Retos para el desarrollo territorial: *diferentes reflexiones*

Salvador Villerías Salinas
Guillermo Nochebuena Nochebuena
Benjamín Castillo Elías
Herlinda Gervacio Jiménez
(Coordinadores)

Qartuppi®

Esta obra se edita bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Retos para el desarrollo territorial: *diferentes reflexiones*

Salvador Villerías Salinas
Guillermo Nochebuena Nochebuena
Benjamín Castillo Elías
Herlinda Gervacio Jiménez
(Coordinadores)

Qartuppi®

Esta obra fue sometida a un proceso de revisión por pares bajo la modalidad a doble ciego,
por lo que el dictamen de aceptación cumple con los criterios de evaluación y calidad científica.

Retos para el desarrollo territorial:

diferentes reflexiones

1era. edición, julio 2023

ISBN 978-607-8694-41-9

DOI 10.29410/QTP.23.04

D.R. © 2023. Qartuppi, S. de R.L. de C.V.

Villa Turca 17, Villas del Mediterráneo
Hermosillo, Sonora 83220 México
https://qartuppi.com

Edición: Qartuppi, S. de R.L. de C.V.

Diseño editorial: León Felipe Irigoyen

Contenido

9 **Prólogo**

Salvador Villerías Salinas, Guillermo Nochebuena Nochebuena, Benjamín Castillo Elías y Herlinda Gervacio Jiménez

11 **Presentación**

Salvador Villerías Salinas, Guillermo Nochebuena Nochebuena, Benjamín Castillo Elías y Herlinda Gervacio Jiménez

Parte I: Gestión y planeación urbana

17 **Capítulo I.** Evaluación de la movilidad urbana sustentable. Caso de estudio: Chilpancingo, Guerrero

Edgar Efraín García Vélez

35 **Capítulo II.** Factores de incidencia en la expansión entre 2010 y 2020 de la zona metropolitana de Tianguistenco, Estado de México

Irving Manrique González, Marcela Virginia Santana Juárez y Giovanna Santana Castañeda

51 **Capítulo III.** Índices de vegetación espectrales: bases para la gestión y planeación de las áreas verdes urbanas de Toluca

Rocio Becerril-Piña, Daniela Alejandra Machado Reyes, Carlos Díaz-Delgado y Rogelio Baltazar Ascención

65 **Capítulo IV.** Reflexionemos sobre neopatrimonializar: entender y defender la raíz de la vida desde un enfoque político colaborativo de conservación
Práxedes Muñoz Sánchez

85 **Capítulo V.** Estado de Guerrero: diversificación sectorial y capacidad económica municipal
Armando García de León Loza y Salvador Villerías Salinas

Parte II: Vulnerabilidad agroalimentaria, contaminación y riesgo a la salud

105 **Capítulo VI.** Producción de maíz y vulnerabilidad alimentaria en la región de La Montaña de Guerrero, México
Guillermo Nochebuena Nochebuena y Salvador Villerías Salinas

125 **Capítulo VII.** Análisis de las parcelas cafetaleras con respecto a la zonificación agroecológica del *Coffea arabica* en la Sierra de Atoyac de Álvarez, Guerrero, México
Humberto Antonio González González, Oscar Figueroa Wences y Leticia Bibiano Mendoza

147 **Capítulo VIII.** Hacia la planificación integral de turismo agroalimentario y su aporte al desarrollo territorial en Jiquipilco, México
Leydi Laura López Noyola, Elí Albertina García Soto y Sandra Blas-Yañez

167 **Capítulo IX.** Contaminación atmosférica y salud en la zona metropolitana de la Ciudad de México
Carlos Alberto Ruiz Abad

185 **Capítulo X.** La percepción de la población sobre la utilización de los servicios médicos antes de la pandemia de COVID-19 en el municipio de Toluca, México
Giovanna Santana Castañeda y José Antonio Álvarez Lobato

Parte III: Vulnerabilidad y riesgo socioambiental y educativo

201 **Capítulo XI.** La cartografía de riesgo a inundaciones en Luján (Buenos Aires, Argentina) y su vinculación con la planificación territorial
Noelia Principi y Gustavo D. Buzai

217 **Capítulo XII.** Estrategias de restauración ecológica del manglar para contrarrestar la vulnerabilidad y el riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en la localidad el Carrizal, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México
Benjamín Castillo-Elías, Herlinda Gervacio-Jiménez y José Ángel Vences-Martínez

233 **Capítulo XIII.** Mineral de Angangueo, Michoacán: el desastre que impulsó el Barrio Sustentable Monarca
Alan Castillo Ferraez, Paola Hernández Martínez y Laura Susana López Orozco

251 **Capítulo XIV.** Estudio del grado promedio de escolaridad en México como un aspecto de vulnerabilidad social 2022
Agustín Olmos Cruz

Prólogo

Salvador Villerías Salinas, Guillermo Nochebuena Nochebuena,
Benjamín Castillo Elías y Herlinda Gervacio Jiménez

En la actualidad, el desarrollo territorial es fundamental para generar la construcción de sociedades; esto implica tener previsto el diseño de un ordenamiento del territorio encaminado a la solución de problemas de carácter socioecosistémico, con una visión futurista e inmersa en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

Por ello, la motivación inicial para construir el presente libro fue considerar la compilación de trabajos científicos enfocados en investigaciones sobre el desarrollo territorial. De esta manera, los capítulos se agruparon en tres temáticas principales que determinan cada parte de la obra: (1) gestión y planeación urbana; (2) vulnerabilidad agroalimentaria, contaminación y riesgo a la salud; y (3) vulnerabilidad y riesgo socioambiental y educativo.

La temática de gestión y planeación urbana está centrada en los procesos de movilidad y expansión urbana, así como en los espacios públicos diversificados para contener una sociedad moderna sustentable, que considera una perspectiva socioeconómica, ambiental y política. Por otro lado, la temática de vulnerabilidad agroalimentaria, contaminación y riesgo a la salud se enfoca en el desarrollo territorial y está encaminada a zonas rurales con marginación extrema, con el fin de impulsar proyectos productivos agroalimentarios y ecoturísticos, así como el acceso a la seguridad social y la salud. La tercera temática, vulnerabilidad y riesgo socioambiental y educativo, contempla aspectos de desastres de tipo antrópico y naturales, así como estrategias de mitigación ante posibles riesgos que afecten a la sociedad.

Las diversas temáticas enmarcan la importancia de tener una adecuada planeación del territorio, ante la presencia de factores que atenten contra el desarrollo territorial, donde se contemplen retos y desafíos para proponer y generar instrumentos que coadyuven en el diseño de las políticas

públicas, que permitan la sustentabilidad del territorio mediante un correcto ordenamiento territorial y que haga posible el bienestar humano, en concordancia con el entorno ambiental y una coexistencia pacífica.

El impulso para la redacción de la presente obra provino del 2° Foro de Retos para el Desarrollo Territorial, organizado por la Maestría en Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES-Acapulco) de la Universidad Autónoma de Guerrero, a partir del cual se compilaron los catorce mejores trabajos de investigación planteados por sus ponentes y conferencistas.

En particular, este libro se enfoca en la prospectiva del desarrollo territorial con la presentación de varios estudios de caso de México (Guerrero, Estado de México, Ciudad de México y Michoacán), Argentina (Luján) y España (Murcia). Estos trabajos abordan el reordenamiento territorial con propuestas específicas, que vinculan a las comunidades rurales y urbanas en la solución de problemas.

La implementación de un reordenamiento para lograr el desarrollo territorial con una visión de prospectiva nos plantea un gran reto con sus desafíos complejos; no obstante, es importante destacar que, si no aplicamos la reordenación del territorio, estaremos condenados al fracaso para seguir habitándolo.

Presentación

Salvador Villerías Salinas, Guillermo Nochebuena Nochebuena,
Benjamín Castillo Elías y Herlinda Gervacio Jiménez

Retos para el desarrollo territorial: *diferentes reflexiones*, a través de una serie de investigaciones, permite reflexionar sobre la importancia de analizar diferentes situaciones que posibilitan desarrollar una actitud frente a las problemáticas de carácter socioterritorial y que contribuyan en la construcción de estrategias en el reordenamiento territorial, para darle rumbo en el desarrollo nacional e internacional de manera prospectiva y estratégica.

Los estudios con perspectiva en desarrollo territorial son de gran importancia para las localidades, los municipios, las instituciones, las regiones y los países en general, ya que permiten, a través de estrategias y herramientas territoriales, construir escenarios futuros para el abordaje de aspectos económicos, sociales, políticos, culturales, tecnológicos, ambientales y de salud.

En la presente obra, se muestran estudios de caso que denotan la importancia de realizar ejercicios territoriales engarzados con el desarrollo sustentable, acorde a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, que permitan prepararnos de forma adecuada para repensar de forma global y actuar de manera local.

En este sentido, el desarrollo territorial es una herramienta poderosa para la construcción del desarrollo y crecimiento social de los territorios; a través de la formulación de posibles escenarios y del diseño de planes estratégicos, sirve para articular propuestas de mejora en los planes de desarrollo local, regional, nacional e internacional para lograr el impulso del ordenamiento territorial.

En este contexto, el presente libro se encuentra conformado por tres secciones y catorce capítulos que nos demostrarán, en cada estudio de caso tratado, los diferentes retos y estrategias en la implementación de un correcto desarrollo territorial como proceso de construcción socioterritorial en la mejora del país y otras naciones.

Los cinco primeros capítulos forman parte de la temática de gestión y planeación urbana y han sido escritos por expertos en el tema; el primer capítulo titulado "Evaluación de la movilidad urbana sustentable caso de estudio: Chilpancingo, Guerrero" escrito por Edgar Efraín García Vélez; el segundo capítulo trata sobre los "Factores de incidencia en la expansión entre 2010 y 2020 de la zona metropolitana de Tianguistenco, Estado de México", elaborado por Irving Manrique González, Marcela Virginia Santana Juárez y Giovanna Santana Castañeda; el tercer capítulo denominado "Índices de vegetación espectrales: bases para la gestión y planeación de las áreas verdes urbanas de Toluca" escrito por Rocio Becerril-Piña, Daniela Alejandra Machado Reyes, Carlos Díaz-Delgado y Rogelio Baltazar Ascención.

Asimismo, respecto a la temática de vulnerabilidad agroalimentaria, contaminación y riesgo a la salud, en el libro encotramos una serie de capítulos relacionados con municipios y localidades de la república mexicana, entre ellos, el capítulo seis que se centra en la "Producción de maíz y vulnerabilidad alimentaria en la región de La Montaña de Guerrero, México" de los autores Guillermo Nochebuena Nochebuena y Salvador Villerías Salinas; el séptimo capítulo refiere al "Análisis de las parcelas cafetaleras con respecto a la zonificación agroecológica del *Coffea Arabica* en la Sierra de Atoyac de Álvarez, Guerrero, México" escrito por Humberto Antonio González González, Oscar Figueroa Wences y Leticia Bibiano Mendoza; el octavo capítulo con el título "Hacia la planificación integral de turismo agroalimentario y su aporte al desarrollo territorial en Jiquipilco, México" de los autores Leydi Laura López Noyola, Elí Albertina García Soto y Sandra Blas-Yañez; el noveno capítulo consiste en la "Contaminación atmosférica y salud en la zona metropolitana de la Ciudad de México" del autor Carlos Alberto Ruiz Abad; y por último, el capítulo diez que trata sobre aspectos de "La percepción de la población sobre la utilización de los servicios médicos en el municipio de Toluca, México. Antes de la pandemia de COVID-19" de los autores Giovanna Santana Castañeda y José Antonio Álvarez Lobato.

El libro cierra con la temática de vulnerabilidad y riesgo socioambiental y educación; esta sección está conformada por el capítulo once, que habla sobre "La cartografía de riesgo a inundaciones en Luján (Buenos Aires, Argentina) y su vinculación con la planificación territorial" de los autores

Noelia Pricipi y Gustavo D. Buzai; el capítulo doce, que refiere a las "Estrategias de restauración ecológica del manglar para contrarrestar la vulnerabilidad y riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en la localidad El Carrizal, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México", escrito por Benjamín Castillo-Elías, Herlinda Gervacio-Jiménez y José Ángel Vences-Martínez; el capítulo trece, que habla sobre el "Mineral de Angangueo, Michoacán: el desastre que impulsó el Barrio Sustentable Monarca" de los autores Alan Castillo Ferraez, Paola Hernández Martínez y Laura Susana López Orozco; y, finalmente, el último capítulo referente al "Estudio del grado promedio de escolaridad en México como un aspecto de vulnerabilidad social 2022" del autor Agustín Olmos Cruz.

