorrales de zonas áridas y semiáridas son algunos tipos de vegetación representativa de México ([Rzedowski, 2006](#)). El estado de Guerrero cuenta con aproximadamente 6,000 y 7,000 especies de plantas, misma riqueza que se encuentra asociada por el endemismo de las dos grandes barreras que conforman el Eje volcánico y la Sierra Madre del Sur, mismas que ocupan el cuarto lugar de la diversidad biológica ([Rzedowski, 1992](#)). Trabajos importantes han sido realizados en el estado, por ejemplo, [Carreto-Pérez et al. \(2015\)](#), evaluaron la vegetación de la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, registrando una flora total de 204 especies, tanto arbóreas, arbustivas, herbáceas y otras formas de vida, asimismo, estas especies estuvieron distribuidas en 73 familias, y 163 géneros. Las familias Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae representaron el 41% del total de especies y el 38% de los géneros.

Aunque los servicios ecosistémicos en hábitats naturales bien estructurados han sido documentados ampliamente a lo largo de más de dos décadas por [MEA \(2005\)](#), la reducción de servicios ecosistémicos asociadas con la vegetación urbana ha presentado un reto, debido a la demanda creciente de vivienda e infraestructura para la expansión de zonas urbanas ([Mohammadyari et al., 2023](#)). Estos procesos, implican la eliminación de vegetación natural con severos efectos en la pérdida de servicios de regulación con un menor almacenamiento de carbono y una disminución en la modulación de la actividad de eventos meteorológicos extremos ([Guillen-Cruz et al. 2021](#)). Además, la pérdida del paisaje natural, particularmente el de las áreas vegetadas, ha aumentado la temperatura local ([Oke et al., 2017](#)), induciendo un aumento en los eventos meteorológicos, como las ondas de calor en las ciudades ([IPCC, 2001](#), [Lu et al., 2023](#),

[Camacho-Sandoval et al., 2024](#)). Conocer la diversidad de plantas en zonas urbanas, es de suma relevancia debido a que abona al conocimiento sobre la vegetación existente en estas zonas y ayuda a la toma de decisiones ante los impactos por la pérdida de este recurso.

En el municipio de Acapulco son escasos los estudios de vegetación asociados a zonas urbanas. [Otero y Radilla \(1994\)](#), evaluaron la diversidad y abundancia de la flora existente en la Isla la Roqueta de Acapulco, Guerrero, con un total de 38 familias, la familia Fabácea es la mejor representada con una riqueza de 24 especies. Asimismo, [Otero \(2005\)](#), reportó un total 291 especies arbóreas distribuidas en 13 familias, así como 41 árboles de usos múltiples para el municipio Acapulco de Juárez, Guerrero. Por otro lado, [Alatorre-Cobos et al. \(2009\)](#) registraron un total de 156 especies de plantas medicinales asociadas a jardines domésticos, entre estas se encuentran las familias Anacardiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae y Bixaceae. Con el fin de aportar nuevos registros históricos de flora asociada a suelos urbanos en el municipio de Acapulco, el objetivo de este trabajo fue documentar la flora existente en el Centro Regional de Educación Superior campus Llano Largo de la Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, México.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El municipio de Acapulco de Juárez se localiza al sur del municipio de Chilpancingo de los Bravo (16° 41' 05'' N y 99°30' 00'' W), su extensión territorial es de 1882.6 Km², lo que representa el 2.95% de la superficie total y su litoral posee una longitud de 62 Km correspondiente al 12,3% de la costa guerrerense.

La orografía del municipio se divide en tres tipos de relieve, las zonas accidentadas que abarcan un 40% del territorio son los ubicados al norte, noreste y una pequeña parte del suroeste del municipio. El clima que predomina es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw). Su temperatura media anual presenta variaciones en la zona norte va de los 22 a 26°C, ocasionado por las mayores elevaciones, en la parte sur y oriente la mayoría son partes bajas, tiene de 26 a 28°C (cálido y húmedo). Su

precipitación es variada, tiene un promedio de 1,200 mm y en ciertas partes del municipio se llegan a presentar hasta 2,000 mm (INEGI, 2010). La colecta de especímenes se realizó dentro del Centro Regional de Educación Superior campus Llano Largo de la Universidad Autónoma de Guerrero (Figura 1).