Parte I:

Gestión y planeación urbana

Capítulo I

Evaluación de la movilidad urbana sustentable. Caso de estudio: Chilpancingo, Guerrero

* *Edgar Efraín García Vélez* [A]

Resumen

El propósito de este estudio es evaluar las características urbanas que afectan la sustentabilidad de la movilidad urbana en Chilpancingo. Se proporciona una breve referencia histórica que explica por qué nuestras ciudades están diseñadas para satisfacer las necesidades vehiculares, desdeñando la movilidad activa. Además, se detallan los argumentos teóricos que abogan por un cambio de paradigma en el diseño urbano, respaldado por los Objetivos de Desarrollo Sustentable 2030. Se establece una relación entre las condiciones para que la movilidad sea considerada sustentable y las características urbanas que puedan ser analizadas desde una macroescala, como la densidad poblacional, la densidad comercial, la densidad de intersecciones viales y la diversidad de uso de suelo. Aunque, en general, la ciudad de Chilpancingo no cuenta con las mejores condiciones para la movilidad, este trabajo propone un método comparativo para identificar las zonas de la ciudad con una movilidad urbana menos sostenible, comprender las razones detrás de esto y proponer alternativas.

Palabras clave: *movilidad urbana, sustentabilidad, diseño urbano*

* Centro de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero

[A] *17254287@uagro.mx*

Introducción

Cualquier actividad social —trabajo, esparcimiento o descanso— requiere un espacio definido para reunir a cierta cantidad de personas: un lugar. La necesidad que tiene cada persona para recorrer la distancia que separa un lugar de otro, dentro de una ciudad, es el concepto fundamental de movilidad urbana.

A mediados del siglo XIX, el progreso del capitalismo industrial trajo consigo una constante expansión territorial en ciertas ciudades, lo cual extendió el perímetro urbano más allá de las condiciones caminables. Esta expansión fue cada vez más en aumento y detonó en la inserción de los vehículos automotores de forma masiva en los años siguientes (Schipper et al., 2020). "Henry Ford logró su objetivo: popularizar el automóvil. No sólo en Estados Unidos, sino también en la mayor parte del mundo. Hecho, que ha transformado la faz de la tierra, así como nuestra manera de pensar" (Espinosa, 2013, p.11).

La producción y exportación de automóviles fue impulsada por gobiernos y particulares debido a que generaba gran cantidad de empleos. En las grandes ciudades del mundo, la movilidad activa —entendida como la capacidad que tienen las personas para desplazarse usando el mismo cuerpo como motor, ya sea caminando, usando bicicleta, entre otras actividades— fue bruscamente desatendida, al disponerse a pavimentar más espacio público para saciar las vastas necesidades vehiculares. Tal es el caso de la ciudad de París, que se jactaba de ser la primera capital de Europa con respaldo total hacia los vehículos: "París había sido pionero en Francia en la eliminación del tranvía del paisaje urbano para no importunar la llegada en tromba del automóvil en abril de 1937" (La Vanguardia, 2006, párr.10).

Por varias décadas, se generó un diseño urbano vehículo-centrista que fue estudiado y planeado exclusivamente por la ingeniería de tránsito. Al no haber voces que contravinieran a sus teorías, la ingeniería generó sus propias certezas científicas.

Jacobs (1961) fue una de las primeras y más críticas figuras de la planeación urbana diseñada en torno a las demandas vehiculares, sostuvo que "los conflictos entre peatones y vehículos en las calles de una ciudad surgen principalmente por la abrumadora cantidad de vehículos, a los que se sacrifican gradual y firmemente las necesidades de los peatones" (p.82).

Siguiendo las diatribas de Jacobs, la sociología, el urbanismo y las ciencias ambientales aportaron análisis teóricos y prácticos, que reclamaban un cambio de paradigma en la forma de diseñar las ciudades. El planificador urbano Jeff Speck (2012) los canalizó en cinco argumentos principales: (1) se propicia un grave daño ambiental al promover la emisión de gases de efecto invernadero, consumir energías fósiles e impedir la recarga de mantos acuíferos al asfaltar las vías públicas; (2) se pone en riesgo a los usuarios más vulnerables ante colisiones vehiculares y delincuencia; (3) al ser las ciudades cada vez más grandes se propicia un mayor número de traslados, los cuales son cada vez más largos; (4) se promueve la desigualdad social al segregar grupos económicos en el territorio urbano; y (5) se realiza un gran esfuerzo económico, tanto por parte del gobierno —al construir y mantener la infraestructura vial— como por parte de las familias —al gastar en autos, gasolina y consumibles—.

Condiciones de la movilidad sustentable

El 25 de septiembre de 2015, en la ciudad de Nueva York, las Naciones Unidas aprobaron la agenda de Objetivos y Metas para el Desarrollo Sustentable (ODS) 2030. Esta agenda consta de 17 objetivos y busca alcanzar de manera equilibrada las tres dimensiones del desarrollo sustentable: económica, social y ambiental, para satisfacer nuestras necesidades sin comprometer las de las generaciones futuras (Organización de las Naciones Unidas, 1987).

Esta investigación establece como punto de partida el ODS 11, que insta a las comunidades a ser inclusivas, seguras, resilientes y sustentables. Específicamente, se resalta la segunda meta del objetivo, en donde se establece que se necesita:

> proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sustentables para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad. (Naciones Unidas, 2018, p.51)

Tomando en cuenta los conceptos del *Informe Mundial sobre Asentamientos Humanos* (ONU-Habitat, 2013), y de acuerdo con la definición de la meta recién planteada, para garantizar una movilidad urbana sustentable, se necesita proveer el sistema de transportes con las siguientes cuatro dimensiones:

- *Seguro*. La seguridad se debe brindar en dos sentidos; el primero referido a la integridad física de los usuarios, ya que los accidentes de tráfico son la novena causa de muerte en el mundo, y es atribuible a la gran cantidad de vehículos, falta de espacios y deficiente aplicación de normativas de seguridad vial; el segundo referido a la protección contra el delito, ya que los riesgos y el miedo al delito (principalmente en el transporte público) se han disparado a nivel mundial en las últimas décadas.
- *Asequible*. Se refiere a la dimensión económica del desarrollo; se cuestiona hasta qué punto el costo del viaje supone un sacrificio monetario para un individuo o una familia a la hora de desplazarse, o en qué grado pueden permitirse hacerlo cuando lo desean.
- *Accesible*. Describe la facilidad con la que los pasajeros pueden utilizar el transporte público, centrando su interés en los colectivos sociales más vulnerables y desfavorecidos como las mujeres, las minorías étnicas, las personas mayores, las personas con discapacidad y los niños.
- *Sustentable*. El aumento de la motorización, causado por la despreocupación hacia el cuidado al medioambiente en la movilidad actual, es uno de los principales causantes de las emisiones de gases de efecto invernadero, que constituye el principal actor del cambio climático.

No existe un formato preestructurado y aplicable para cualquier ciudad, encaminado a garantizar que la movilidad urbana sea más segura, asequible, accesible y amigable con el medio ambiente. La idiosincrasia y las costumbres, la legislación local y el acceso a recurso económico, así como la orografía y el clima, son específicos en cada región e influyen de manera diferente a las dinámicas sociales de las ciudades. No obstante, nos podríamos referir a atributos generales del territorio urbano que brindan las condiciones para que una movilidad se considere sustentable.

A partir de la década de los 90, se realizaron grandes aportes teóricos y se construyeron instrumentos para identificar y medir el nivel de movilidad activa que había en los barrios. Se acuñó el concepto de *peatonabilidad*, que buscaba promover la actividad física a través de desplazamiento a pie, con intenciones productivas o recreativas (Lee & Dean, 2018). Se propusieron innovar en usos y valores para crear lazos, oportunidades y posibilidades con los lugares, más que solo el franqueo de distancias. También se planteó analizar las virtudes y carencias del sistema de transporte y fusionarlo con el surgimiento de nuevos medios y, de esta manera, lograr un mestizaje modal según las necesidades de cada lugar (Amar, 2011).

Y es así como algunos autores (Delclòs-Alió & Miralles-Guasch, 2018; Frank et al., 2009; Peiravian et al., 2014) han abordado la medición de la movilidad activa y su interacción con el entorno urbano, quienes han tratado de estudiar el comportamiento de las personas y encontrar la manera más efectiva en que su entorno pueda inducir desplazamientos no motorizados.

La metodología que han utilizado estos autores, aunque está enfocada en diversos temas de interés, coinciden en analizar las características del entorno desde una perspectiva totalizadora. Además, concuerdan en lo general, en elementos de estudio similares, que están relacionados con la vivienda, el comercio, la accesibilidad y el uso de suelo. En este sentido, estudiando estas cuatro características urbanas, se finca el desarrollo de la metodología.

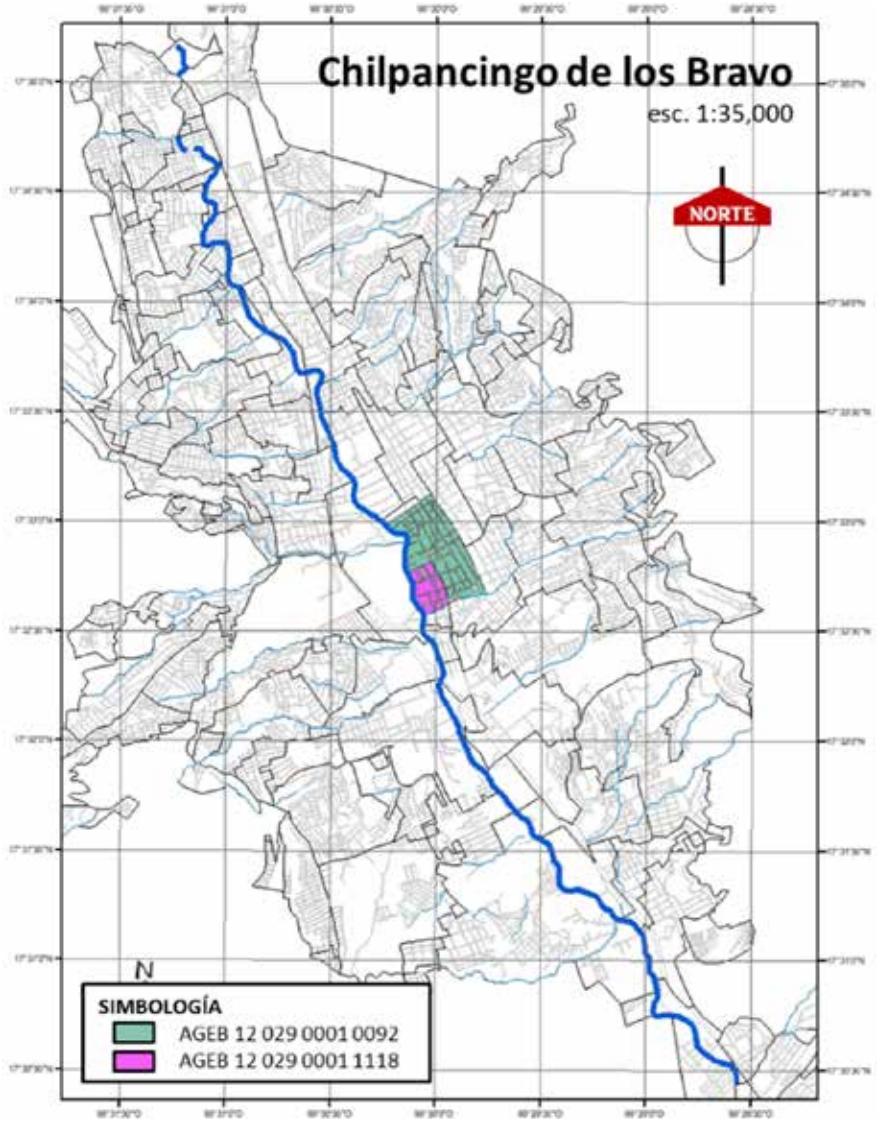
Metodología

Contexto de la movilidad en Chilpancingo

La ciudad de Chilpancingo de los Bravo (Figura 1) cuenta con más de 36 kilómetros cuadrados de trazo. Está conurbada al sur con la localidad de Petaquillas y próximamente al norte con la de Zumpango del Río, municipio de Eduardo Neri. Chilpancingo cuenta con el poder político de Guerrero, es la principal fuerza académica del estado y es el principal centro comercial de la región. Alberga aproximadamente 300 000 personas y fue testigo de hechos relevantes para la consecución de la independencia mexicana.

Figura 1

AGEB que comprenden el área de estudio



En las últimas décadas, Chilpancingo ha protagonizado el aumento poblacional más intenso en su historia. Una de las razones es la migración desde otras localidades del estado de Guerrero (y se han quedado a radicar) a la ciudad capital, al encontrar mayor oferta de empleos, comercio y educación.