Colecta de material biológico e identificación

Se realizaron muestreos aleatorios mediante el método de punto centro cuadrado. En cada zona de colecta se utilizaron bolsas negras de 90 X 60 cm y tijeras para jardinería. La herborización de las plantas se realizó mediante técnicas convencionales (Lot y Chiang, 1986), utilizando prensas, cámaras, papel corrugado, marcadores, lápices, bitácora, secadora y guantes. La identificación de especies se determinó mediante claves de identificación taxonómica disponibles como Cronquist (1981) y Dahlgren et al. (1985). Adicionalmente, todas las especies y autoridades taxonómicas fueron verificadas en la lista

mundial de plantas vasculares (WCVP, por sus siglas en inglés) (Govaerts, 2024).

Resultados y Discusión

Se recolectaron 110 muestras que incluyen a 26 especies de plantas vasculares pertenecientes a 14 familias. Las familias más representadas fueron las pertenecientes a Fabaceae con 7 especies, Cucurbitaceae con 4 especies de plantas y Anacardiaceae con 2 especies (Figura 2 y Tabla 1). Se registraron 15 especies pertenecieron al estrato arbóreo (e.g. *Amphipterygium adstringens*, *Tamarindus indica* y *Haematoxylum brasiletto*), distribuidas en 9 familias (Anacardiaceae, Annonaceae, Bignoniaceae, Cordiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Moraceae, Myrtaceae, Sterculiaceae). Asimismo, se registraron seis especies del estrato arbustivo (*Rauvolfia tetraphylla*, *Ricinus comunis*, *Bauhinia unguolata*, *Malvaviscus arboreus*, *Waltheria indica* y *Lippia alba*) de las familias Apocynaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae y Verbenaceae.