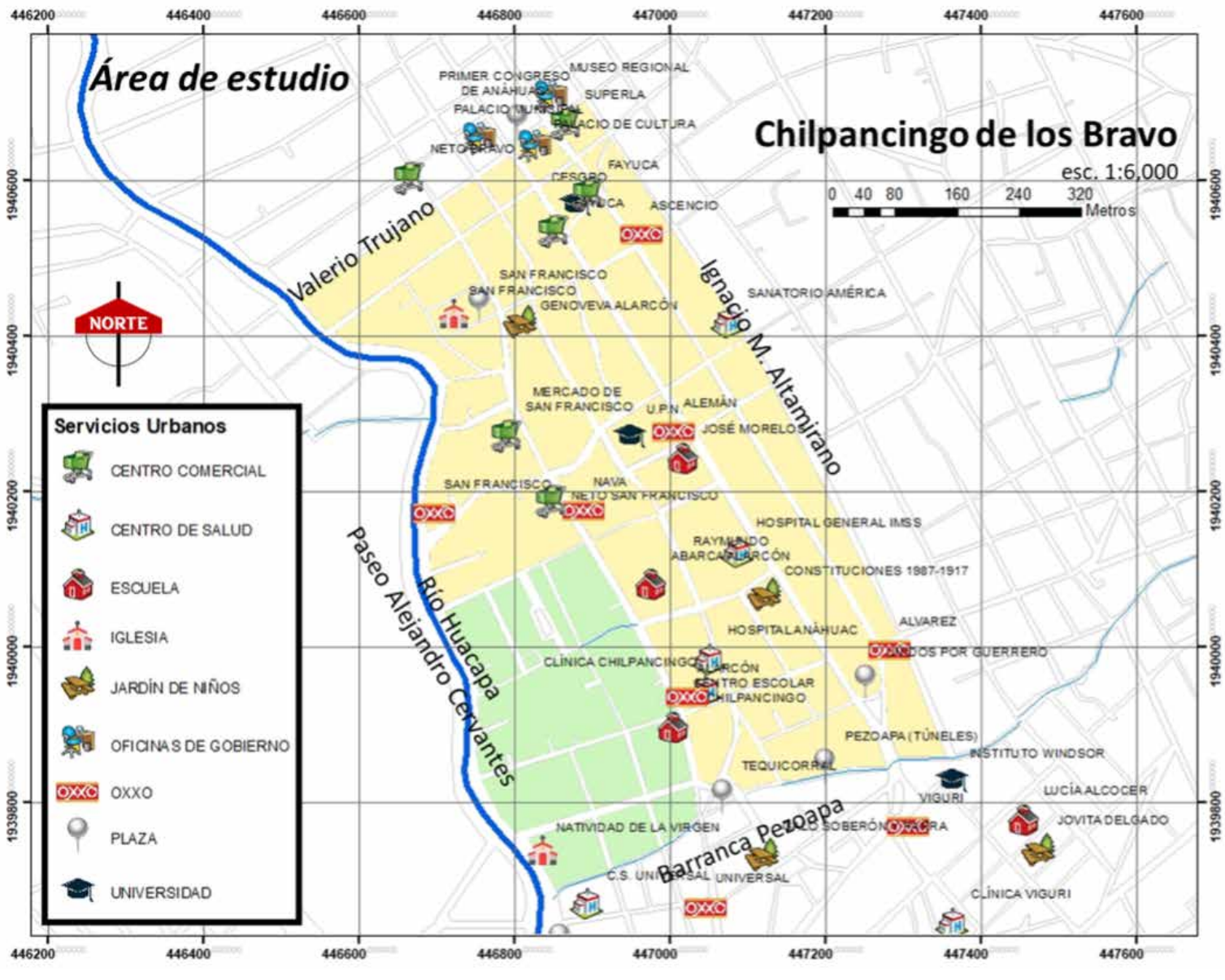
Como consecuencia, la zona urbana ha tenido un crecimiento aún más agudo. Según el índice básico de ciudades prósperas, el indicador que mide la expansión urbana es extremadamente inadecuado para Chilpancingo. El índice muestra que, en los últimos 35 años, el ritmo de crecimiento del área urbana superó el ritmo de crecimiento de la población, lo que refleja un crecimiento territorial extremadamente expansivo (ONU-Habitat, 2018).

Características urbanas a macroescala

Con el fin de evaluar las condiciones de movilidad en la ciudad, se analizaron las características urbanas de manera macroescalar, es decir, que se contempla la integridad del conjunto a través de una visión totalizadora del territorio. Se delimitó el área de estudio que va desde la calle Valerio Trujano en su límite norte hasta la barranca de Pezoapa en su límite sur, y desde la calle Ignacio M. Altamirano en su límite oriente hasta el paseo Alejandro Cervantes Delgado, mayormente conocido como la avenida del Río Huacapa (Figura 2).

Figura 2

Calles que delimitan el área de estudio



Como se desea conocer las condiciones de la movilidad urbana, y la movilidad se da en las calles, se determinó como unidad espacial básica de estudio las cuadras que componen las calles en sus límites del área preestablecida. De esta manera, y con la ayuda de un sistema de información geográfica, se ubicó el nivel de sustentabilidad de la movilidad que brindan las características urbanas que, para este ejercicio, se designó como índice general. Se calcularon cinco características urbanas: densidad poblacional, densidad comercial, densidad de intersecciones viales, diversidad de uso de suelo e índice general de la movilidad urbana sustentable.

Densidad poblacional

Para que una zona de la ciudad tenga una mejor movilidad, se prefiere un alto número de personas viviendo en un área determinada, así los recorridos cotidianos serán más cortos. Esto indica una menor dependencia del automóvil y cierta factibilidad de uso de medios activos. Asimismo, hace que los espacios públicos sean más habitables, seguros, sociables y con cultura (Cervero & Kockelman, 1997).

Con el fin de obtener el índice de densidad poblacional que corresponde a cada cuadra, se promedió la densidad poblacional de las dos manzanas con las cuales converge. Para calcular la densidad de cada manzana, se dividió el número de habitantes sobre la superficie de cada manzana del área, datos que fueron extraídos del Inventario Nacional de Viviendas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2016).

Densidad comercial

Cuanto mayor sea la densidad comercial, más necesidades de las personas podrán satisfacerse dentro de un área menor, animándolas a caminar en lugar de conducir a lugares distantes. Además, las urbanizaciones con un alto número de locales comerciales propician banquetas y plazas públicas con mejor actividad peatonal, que son muestra de más vitalidad urbana, baja delincuencia y deseabilidad para vivir en la zona (Delclòs-Alió et al., 2019). El índice de densidad comercial es el resultado de la relación entre el número de cortinas comerciales que se contabilizaron a nivel de calle y 80 metros, que es la longitud ideal de cuadra propuesta para este ejercicio.

Densidad de intersecciones viales

Un mayor número de intersecciones viales es equivalente a que el tamaño de la cuadra sea menor, lo que implicaría una mayor accesibilidad y conectividad urbana al proveer de trayectos origen-destino más fluidos y directos. Al mismo tiempo, si las intersecciones están más cerca unas de otras, hacen que la velocidad de tránsito de los medios motorizados no pueda ser alta, lo que disminuye la probabilidad de colisiones.

Muchos de los autores actuales exponen su enfoque de estudio en la densidad de intersecciones, proponiendo factores de equivalencia de contacto de acuerdo con el número de vías por nodo. Sin embargo, Jacobs (1961) centró su interés en el tamaño de las cuadras: "La mayoría de los bloques deben ser cortos; es decir, las calles y las oportunidades para dar vuelta en las esquinas deben ser frecuentes (…) evitando la monotonía visual y homogeneidad" (p.211).

La ciudad norteamericana de Portland ha sido considerada internacionalmente por su liderazgo en la gestión urbana (Song & Knaap, 2004). En esta ciudad, se establecieron planes de desarrollo donde se instituye vigorosamente que la longitud de las cuadras debe de ser de 264 pies (80.5 m), longitud que se consideró como ideal para este índice.

Se desea que el índice de densidad de intersecciones viales sea mejor evaluado cuando se encuentre más cercano a los 80 m, y peor evaluado mientras más se vaya alejando de este, independientemente si son mayor o menor de 80. Así que se calculó como el negativo del número absoluto, de la diferencia entre 80 y la longitud de cada cuadra.

Diversidad de uso de suelo

El uso del suelo de grandes zonas de la ciudad con un solo propósito puede inducir a la fragmentación y segregación urbana, como ejemplo, los fraccionamientos habitacionales. En contracara, se prefiere eliminar las barreras de zonificación y adoptar usos múltiples compatibles para mejorar la accesibilidad a servicios, comercios y negocios, atenuando la demanda general de transporte. De ser posible, el uso mixto del suelo se debe dar en un mismo predio, ya que se prefieren edificios que cuenten con comercio en la planta baja, con oficinas en la primera planta y con vivienda en los pisos superiores.

Se calculó el índice de diversidad de uso de suelo estableciendo el grado de heterogeneidad que se tiene entre los índices de densidad poblacional y comercial. Se aplicó la fórmula de entropía, originalmente definida en la teoría de información por Claude Shannon (1948): $iE = -\frac{\sum_{j=1}^{n}(u_j \times \ln u_j)}{\ln n}$, donde u_j es el índice estandarizado de cada una de las densidades, y *n* es el número de tipos de usos de suelo contemplado, que en este caso es 2. El valor 1 indica cuadras más balanceadas entre los índices y los valores menores tienden a ser más homogéneos.

Índice general de la movilidad urbana sustentable

Para conocer el índice general de cada cuadra fue preciso considerar la evaluación particular de las características. Sin embargo, las características evaluadas utilizaron unidades de medidas específicas para cada una. De acuerdo con investigaciones previas (Frank et al., 2005), se decidió realizar una distribución estandarizada de los datos: la media aritmética equivale a 0 y la desviación estándar a 1, de tal forma que cada medida esté expresada en función de esta tendencia central. La estandarización es una herramienta estadística para tener certeza de la uniformidad de la información, ajustando los valores originales dentro de una misma escala. Para cada característica se realizaron los siguientes pasos:

1. Se obtiene la media aritmética: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$, donde x_i representa cada dato y *N* representa el número total de datos.
2. Se obtiene la desviación estándar mediante la siguiente expresión: $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}$, donde x_i representa cada dato, y *N* representa el número total de datos.
3. Una vez obtenidos la media y la desviación estándar, se llevó a cabo el escalamiento de los datos, a través de la forma que $Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$. Con esta nueva escala, los datos que se encuentren más alejados de tres desviaciones estándares, estarán representados por un valor Z_i de -3 o +3, para el caso que esté por debajo o por encima de la media, respectivamente. Con lo anterior, se logra que un solo evento extraordinario no saque de proporción toda la muestra.

Una vez que los datos de cada característica han sido estandarizados, se obtiene el índice general de movilidad urbana sustentable (IG), mediante un modelo sumativo de las características individuales para cada cuadra: $IG_i = iDP_i + iDC_i + iDIV_i + iDUS_i.$

Resultados

Para valorar y ubicar las zonas de la ciudad, en las cuales la movilidad urbana cuenta con un mayor y un menor grado de sustentabilidad, se debe analizar el comportamiento de cada característica por separado y, posteriormente, integrarlas en una evaluación general.

Densidad poblacional

En términos generales, la densidad poblacional en Chilpancingo es baja. No es una ciudad abanderada por grandes edificios residenciales. Aun así, esta metodología nos permitió evaluar las calles a través de la comparación con los demás datos del área de estudio.

Contrario a lo que se podría suponer, los índices mostraron que las zonas mejor evaluadas no son aquellas que se encuentran cerca del centro, sino al poniente del área de estudio. Esto puede ser porque en los años noventa —antes del encauzamiento del río Huacapa—, los lotes de estas calles eran poco deseadas por su cercanía con este, su inaccesibilidad vehicular y la falta de servicios públicos. Se podría suponer que eran zonas con mayor pobreza y que su hacinamiento ha llegado hasta el día de hoy.

Densidad comercial

Los índices mostraron que la zona más cercana al centro es la que cuenta con más comercio y, que mientras más se avance hacia el sur y hacia el poniente, más disminuye este indicador. Otras calles con alta densidad son las circundantes al mercado de San Francisco y sobre la avenida Alemán. Cabe resaltar que la avenida Altamirano tiene un comercio significativo, el cual desaparece en su cruce con la calle Antonia Nava.

Diversidad de uso de suelo

A través de esta característica, podemos apreciar el equilibrio entre la densidad habitacional y comercial. Existen dos zonas que cuentan con valores muy bajos, y por lo tanto muy desbalanceada entre vivienda y comercio: la zona céntrica (comercial) y en las calles del AGEB 1118 (habitacional).