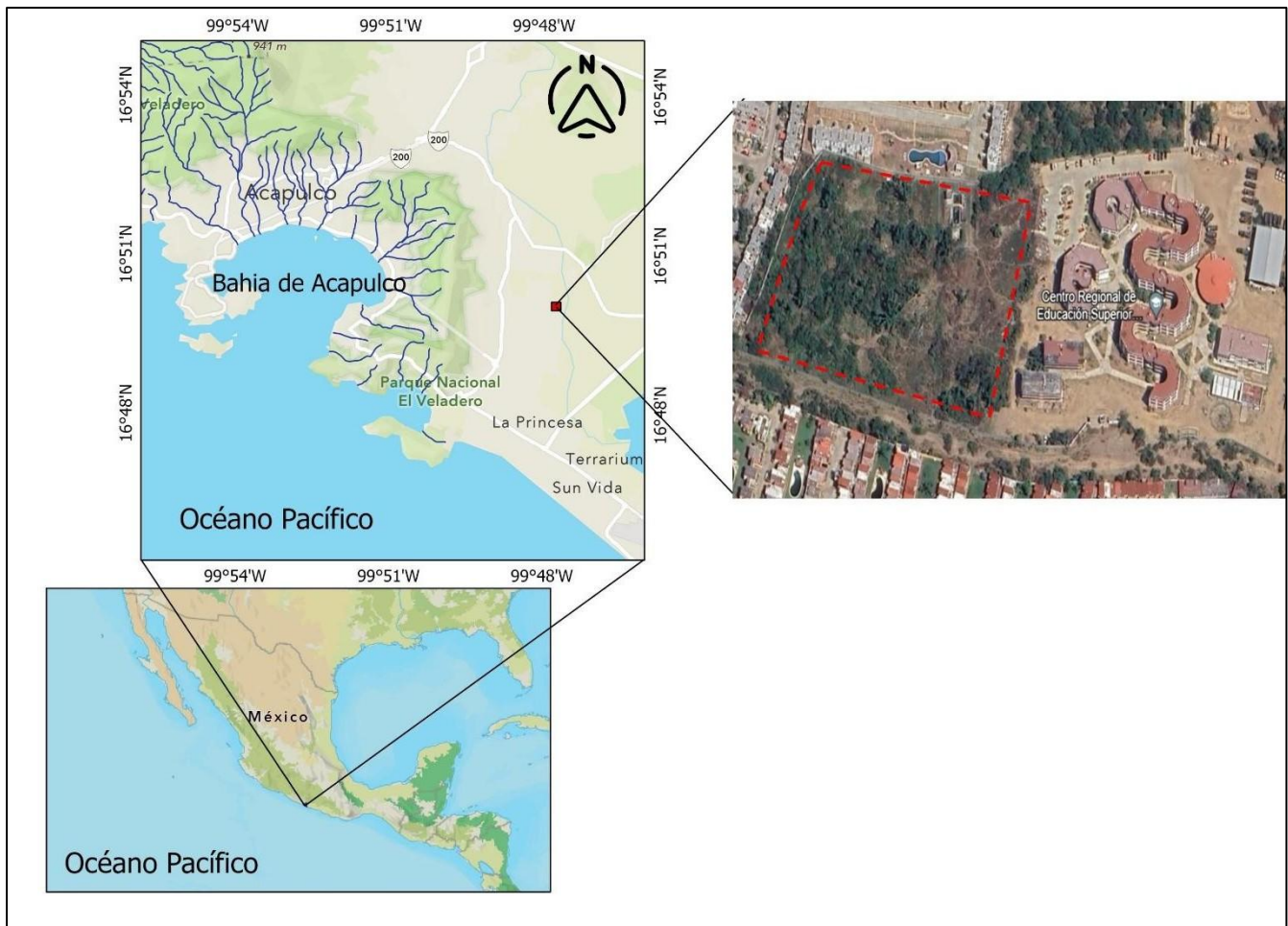


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

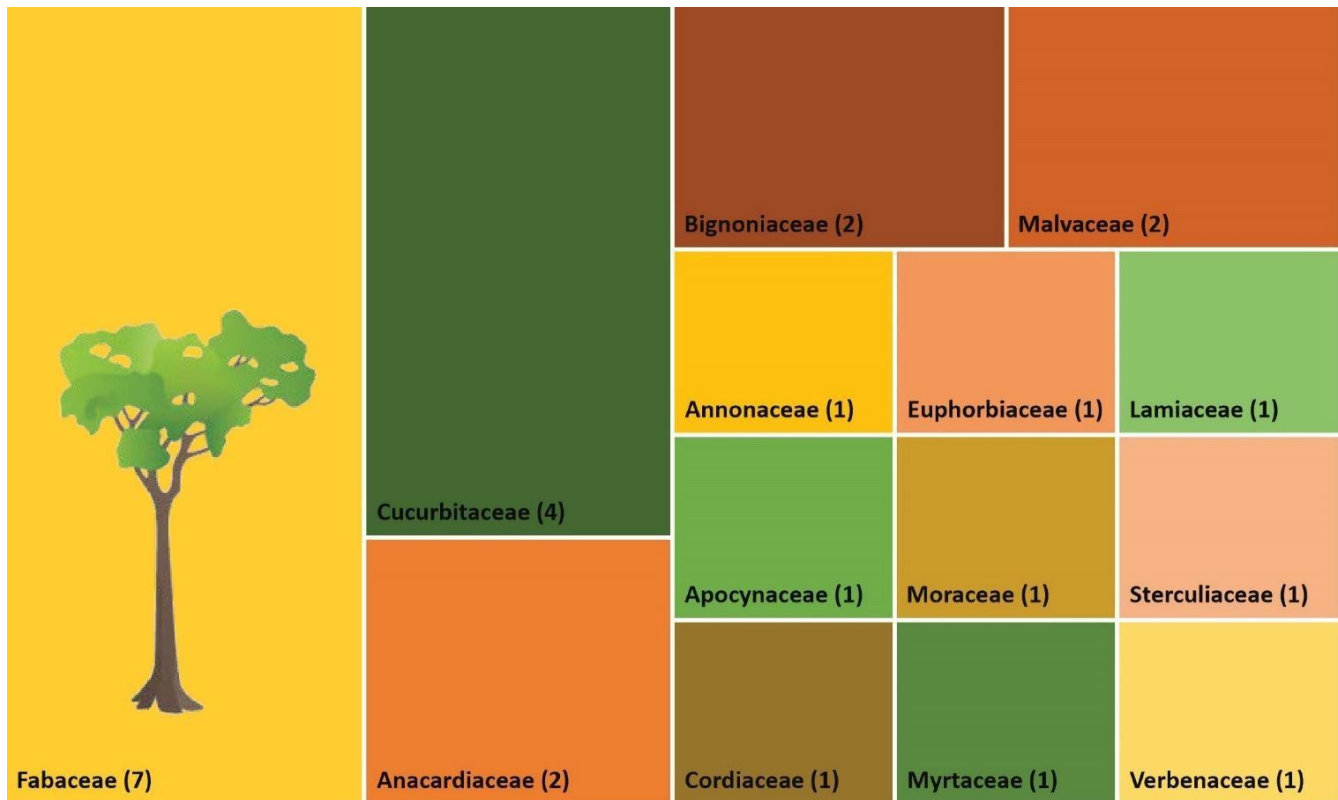


Figura 2. Diversidad de plantas vasculares presentes en el Centro Regional de Educación Superior campus Llano Largo de la Universidad Autónoma de Guerrero, en Acapulco, México. El número en paréntesis indica la riqueza de especies asociada a cada familia.