Densidad de intersecciones viales

El tamaño de las manzanas de algunas ciudades americanas (Manhattan: 80 x 275 m; Chicago: 100 x 200 m; o Salt Lake City: 200 x 200 m) es uno de los problemas que más preocupan a los urbanistas, porque para solucionarlo se necesitaría adquirir los lotes a mitad de cuadra y destinarlos para calles, lo cual sería incosteable. Sin embargo, este no es un inconveniente para la ciudad de Chilpancingo, ya que casi el 57% de las cuadras cuenta con una longitud menor a 80 m.

No obstante, se puede destacar la excesiva longitud de las avenidas Altamirano y Álvarez, en sus tramos desde la calle Antonia Nava hasta Adrián Castrejón, las cuales son de 364 y 358 m, cuatro veces y medio lo deseado. Según la metodología propuesta, no debe haber índices menores de -3, y estas calles son el claro ejemplo que valores extraordinarios cambian la escala de todo el análisis. Si se utilizaran sus valores estandarizados originales, de -6.16 y -6.02 respectivamente, serían las dos cuadras con peor índice general. En otras palabras, es más pertinente ubicar la cuadra con las condiciones menos favorables de sustentabilidad, que encontrar la cuadra que tuvo, en una sola característica, la peor evaluación del estudio (Figura 3).

Índice general

Según el análisis macroescalar, las cuadras con mejor movilidad sustentable son las de la avenida Juan Ruiz, desde andador de las piñatas hasta la calle 20 de noviembre y la quinta cuadra de la calle 18 de marzo. Esta zona es conocida como el barrio de San Francisco y cuenta con iglesia, parque con quiosco, mercado, dos tiendas de conveniencia (Oxxo y Neto) y oficinas del sector salud. Es decir, la movilidad es más sustentable en esta zona, porque tienes la mayor parte de los satisfactores urbanos a una distancia peatonal. Otras zonas por destacar es la parte oriente, de la calle Ascencio a

Nava de Catalán, con índices constantes en todas las cuadras, y el extremo suroeste que, aunque no destaca en ninguna característica urbana en especial, tiene números arriba de la media (Figura 4).

Figura 3

Índices estandarizados de las características urbanas

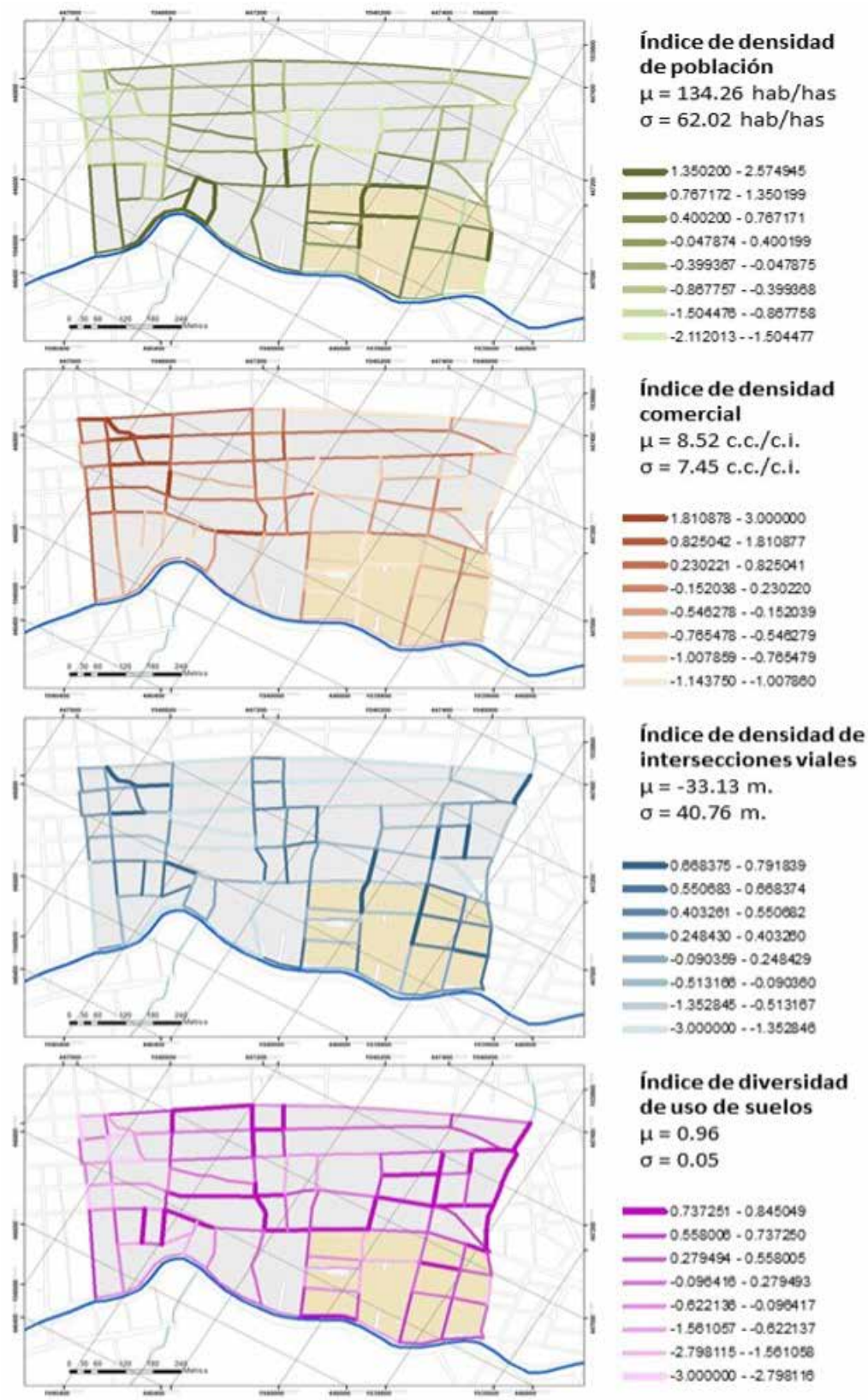
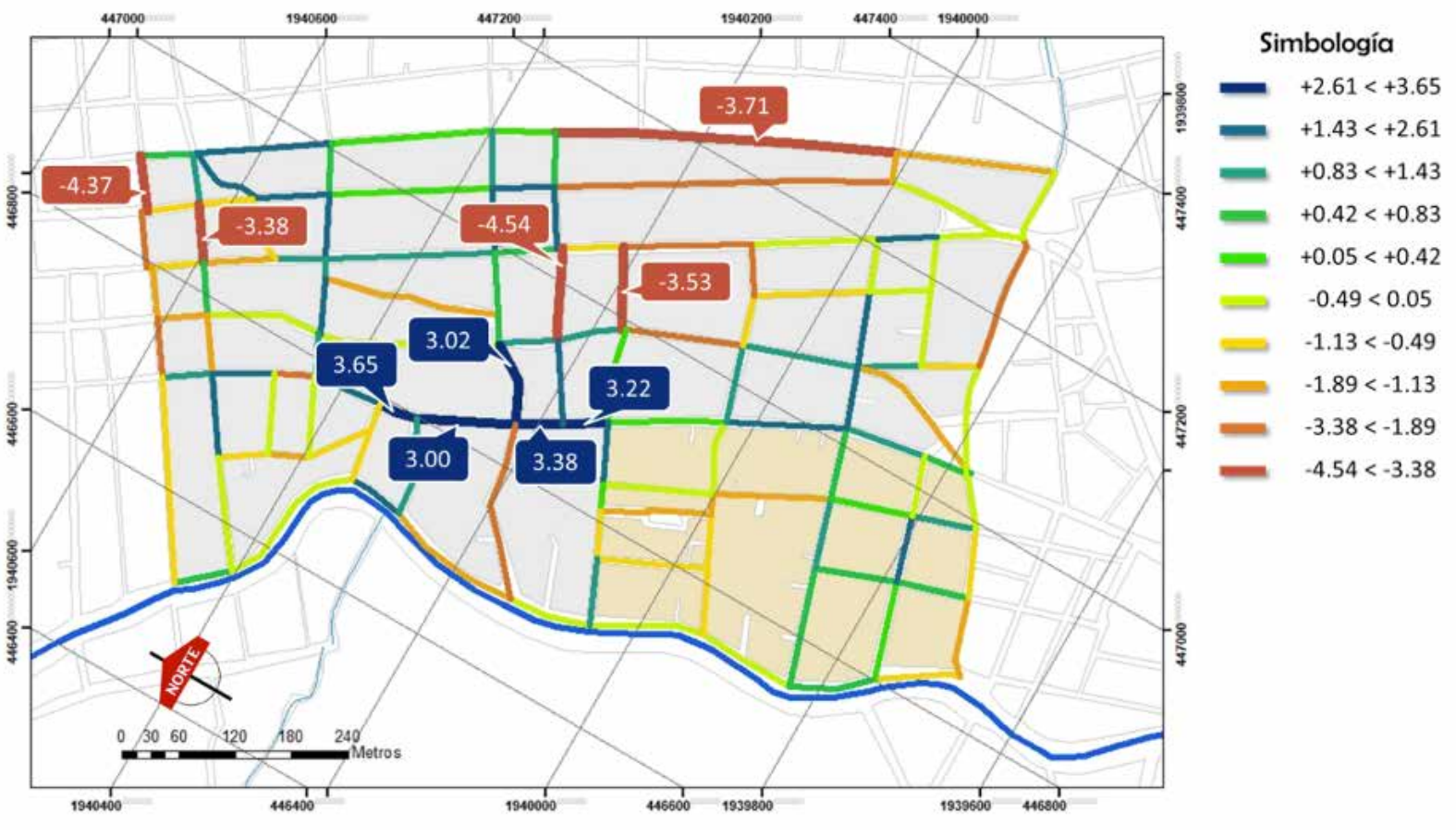


Figura 4

Índice general de movilidad urbana sustentable



Conclusiones

Si bien, el presente ejercicio se enfocó en obtener un índice general de las características urbanas de la movilidad, también hubo aportaciones significativas al analizar la relación que guardan los índices entre sí.

Los edificios gubernamentales e instituciones no promueven la sustentabilidad en la movilidad. Las calles que dividen a la Universidad Pedagógica Nacional, a la escuela José María Morelos y al edificio del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) tienen dos de los peores cinco índices generales, con -4.54 y -3.53. Es evidente que estos edificios —y todos los inmuebles gubernamentales— son vitales en las dinámicas sociales, sin embargo, pueden resultar dañinos para la sustentabilidad de la movilidad porque, en horas no laborales, no hay personas circulando y no existen comercios establecidos. Además, son cuadras generalmente largas y, en aras de incrementar la seguridad de

las personas que habitan el espacio interior, se construyen altas bardas, lo que impide una vigilancia natural y merma la seguridad de las personas que transitan en el espacio exterior.

El índice de diversidad de uso de suelo puede generar confusión en su lectura porque, a diferencia de los otros, en donde los extremos superior e inferior brindan información, en esta característica sus valores mayores son irrelevantes. Es decir, solo indica que la densidad habitación-comercio esta balanceada, pero sin tomar en cuenta si tenían buenos o malos índices. En cambio, resultó ser muy provechosa cuando el indicador se encontraba en el extremo inferior, porque indica que la cuadra está desbalanceada, lo cual detona preocupaciones. Por lo anterior, se tienen argumentos para pensar que la característica podría ser aún más útil si se añaden otros tipos de usos de suelo, como actividades productivas o equipamiento urbano.

De acuerdo con esas observaciones, las zonas con menos diversidad de usos de suelo coinciden con las de mayor índice de densidad comercial (iDC) y poblacional (iDP), y son el centro de la ciudad y la suroeste. En la primera, donde se cuenta con un uso de suelo prácticamente exclusivo de comercio, el promedio del iDC es de 1.23 y del iDP de -0.95. La segunda zona tiene uso mayoritario de vivienda, donde el promedio del iDP es de 1.11 y del iDC de -0.96. Es decir, donde vive la gente no hay comercio y donde hay comercio no vive la gente. La teoría indica que es deseable tener edificios de varios niveles, donde se destine cada uno a diversos usos y exista una mayor entropía. Dichos edificios no existen en estas zonas.

Además, hay cierta relación entre los índices con mayor densidad de intersecciones viales y densidad comercial. Cuando se cuenta con cuadras más cortas, se tiene un mayor número de puntos de contacto, lo que se traduce en mayor accesibilidad y fluidez en los traslados. En el momento que cuentas con más personas sobre las aceras, se atrae de manera directa a la actividad comercial. Lo mismo ocurre en el otro extremo, las cuadras más largas no cuentan con tanto comercio.

Finalmente, este trabajo se debe de cotejar y completar, no solo por un análisis a escala de calle, sino también tomando un caso análogo, que cuente con características culturales, demográficas u orográficas similares, con la intención de calibrar las escalas. Todo esto, para contrastarlo con la opinión de los usuarios y corroborar si los números y cocientes dicen lo mismo que la gente.

Referencias

Amar, G. (2011). *Homo mobilis: La nueva era de la movilidad*. La Crujía.

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, Diversity and Design. *Transportation Research, 2*(3), 199-219. https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6

Delclòs-Alió, X., Gutiérrez, A., & Miralles-Guasch, C. (2019). The urban vitality conditions of Jane Jacobs in Barcelona: Residential and smartphone-based tracking measurements of the built environment in a Mediterranean metropolis. *Cities, 86*, 220-228.

Delclòs-Alió, X., & Miralles-Guasch, C. (2018). Looking at Barcelona through Jane Jacobs's eyes: Mapping the basic conditions for urban vitality in a Mediterranean conurbation. *Land Use Policy, 75*, 505-517. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.026

Espinosa, E. I. (2013). *Distancias caminables*. Trillas.

Frank, L. D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Leary, L., Cain, K., Conway, T. L., & Hess, P. M. (2009). The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British Journal of Sports Medicine, 44*(13), 924-933. https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058701

Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J., & Saelens, B. E. (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. *American Journal of Preventive Medicine, 28*(2), 117-125. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.11.001

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). *Inventario Nacional de Viviendas 2016. Mapa interactivo*. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/

Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. Random House.

La Vanguardia. (16 de diciembre de 2006). *Inaugurada la primera línea de tranvía en París tras desaparecer en 1937*. https://www.lavanguardia.com/vida/20061216/51296760536/inaugurada-la-primera-linea-de-tranvia-en-paris-tras-desaparecer-en-1937.html

Lee, E., & Dean, J. (2018). Perceptions of walkability and determinants of walking behaviour among urban seniors in Toronto, Canada. *Journal of Transport & Health, 9*, 309-320. https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.03.004

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. NU.

Organización de las Naciones Unidas. (1987). *Informe Brundland*. ONU.

Organización de las Naciones Unidas-Habitat. (2013). *Planificación y diseño de una movilidad urbana sostenible: Orientaciones para políticas*. ONU-Habitat.

Organización de las Naciones Unidas-Habitat. (2018). *Índice Básico de las Ciudades Prósperas. Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México*. ONU-Habitat.

Peiravian, F., Derrible, S., & Ijaz, F. (2014). Development and application of the Pedestrian Environment Index. *Journal of Transport Geography, 39*, 73-84.

Schipper, F., Emanuel, M., & Oldenziel, R. (2020). Sustainable Urban Mobility in the Present, Past, and Future. *Technology and Culture, 61*(1), 307-317. https://doi.org/10.1353/tech.2020.0004

Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, (27), 379–423. https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

Song, Y., & Knaap, G.-J. (2004). Measuring Urban Form: Is Portland Winning the War on Sprawl? *Journal of the American Planning Association, 70*(2), 210-225. https://doi.org/10.1080/01944360408976371

Speck, J. (2012). *Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time*. North Point Press.

Capítulo II

Factores de incidencia en la expansión entre 2010 y 2020 de la zona metropolitana de Tianguistenco, Estado de México[1]

* *Irving Manrique González* [A], *Marcela Virginia Santana Juárez* [B] *y Giovanna Santana Castañeda* [C]

Resumen

El análisis del espacio geográfico de la expansión de una ciudad brinda conocimiento para identificar los nuevos emplazamientos, la heterogeneidad del uso del suelo en el que se desarrolla y los factores que influyen en la elección de ubicación por parte de los seres humanos, como el uso de suelo, la infraestructura, la topografía o la cercanía a centros poblacionales, entre otros, que inciden en la expansión urbana. El objetivo de este trabajo es analizar los factores de incidencia en la expansión entre 2010 y 2020 de la zona metropolitana (ZM) de Tianguistenco, mediante sistemas de información geográfica (SIG). La ZM Tianguistenco es una de las tres zonas metropolitanas del Estado de México, y según datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), en 2020, con una población de 183 281 personas distribuidas en seis municipios. Las variables consideradas en el análisis abarcan aspectos de proximidad, características físico-geográficas y factores socioeconómicos. Para el procesamiento de la información, se utilizó el software SIG ArcGis y el módulo de Terrset Land Change Modeler, y se llevó a cabo un análisis de regresión logística. Las fuentes de información principales fueron el INEGI y Google Earth.

Palabras clave: *expansión urbana, análisis espacial, factores del crecimiento urbano*

[1] Elaborado con apoyo del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT), a través del programa de Estancias de Investigación Especializadas COMECYT EDOMÉX 2021. Se agradecen las observaciones del grupo de investigación de Geografía, Ordenación y Gestión Sustentable del Territorio, de la Facultad de Geografía de la UAEMEX.

* Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México

[A] *alternatimg.91@hotmail.com* [B] *mvsantanaj@uaemex.mx* [C] *gsantanac@uaemex.mx*

Introducción

Desde que el ser humano pasó de ser nómada a sedentario hace más de 10 000 años, en gran parte debido al aumento demográfico y cambios ecológicos en el planeta (Campillo, 2009), este descubrió las ventajas de vivir al lado de sus pares y sobre un lugar con ciertas características geográficas que favorecían su modo de vida. De este modo, cambió sus actividades diarias de sobrevivencia como la cacería y la recolección de frutos por la agricultura y la ganadería; por consiguiente, modificó el entorno donde se estableció, para adecuarlo a su conveniencia. Estos primeros asentamientos sedentarios pueden considerarse como un preámbulo de los emplazamientos rurales y urbanos de la actualidad.

El crecimiento de las ciudades es un fenómeno en el que intervienen diversos factores, asociados a la necesidad que realiza el ser humano. Cuberes (2020) señaló que las ciudades existen principalmente por dos motivos: su geografía y las ventajas asociadas a vivir cerca de otras personas; este último punto concierta con los dos datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2020), por sus siglas en inglés OECD, que indicó que el 48% de los habitantes del planeta vive en ciudades o centros poblacionales con más de 50 000 habitantes, y es que no es un secreto que vivir en una ciudad ofrece ciertos beneficios de infraestructura, servicios de salud, centros de educación superior, entre otros, que en conjunto pueden representar una mejor calidad de vida.

Este trabajo tiene como objetivo analizar los factores de incidencia en la expansión entre 2010 y 2020 de la zona metropolitana de Tianguistenco (ZMT), Estado de México, mediante sistemas de información geográfica (SIG).

De acuerdo con datos del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), la ZMT se destaca por ser la de mayor incremento proporcional en producto interno bruto municipal de 2007 a 2017, en agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, así como en actividades como la construcción y la manufactura.

Actualmente, uno de los requerimientos gubernamentales es fomentar políticas públicas sustentables en el sector social, económico, ambiental, entre otros. En este contexto, esta investigación permite conocer el nivel de afectación de la cobertura vegetal por la mancha urbana.

La creación de la ZMT tiene gran relación con la colindancia con la Ciudad de México y la cercanía con la zona industrial del Valle de Toluca que, en conjunto, han impulsado el desarrollo económico de esta región.

Consideraciones teóricas

En esta investigación, se abordó el crecimiento urbano desde la perspectiva espacial. En este sentido, Urriza y Garriz (2014) señalaron dos tipos de expansión, el primero denominado *verticalización*, que hace referencia a la construcción de un gran número de edificios, y el segundo mediante la incorporación de superficies periféricas al uso urbano de la ciudad, denominado por algunos autores como *crecimiento horizonta*l. Este último tipo de expansión fue el que se abordó en esta investigación y al que se le dió un mayor énfasis dentro del marco contextual.

Bruegmann (2005, como se citó en Lara et al., 2017) afirmó que la expansión urbana es el "desarrollo urbano disperso y de baja densidad que resulta de la ausencia de un proceso de planeación sistemático o de una planeación de uso del suelo a escala regional" (p.40).

Cerda (2007) describió a la expansión urbana como el crecimiento demográfico, económico y físico de la ciudad, es decir, aumento de la superficie urbanizada como "respuesta a la demanda de suelo urbano para la localización de viviendas y actividades relacionadas" (p.4).

Mientras que la urbanización "es un proceso territorial y socioeconómico que induce una transformación radical de la cobertura y del uso del suelo (Weber & Puissant, 2003), el cual se encontraba ocupado en general por paisajes naturales o estaba dedicado a actividades agropecuarias" (Merlotto et al., 2012, p.160).

Galván y Guadarrama (2018) definieron el uso de suelo de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés FAO, como:

> el potencial de explotación que presenta un espacio geográfico modificable en el que el hombre interviene de acuerdo con sus necesidades; comprende "las acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla". (p.57)

Por su parte, el proceso de expansión urbana se define como la ocupación de cierto territorio con aptitudes físico-geográficas que favorecen el desarrollo de las actividades del ser humano, con las consecuencias que conlleva como la modificación de dicho territorio mediante la construcción de infraestructura que permita al ser humano un desarrollo óptimo, como servicios, vías de comunicación áreas de agricultura, en mayor o menor intensidad de acuerdo a la densidad de población y sus necesidades fisiologías y socioeconómicas.

En este sentido, la FAO (1993) denominó al cambio de uso de suelo como el proceso en donde el hombre modifica el uso inicial, hacia otro uso potencialmente nocivo para el medio ambiente; el cambio modifica la dinámica del flujo del agua, disminuye la concentración de nutrientes y materia orgánica de los suelos e incrementa el arrastre de materiales y erosión.

El análisis del territorio actualmente cuenta con herramientas que permiten medir sus características y dar un diagnóstico acerca de su estado. La planeación territorial ha sido una de las disciplinas que mayor beneficio ha tomado de estas herramientas. La integración de información digital con la incrustación del componente espacial se revaloriza debido a su compatibilidad con herramientas informáticas que permiten realizar complejos análisis mediante técnicas matemáticas, que bridan apoyo en la toma de decisiones y la gestión del territorio.

> Los avances en la modelización de aspectos evolutivos del espacio geográfico, como aquellos orientados al análisis del crecimiento urbano y cambios de usos del suelo, brindan importantes herramientas metodológicas para el estudio de la dinámica de ocupación del suelo a escala urbano-regional. (Humacata & Buzai, 2018, p.1001)

En ese marco, Plata et al. (2009) determinaron, mediante un análisis de cambio de uso de suelo con herramientas SIG, municipios que registran mayores porcentajes de crecimiento en superficies en antiguas zonas agrícolas cercanas a zonas urbanas y a lo largo de carreteras nacionales que emanan del centro de Madrid.

"La existencia de la ciudad se explica por un conjunto de factores complejos que, según los preceptos marxistas son: económicos, demográficos, sociales, culturales, políticos y administrativos"

(Borja, 1989 como se citó en Encinas, 2018, p.12). En relación con esto, la población es uno de los factores asociados entre sí que dan origen al crecimiento de las ciudades. Desde la antigüedad, el ser humano ha sentido la necesidad de compañía de seres de su especie, probablemente debido a los instintos de supervivencia desarrollados en esa época en la que tenía que agruparse, para hacer frente a depredadores o presas de mayor tamaño y que, en conjunto, aumentaban las posibilidades de sobrevivencia.

Según Cuberes (2020), las variables de carácter geográfico o denominadas de primera naturaleza pueden explicar, hasta cierto punto, el establecimiento de las ciudades, como la existencia de agua, suelos fértiles, climas favorables, etc. Diversos autores han intentado modelar con buenos resultados la relación entre los factores asociados al crecimiento urbano, mediante el uso de los sistemas de información geográfica. Estudios como el de López y Plata (2009) cuantificaron e identificaron los cambios en el uso de suelo en la zona metropolitana de la Ciudad de México con énfasis en la cobertura de suelo urbana y encontraron que la cobertura de agricultura es la que más contribuye a la cobertura urbana.

Carreño y Alfonso (2018) señalaron que uno de los factores de la expansión de la urbanización es producto de la búsqueda de la población —principalmente rural— de oportunidades de desarrollo económico y social que pueden encontrar en las ciudades y que, en consecuencia, provocan un incremento en el consumo de bienes, aumento de la demanda en los servicios públicos y urbanos básicos.

Por su parte, Aguilar (2004) indicó que la expansión de las ciudades se da a lo largo de la principales carreteras o vías férreas, como consecuencia de los avances tecnológicos en los medios de comunicación que permiten la movilidad de personas y mercancías.

Las áreas fluviales dotan de una gran cantidad de recursos, hecho que el ser humano ha aprovechado desde que inició la construcción de las primeras grandes ciudades. El agua es uno de los recursos naturales más importantes que se relaciona directamente con la calidad de vida de la población y es determinante para el funcionamiento del sistema económico (Cruz & Martínez, 2015).