Tabla 1. Listado florístico del Centro Regional de Educación Superior campus Llano Largo de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Familia	Nombre común
Anacardiaceae	
<i>Mangifera indica</i> L. (1753).	Mango
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Schiede ex Standl. (1923).	Cuachalalate, palo de rosa; cuacha, cuachalalate cuachalala
Annonaceae	
<i>Annona squamosa</i> L. (1753).	Anona, anona asiática, anona blanca, anón, capulín, chirimoya, chirimoyo, saramuyo.
Apocynaceae	
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L. (1753).	Ajillo, chilillo, cinco negritos, coralillo, fruta de víbora, hierba de san pablo, sarna de perro, siete negritos, venenill.
Bignoniaceae	
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC. (1845).	Amapola, maculís, palo de rosa, rosa morada
<i>Crescentica kujete</i> L. (1753).	Ayale, calabazo, ciriam, cirian, kujete, guaje, gusano, güira, güiro, higüero, higüero galión, jicara, jicarillo, jigüero.

Cordiaceae	
<i>Cordia truncatifolia</i> . Bartlett (1907).	Sasanil del cerro, zazanil de cerro
Cucurbitaceae	
<i>Curcubita foetidissima</i> Kunth.	Calabacilla loca, calabacilla amarga, cohombro, Hierba de la víbora, calabaza amargosa
<i>Momordica charantia</i> L. (1753).	melón amargo, caigua amarga, cundeamor chino, ampalea o balsamina
<i>Cucumis sativus</i> L. (1753).	Pepino
<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M. Roem (1846).	Estropajo o paste
Euphorbiaceae	
<i>Ricinus comunis</i> L. (1753)	Palmacristi, ricino, higuierilla, higuera del diablo
Fabaceae	
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth. (1844) multiple.	Guamúchil
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. (1860)	Guanacaste, caro caro, corotú, carita, árbol de las orejas, parota, carito colorado, pashaco creja de negro
<i>Acacia Cornifolia</i> Sweet ex Courtois.	Acacia cornigera, el cuernecillo, árbol del cuerno, cornezuelo, cuerno de toro o cucharilla
<i>Tamarindus indica</i> L. (1753).	Tamarindo
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst.	Palo de Brasil, azulillo o palo tinto
<i>Bauhinia unguolata</i> L. (1753).	Calzoncillo, cola de gallo, escalera de mono, liendra, pata de cabra, pata de cochino, pata de gallo, pata de vaca, pata de venado, pezuña de venado
<i>Trifolium repens</i> L. (1753).	Trébol blanco ladino, trébol ladino
Lamiaceae	
<i>Vitex mollis</i> Kunth. (1818).	Aceitunillo, ahuilote, capulincillo, cerezo, coyotomate, nanche de perro, negrito coyote, negro coyote
Malvaceae	
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Chocho, manzanilla, manzanita de pollo, manzanita, manzanito, monacillo, tulipán, tulipán de monte, tulipancillo, tulipancillo de monte
<i>Waltheria indica</i> L. (1753).	Tapa cola, escobillo blanco, malva, babo de araña
Moraceae	
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Álamo, amate, amate amarillo, amate blanco, amate negro, amate prieto, capulina, capulín, ceiba, chípil, higo, higuierilla, higuierón, mata palo, matapalo, planta de hule
Myrtaceae	

<i>Psidium guajaba</i> L. (1753).	Guayaba
Sterculiaceae	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (1789).	Aquiche, majagua de toro, tablote
Verbenaceae	
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson (1925).	Hierba del burro, hierba del negro, hierba maestra, juanilama, mirto, orozuz, orégano, salve real, salvia morada,

Además, se identificaron cinco especies herbáceas (*Curcubita foetidissima*, *Momordica charantia*, *Cucumis sativus*, *Luffa cylindrica* y *Trifolium repens*) de las familias Cucurbitaceae y Fabaceae (Figura 3). Un total de 14 especies fueron identificadas para usos múltiples (maderables, medicinales, frutales y domésticos), por ejemplo, *Pithecellobium dulce*, *Ricinus comunis*, *Psidium guajaba* y *Tabebuia rosea*, que pertenecen a ocho familias (e.g. Sterculiaceae, Myrtaceae y Malvaceae). Asimismo, se registraron nueve especies con usos medicinales, entre ellas están las especies *Curcubita foetidissima*, *Momordica charantia*, *Vitex mollis* y *Rauvolfia tetraphylla*. Adicionalmente, se reportan dos especies de plantas frutales como *Mangifera indica* y *Tamarindus indica* y *Luffa cylindrica* con fines de uso doméstico (Figura 4).