En resumen, las ciudades se constituyen a través de diversos factores sociales, económicos, políticos y geográficos que se entrelazan de acuerdo con las necesidades del ser humano.

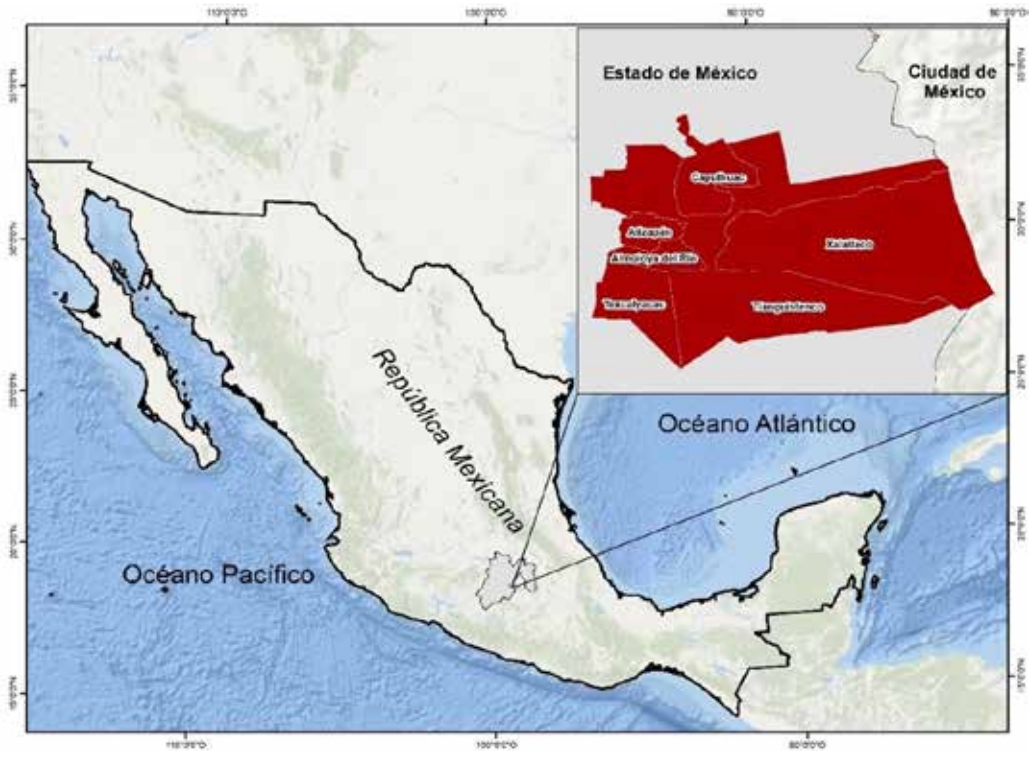
Métodos y materiales

La zona metropolitana de Tianguistenco (ZMT) se localiza en la zona central de la república mexicana, también denominada altiplanicie mexicana; dentro de los límites político-administrativos se encuentra dentro del Estado de México y es una de las tres zonas metropolitanas que existen en dicho estado con gran relevancia económica.

La ubicación de la zona de estudio comprende las coordenadas 99° 32’ 16.28” a 99° 18’ 40.8” de longitud oeste y 19° 5’ 9.6” a 19° 15’ 56.7” de latitud norte (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). Se encuentra compuesta por seis municipios: Almoloya del Río, Atizapán, Capulhuac, Xalatlaco, Texcalyacac y Tianguistenco (Figura 1). Cuenta con una superficie aproximada de 303.4 km^2. La ZMT fue constituida en el año 2016 por el poder ejecutivo del gobierno del Estado de México, mediante el decreto número 159, entre otros motivos, con el fin de organizar las actividades productivas, económicas, demográficas, industriales y su relación con el desarrollo urbano en la región.

Figura 1

Mapa de localización de la zona metropolitana de Tianguistenco



Se realizó un análisis espacial tomando como referencia la cartografía del marco geoestadístico elaborada por el INEGI a nivel manzana de AGEB (áreas geoestadísticas básicas) urbano del año 2010 y 2020, que toma el lugar de variable dependiente para el análisis SIG. Se decidió utilizar esta cartografía debido a que facilita la obtención de la cobertura de uso de suelo con características del tipo urbano, que de acuerdo con INEGI (2010) están "delimitadas por calles, avenidas, andadores o algún rasgo de fácil identificación y cuyo uso del suelo sea principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera" (p.15).

Adicionalmente, se combinó con cartografía, uso de suelo y vegetación serie V y VII con referencia del año 2011 y 2021, con el fin de analizar las diferentes coberturas de uso de suelo existentes en la zona; para realizar este proceso, se utilizó el módulo de *Terrset Land Change Modeler*. De este análisis, se obtuvo el crecimiento urbano entre los años 2010 y 2020, que fue utilizado como variable dependiente; este análisis también permitió identificar las coberturas que han sufrido mayor pérdida o ganancias en área y las coberturas con mayor contribución a la cobertura urbana.

Variables e indicadores

La variable dependiente es el crecimiento urbano de la ZMT de los años 2010 y 2020; es la cobertura urbana dada en km^2.

En el caso de las variables independientes que explicaron la expansión del crecimiento urbano se clasificaron en tres tipos: socioeconómicas, físico geográficas y de proximidad (Tabla 1). En el caso de las socioeconómicas y de proximidad, se desprendieron del marco geoestadístico del año 2020 y censo de población y vivienda realizados por el INEGI del año 2010 y 2020, a excepción de la variable de distancia a centros económicos de municipios, que es de tipo puntual y toma lugar en un sitio adyacente al palacio municipal y la plaza principal del municipio, dicho lugar se caracteriza por estar rodeado de comercios y oficinas gubernamentales y privadas.

En el caso de las variables independientes físico-geográficas, se consideró la elevación y pendiente, que son provenientes del continuo de elevaciones mexicano 3.0 (CEM 3.0); para el caso de las variables de carreteras, provinieron de la red nacional de carreteras. Todas las variables indepen-

dientes requirieron de un procesamiento cartográfico a través de herramientas de *Arcgis*; en primera instancia, en el caso de las variables de proximidad fue necesario calcular distancias a través del comando *Dist de Terrset*, posteriormente se realizó la normalización de todas las variables independientes a través del comando *Fuzzy*.

Tabla 1

Variables independientes

Variables
Proximidad
Distancia a carreteras
Distancia a localidades cercanas
Distancia a centros económicos de municipios
Distancia a acueductos
Físico geográficas
Pendiente
Altura
Socioeconómicos
Densidad de población

Métodos

Se utilizó el método estadístico de regresión logística (LogisticReg) que se basa en la utilización de archivos ráster booleanos, catalogados en una variable dependiente y dos o más variables independientes, con el objetivo de determinar la probabilidad de que ocurra un evento.

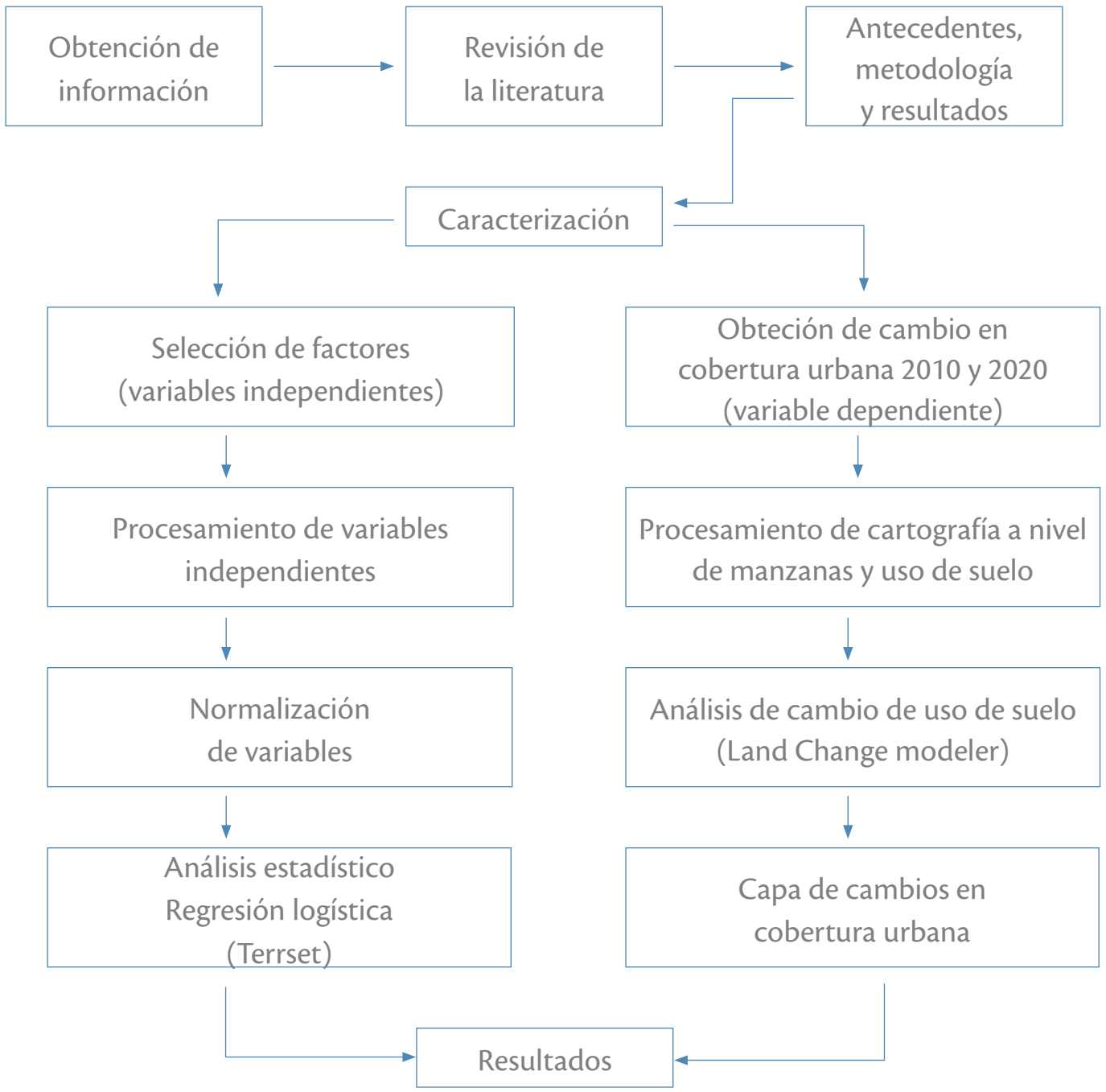
Este método está regido por la siguiente ecuación:

$$1n\ 1 - P\ P = \alpha + b1x1 + b2x2 + \ldots + bnxn \quad (1)$$

Donde P representa la probabilidad de crecimiento urbano; x1 hasta xn son las variables independientes y α y b son los parámetros estimados por el método de regresión (Figura 2).

Figura 2

Esquema metodológico



Adicionalmente, se realizó un análisis de correlación entre las variables, con el fin de descartar aquellas con un alto nivel de correlación y eliminar la multicolinealidad (Rojas et al., 2014).

Para esta investigación, todas las variables obtuvieron un valor menor a 0.8, aquellas con mayor nivel de correlación fueron las de elevación con respecto a pendiente con 0.723 y centros económicos y distancia a carreteras con 0.734.

Resultados

Derivado del análisis de cambio de uso de suelo, se obtuvieron seis categorías: agricultura, tular, pastizal, bosque, urbano y rural. Para el año 2010, la cobertura urbana tenía un área de 27.61 km² y para 2020 aumentó a 29.75 km², teniendo una ganancia neta de 2.14 km².

Las coberturas restantes que presentaron mayores ganancias netas en área fueron pastizal (9.54 km²) y agricultura (3.02 km²); mientras que las coberturas con mayores pérdidas fueron las de bosque (7.47 km²), rural (7.21 km²) y tular (0.03 km²). Las coberturas con mayor contribución hacia la cobertura urbana fueron agricultura (1.06 km²), rural (0.98 km²) y pastizal (0.1 km²) (Figuras 3 y 4).