Estos resultados fueron similares con lo reportado por Gallardo-García *et al.* (2023) quienes documentaron una mayor riqueza de especies para la familia Fabaceae con 34 especies, Malvaceae con 14 Asteraceae con 13, Rubiaceae y Euphorbiaceae con 10 especies para el cerro Peregrino en Acapulco, México. La dominancia de estas familias ha sido registrada por su importancia en los ecosistemas neotropicales (Hughes *et al.*, 2017). Esto también fue confirmado por Carreto-Pérez *et al.* (2015), quienes registraron alta dominancia de las familias Fabaceae Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae, en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero. Asimismo, Otero (2005) registro una riqueza de 291 especies de plantas

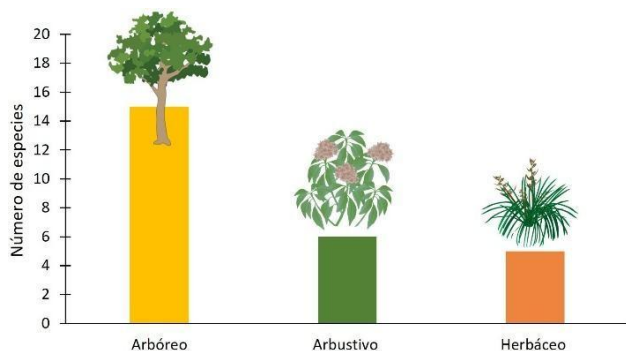


Figura 3. Riqueza de especies por estrato vegetativo.

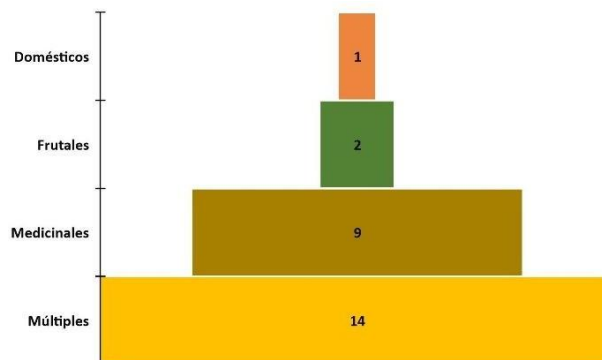


Figura 4. Principales usos de la vegetación del Centro Regional de Educación Superior campus Llano Largo.

arbóreas en diversas zonas de Acapulco, otros resultados también, reportaron un total de 41 especies de usos múltiples. Si bien estos resultados difieren de los nuestros (26 especies), esto se debe principalmente al alcance del estudio. Sin embargo, en esta investigación se puntualiza el estado actual y se crea una línea histórica para estudios florísticos posteriores en zonas urbanas donde la diversidad de especies pudiera ser aún mayor que en entornos naturales (Diamant *et al.*, 2025).

El registro de árboles frutales como *Mangifera indica*, *Tamarindus indica* y *Psidium guajaba* también sugiere independientemente de los servicios ecosistémicos que brindan, la necesidad de implementar planes de agricultura urbana, estos programas contribuyen a satisfacer las necesidades básicas de energía técnica y de alimentos de los habitantes de las zonas urbanas, particularmente de los estratos más pobres de la sociedad (Garzón *et al.*, 2004). Estas especies también fueron reportadas anteriormente por Otero (2005) como usos para la creación de bebidas y alimentos en el municipio de Acapulco, así como el número de especies con uso medicinal en este estudio confirman lo reportado por Otero (2005) y Alatorre-Cobos *et al.* (2009), documentan a *Amphipterygium adstringens*, *Haematoxylum brasiletto*, *Rauvolfia tetraphylla*, *Vitex mollis*, *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce* como potencial uso en la medicina tradicional en Acapulco.