Figura 3

Cambios netos entre coberturas en general, 2010 y 2020

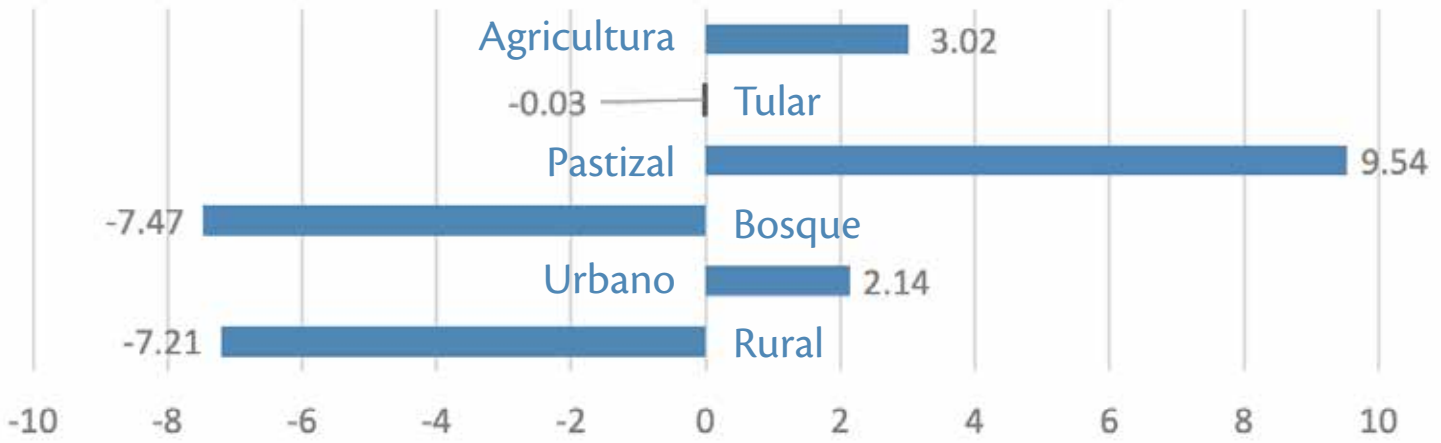
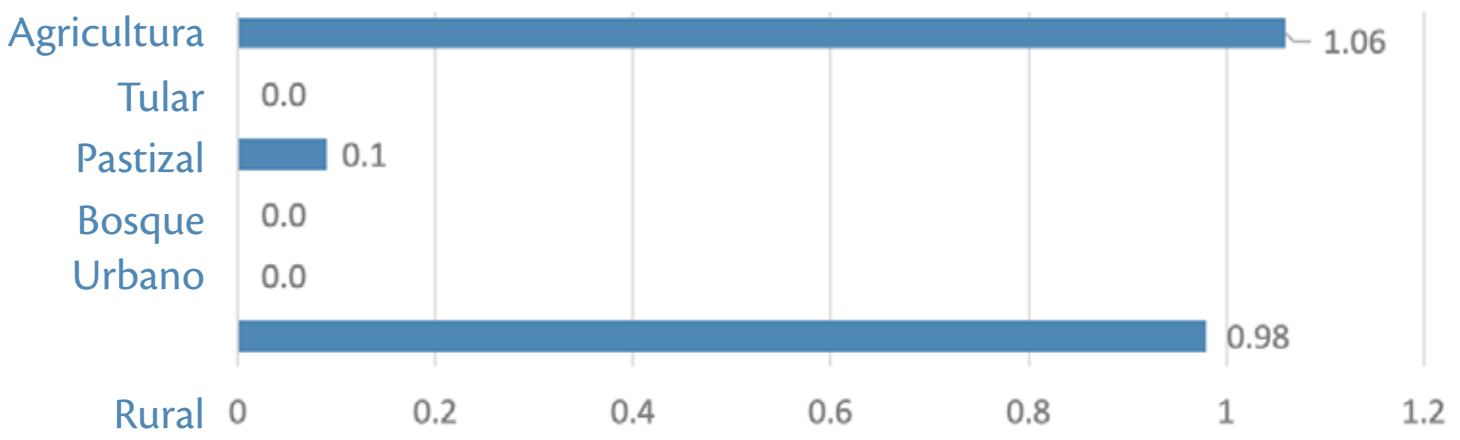


Figura 4

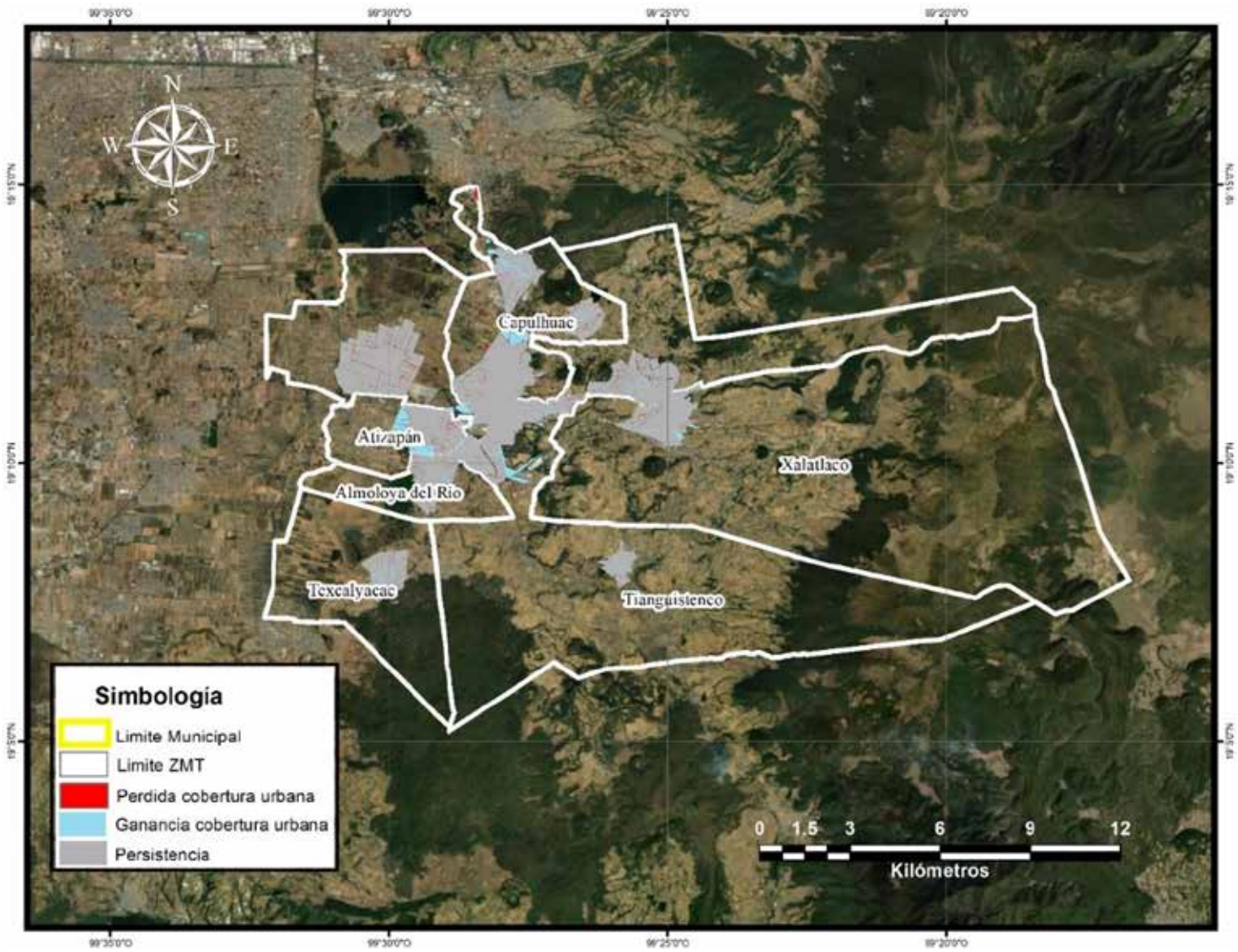
Contribución neta a cobertura urbana, 2010 y 2020



Los cambios entre coberturas se presentaron prácticamente en todos los municipios, las ganancias en cobertura urbana en mayor medida se dieron en los municipios Almoloya del Río (0.061 km²), Atizapán (0.741220 km²), Capulhuac (0.761 km²), Texcalyacac (0.079 km²), Tianguistenco (0.644902 km²) y Xalatlaco (0.127 km²), como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Contribución neta a cobertura urbana, 2010 y 2020



La cobertura urbana que permaneció sin cambios fue de 27.34 km², mientras que las pérdidas de cobertura urbana fueron apenas de 0.28 km². Se realizaron múltiples corridas para el análisis de regresión con el fin de obtener el mejor modelo que muestra la probabilidad de aparición de

nueva cobertura urbana. Se obtuvo un valor pseudo R^2 de 0.2643 que indica un ajuste relativamente bueno. Clark y Hosking (1986, como se citó en Traore & Watanabe, 2017) sugirieron que un valor de pseudo R^2 mayor a 0.2 indica que el modelo es relativamente bueno. De igual forma, Hensher y Johnson (2018) afirmaron que un valor de pseudo R^2 entre 0.2 y 0.4 puede considerarse un valor muy bueno. Mientras que los valores ROC varían de 0 a 1, donde 1 indica un ajuste perfecto y 0.5 indica un ajuste aleatorio. En este caso, se obtuvo uno valor de 0.9339, que indica un buen ajuste (Tabla 2). El coeficiente resultante de cada variable independiente indica su relación con la probabilidad de la aparición de crecimiento urbano, en el caso de las variables de pendientes y densidad de población presentan un coeficiente negativo que indica que, a mayor pendiente y densidad de población, existe una menor probabilidad de aparición de crecimiento urbano.

Tabla 2

Coeficiente de variables independientes

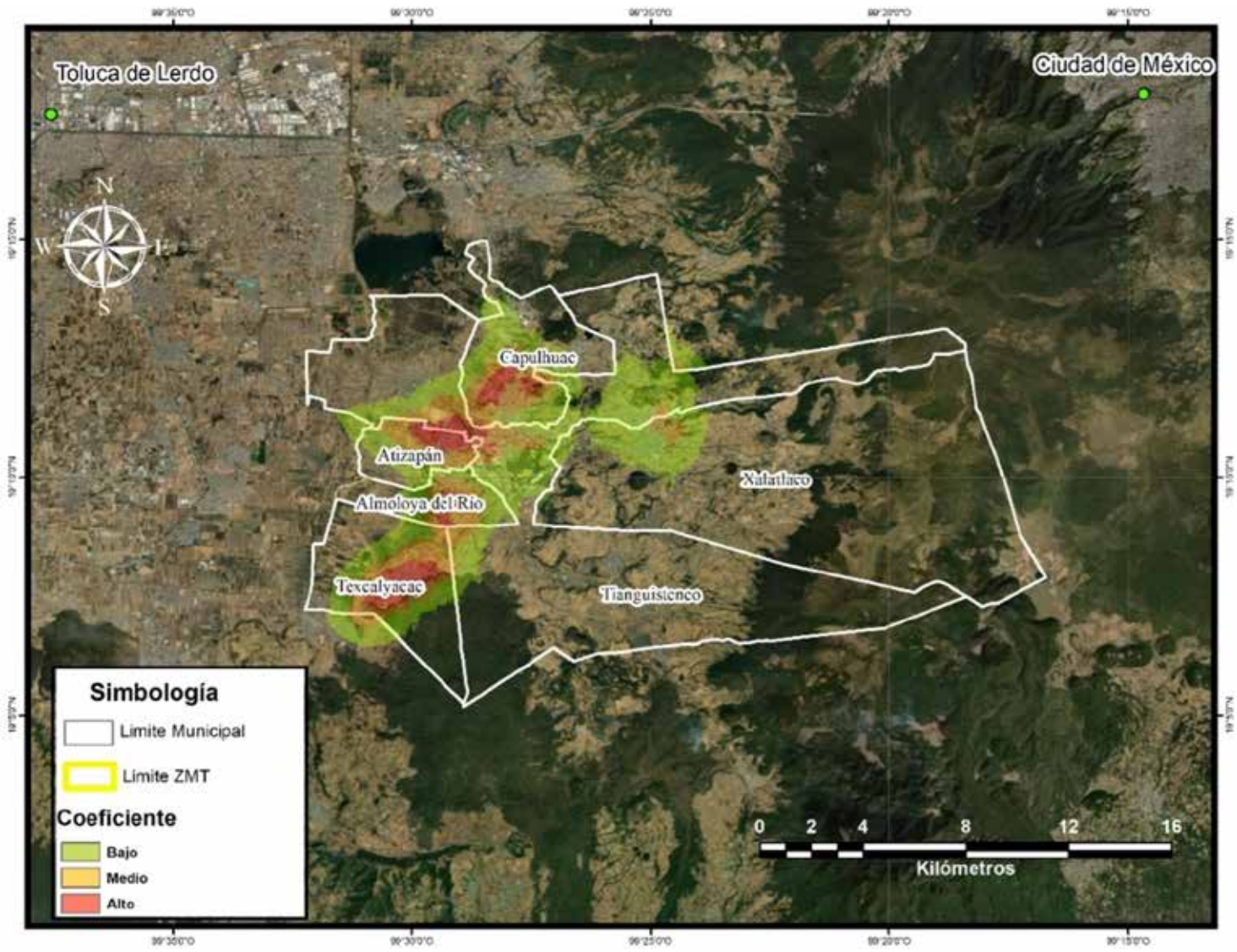
Variables	Coeficiente
Intercept	-7.4043
1 Distancia a acueductos	0.6064
2 Distancia a centros económicos	16.5911
3 Elevaciones	1.8559
4 Distancia a localidades cercanas	2.0025
5 Pendiente	-0.7141
6 Distancia a carreteras	10.7709
7 Densidad de población	-1.8620

El coeficiente resultante del análisis de regresión fue clasificado en tres categorías de probabilidad de crecimiento urbano: bajo, medio y alto. La categoría baja tuvo un total de 48.68 km^2, categoría media 21.55 km^2 y alto 9.48 km^2. La variable de mayor relación al modelo generado fue la de distancia a centros económicos y distancia carreteras. A nivel de municipios, Almoloya del Río

cuenta con un área de 1.12 km² de alta probabilidad de crecimiento urbano, Atizapán 1.69 km², Capulhuac 2.14 km², Texcalayacac 3.23 km², Tianguistenco 1.27 km² y Atizapán 1.04 km². En general, los municipios de la parte oeste de la ZMT tienen mayores probabilidades de crecimiento urbano, debido a la cercanía a carreteras y a centros económicos importantes, entre otras variables (Figura 6).