Conclusiones

La altitud, el clima tropical húmedo, y la presencia de selva baja caducifolia, hacen que en estas condiciones exista una mayor diversidad en la zona de humedales como en zonas aledañas al río La Sabana. Aunque estas áreas han sufrido un fuerte impacto ambiental, en la que se destaca el cambio de uso de suelo. El Centro Regional de Educación Superior campus Llano Largo en Acapulco guarda hasta ahora un área con importante vegetación que ayuda en gran medida a mitigar los efectos de las actividades antropogénicas en una zona altamente impactada, por lo que, es recomendable salvaguardar áreas destinadas al soporte vital de los ecosistemas. En este estudio se identificaron 26 especies de plantas vasculares que soportan en gran medida las zonas arboladas del Centro Regional, estas pertenecen a la familia Fabaceae una de las más representativas en el municipio por su amplia distribución e importancia económica (García *et al.*, 2023), este listado aporta información histórica para futuros estudios florísticos en la zona.

Referencias

- Alatorre-Cobos, J., Cano-Carmona, E., Otero-Zaragoza, R. (2009). Catálogo florístico de las plantas medicinales de la selva baja subcaducifolia de Acapulco México. *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses*, 200, 231-288.
- Camacho-Sandoval, T., Magaña, V.O., Ramos, S.L., Gran, J. (2024). La vegetación como reguladora del clima urbano: el caso del Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. *Investigaciones Geográficas*, 114, e60849.
- Carreto-Pérez, B.E., Almazán-Juárez, Á., Sierra-Morales, P., Almazán-Núñez, R.C. (2015). Estudio florístico de la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. *Polibotánica*, 40, 1-27.
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, Nueva York.
- Dahlgren, R.M.T., Clifford H.T., Yeo P.F. (1985). *The Families of the Monocotyledons*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Diamant, E.S., Oswald, K.N., Awoyemi, A.G., Gaston, K.J., MacGregor-Fors, I., Berger-Tal, O., Roll, U. (2025). The importance of biome in shaping urban biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 40, 601-612.
- Gallardo-García, M.C., Herrera-Castro, N.D., López-Soto, M.M. (2023). Estudio florístico y de vegetación del cerro del Peregrino, en los municipios de Acapulco de Juárez y Juan R. Escudero, Guerrero, México. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 12, 22-52.
- Garzón, B., Brañes, N., Abella, M.L., Auad, A. (2004). Vegetación urbana y Hábitat Popular: el caso de San Miguel de Tucumán. *Revista invi*, 18, 21-42.
- Govaerts, R. (2024). *The World Checklist of Vascular Plants (WCVP)*. Royal Botanic Gardens, Kew. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15468/6h8ucr>
- Guillen-Cruz, G., Rodríguez-Sánchez, A.L., Fernández-Luqueño, F., Flores-Rentería, D. (2021). Influence of vegetation type on the ecosystem services provided by urban green areas in an arid zone of northern Mexico. *Urban Forestry & Urban Greening*, 62, 127135.
- Hughes, C.E., Legume Phylogeny Working Group (2017). A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, 66, 44-77.
- INEGI (2010). *Compendio de información geográfica municipal*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- IPCC (2001). *Climate change: impacts, adaptation and vulnerability*, WMO/UNEP, Cambridge.
- Lot, A.F. (1986). *Manual de herbario. Administración y Manejo de Colecciones, Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México, Ciudad de México.
- Lu, L., Fu, P., Dewan, A., Li, Q. (2023). Contrasting determinants of land surface temperature in three megacities: Implications to cool tropical metropolitan regions. *Sustainable Cities and Society*, 92, 104505.
- MEA (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf
- Mohammadyari, F., Zarandian, A., Mirsanjari, M.M., Suziedelyte Visockiene, J., Tumeliene, E. (2023). Modelling Impact of Urban Expansion on Ecosystem Services: A Scenario-Based Approach in a Mixed Natural/Urbanised Landscape. *Land*, 12, 291.
- Oke, T.R., Mills, G., Christen, A. (2017). *Urban Climates*. Cambridge University Press.
- Otero, Z.R. (2005). Árboles nativos de usos múltiples y sistemas agroforestales tradicionales en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero. Tesis Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, 102p.
- Otero, Z.R., Radilla L. (1994). Evaluación de la diversidad y abundancia de la flora de la Isla la Roqueta de Acapulco Gro. México. Tesis profesional Licenciatura de Ecología Marina Universidad de Guerrero, 60p.
- Rzedowski, J. (1992). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Ciencias*, 6, 47-56. <https://doi.org/10.21829/abm14.1991.611>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp. [VegetacionMx_Cont.pdf](#)
- Vidal-Zepeda, R. (2005). *Las regiones climáticas de México*. Colección de Temas Selectos de Geografía de México (1.2. 2). Instituto de Geografía, UNAM, 213p. ISBN 970-32-2394-X.