Figura 6

Probabilidad de crecimiento urbano



Conclusiones

Los principales cambios se presentan en las coberturas del tipo rural, urbano y pastizal, esto indica que la ZMT se encuentra en un proceso de transición, debido a la presión que sufre de diversos fac-

tores y su localización estratégica geográfica, al localizarse entre la zona metropolitana de Toluca y la zona metropolitana del valle de México.

Las variables de mayor peso en el análisis fueron las de proximidad: distancia a centros económicos y distancia a carreteras. En relación con el mapa de probabilidad de crecimiento urbano, las zonas donde convergen los centros económicos de los municipios de Atizapán, Almoloya del Río y Tianguistenco son las zonas con mayor probabilidad de aparición de zonas urbanas, también se caracteriza por concentrar un gran número de servicios y, por lo tanto, una zona de alto tráfico.

La aplicación conjunta de métodos estadísticos y tecnología SIG son potentes herramientas de análisis geográfico y fuente de alternativas en la toma de decisiones del ordenamiento territorial y la gestión óptima de los nuevos asentamientos humanos.

Es importante aclarar que el estudio considera una aproximación a los factores que inducen la expansión urbana. Se sugiere incorporar otras variables sociales, económicas y ambientales para continuar con esta línea de investigación.

Referencias

Aguilar, A. G. (2004). Megaurbanización en la región centro de México. *El mercado de valores, 60*(3), 77-86. https://biblat.unam.mx/es/revista/el-mercado-de-valores/articulo/megaurbanizacion-en-la-region-centro-de-mexico

Campillo, A. (2009). Nómadas cosmopolitas. *Cuadernos del Ateneo*, (28), 11–22. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3895852

Carreño, C., & Alfonso, W. (2018). Relación entre los procesos de urbanización el comercio internacional y su incidencia en la sostenibilidad urbana. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 11*(22), 1–29. https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CVU/11-22 (2018-2)/151555951003/151555951003_visor_jats.pdf

Cerda, J. (2007). *La expansión urbana discontinua analizada desde el enfoque de accesibiliad territorial aplicación a Santiago de Chile* [Tesis]. Universidad Politécnica de Cataluña, España.

Cruz, A., & Martínez, P. (2015). El recurso agua en el entorno de las ciudades sustentables. *Cultura Científica y Tecnológica, 0*(31), 1–11. http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/341

Cuberes, D. (2020). El origen y crecimiento de las ciudades. *Panorama Social, 20*, 9–21.

Encinas, M. E. (2018). *El crecimiento urbano de Tijuana desde la perspectiva del espacio relacional* [Tesis doctoral]. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B. C., México.

Galván, A., & Guadarrama, M. E. (2018). Cambio de uso del suelo: los procesos de urbanización en el valle de méxico y su relación con el cambio climático. En *Dinámicas urbanas y perspectivas regionales de los estudios culturales y de género* (pp. 53–71). UNAM.

Hensher, D. A., & Johnson, L. (2018). *Applied discrete-choice modelling.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9781351140768

Humacata, L., & Buzai, G. (2018). Análisis espacial de los cambios de usos del suelo con Sistemas de Información Geográfica. En C. Mikkelsen, & N. Picone (Comps.), *Geografías del presente para construir el mañana: miradas geográficas que contribuyen a leer el presente* (pp. 1001-1011). UNCPBA.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Manual de cartografía geoestadística.* INEGI. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/doc/manual_cartografia_censal.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469

Lara, J., Estrada, G., Zentella, J., & Guevara, A. (2017). Los costos de la expansión Urbana: Aproximación a partir de un modelo de precios hedónicos en la zona metropolitana del valle de México. *Estudios Demograficos y Urbanos, 32*(1), 37–63.

López, V. H., & Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000. *Investigaciones Geográficas, 68*, 85–101.

Merlotto, A., Piccolo, M. C., & Bértola, G. R. (2012). Crecimiento urbano y cambios del uso/cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires, Argentina. *Revista de Geografia Norte Grande, 176*(53), 159–76.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1993). *Erosión de suelos en América Latina. Taller sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Evaluación de la Erosión Actual de Suelos y la Predicción del Riesgo de Erosión Potencial*. FAO.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Ciudades del mundo. Una nueva perspectiva sobre la urbanización.* OECD. https://www.oecd.org/cfe/Cities-in-the-world-Highlights-SPA.pdf

Plata, W., Gómez, M., & Bosque, J. (2009). Cambios de usos del suelo y expansión urbana en la comunidad de Madrid (1990-2000). *Scripta Nova, 13*(293).

Rojas, C., Plata, W., Valdebenito, P., Muñiz, I., & de la Fuente, H. (2014). La Dinámica de expansión urbana del Área Metropolitana de Concepción. En J. Williams, R. Hidalgo, P. Brad, & L. Perez (Eds.), *Metropolizaciones Colombia -Chile: Experiencias de Bogotá, Medellín, Santiago y Concepción* (pp. 39-56). Universidad Nacional de Colombia.

Traore, A., & Watanabe, T. (2017). Modeling Determinants of Urban Growth in Conakry, Guinea: A Spatial Logistic Approach. *Urban Sci, 1*(2), 1-15. https://doi.org/10.3390/urbansci1020012

Urriza, G., & Garriz, E. (2014). ¿Expansión urbana o desarrollo compacto? Estado de situación en una ciudad intermedia: Bahía Blanca, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía, 23*(2), 97–123. https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239105003.pdf

Weber, C., & Puissant, A. (2003). Urbanization pressure and modeling of urban growth: example of the Tunis Metropolitan Area. *Remote Sensing of Environment, 86*(3), 341–52.

Capítulo III

Índices de vegetación espectrales: bases para la gestión y planeación de las áreas verdes urbanas de Toluca

* *Rocio Becerril-Piña* [A], *Daniela Alejandra Machado Reyes,*
Carlos Díaz-Delgado [B] *y Rogelio Baltazar Ascención* [C]

Resumen

Ante el crecimiento de la población urbana, se vuelve imperativo adoptar un enfoque de desarrollo sustentable para enfrentar los desafíos relacionados con la mejora de la calidad de vida de los residentes urbanos y la mitigación del cambio climático. Las áreas verdes urbanas (AVU) desempeñan un papel crucial en este sentido, ya que ofrecen una serie de beneficios relacionados con el mantenimiento, la estructura y otras métricas relevantes. Las imágenes de satélite permiten capturar características en relación con la vegetación, como el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y el índice de área foliar (LAI). Por lo que el objetivo de este estudio es analizar la dinámica espaciotemporal de estos índices de vegetación en las AVU de Toluca. Se analizaron 23 AVU agrupadas en las siguientes categorías: parques-jardines, camellones, vías verdes, clubes deportivos y parques naturales. Todas las AVU presentaron una dinámica temporal en relación con el NDVI y el LAI. Se observó una marcada estacionalidad, donde durante la temporada seca (diciembre-abril), la vegetación mostró valores bajos de verdor (< 0.4). Durante la temporada de lluvias (junio-septiembre), especialmente en agosto se observó un incremento en el verdor y el área foliar (LAI ≈ 7). En esta primera aproximación, se observó que la dinámica temporal del verdor y área foliar está fuertemente influenciada por la disponibilidad de agua. Por lo tanto, este aspecto técnico y de gestión debe considerarse en la planificación y optimización de las AVU.

Palabras clave: *NDVI, Landsat 8, áreas verdes urbanas*

* Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México

[A] *rbecerrilp@uaemex.mx* [B] *cdiaz@uaemex.mx* [C] *robaas21@hotmail.com*

Introducción

La urbanización es una de las formas más extremas y persistentes del cambio y uso de la tierra, de manera que transforma el paisaje en áreas impermeables (Xian et al., 2007). Globalmente, se aprecia un abandono de las áreas rurales a las zonas urbanas; en 2007, por primera vez, la proporción de la población urbana superó a la rural (Chan & Vu, 2017) y las proyecciones auguran que, para el año 2030, el 66% de la población habitará en zonas urbanas (United Nations [UN], 2014). Con esto, la población global será predominantemente urbana y provocará la demanda de recursos y servicios, así como un cambio paisajístico sin precedentes (Grimm et al., 2008).

En los ecosistemas urbanos, la contaminación (aire, agua, suelo y ruido), la pérdida de biodiversidad, el efecto de isla de calor urbano (UHI, por sus siglas en inglés) y hacinamiento son temas socioambientales que comprometen la calidad y bienestar de los citadinos. Las áreas verdes urbanas (AVU) pueden estar constituidas por parques, jardines, camellones, glorietas, panteones y áreas naturales, convirtiéndose en elementos del paisaje urbano de gran importancia por los beneficios socioambientales que proporcionan (Revah & Espejel, 2015). Estas áreas, además del valor paisajístico, regulan el ruido y la energía, proporcionan hábitats para muchas especies, controlan la erosión del suelo al limitar la escorrentía, reducen el efecto de la isla de calor urbano y mejoran la calidad del aire al absorber contaminantes atmosféricos (Miller et al., 2015; Rafiee et al., 2009).

Las AVU son espacios imprescindibles en todas las urbes (Rafiee et al., 2009), por lo que en diversas ciudades son un indicador de la calidad de vida de los habitantes urbanos y esto aumenta la probabilidad de inversión financiera para su creación, mantenimiento y mejoramiento. Con relación a eso, la Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó que en las zonas urbanas deben existir 9 m^2 de áreas verdes por habitante (Sorensen et al., 1998). Hoy día, además de los espacios verdes, se han desarrollado edificios verdes que requieren la intervención de especialistas y pueden llegar a ser sistemas muy costosos. Por lo que no solo es importante aumentar la vegetación urbana, sino también comprender la mejor manera en que estos sistemas pueden beneficiar a la población. Hay que contemplar que estos espacios presentan grandes desafíos como, por ejemplo, su dinámica temporal, el límite espacial de los flujos de los servicios ecosistémicos, el conflicto con el uso de sue-

lo, las diferencias en la percepción de los habitantes (Gaston et al., 2013), el costo de mantenimiento (mano de obra, agua y nutrientes), entre otros. Por otro lado, no todos los tipos de vegetación urbana proporcionan los mismos servicios ecosistémicos, por lo que es muy importante considerar que el diseño y la gestión de las áreas verdes urbanas deben compensar los costes de gestión con los servicios ecosistémicos que brinden a la población (Richards & Belcher, 2019).

En México, la concepción de áreas verdes sigue subordinada al tema de infraestructura urbana necesaria, pero prescindible. Ello se refleja en la poca atención, programación y presupuesto destinado a su manejo (Revah & Espejel, 2015). Además, aunque las áreas verdes urbanas se consideran como áreas de conservación, con restricción al desarrollo urbano, muchas se enfrentan a la intensa presión de los asentamientos irregulares y la construcción autorizada (Calderón-Contreras & Quiroz-Rosas, 2017). Por lo que la planeación y gestión de estos espacios debe estar respaldada con las políticas públicas y, para ello, urge el desarrollo de estudios locales y regionales que pongan en la mira de los tomadores de decisiones el costo/beneficio de estos espacios. Las AVU han sido evaluadas desde diferentes perspectivas y métodos, en este sentido, los sensores remotos son una herramienta que permite la caracterización y seguimiento en la detección de cambios, el mapeo de biomasa, la captura de carbono y la salud vegetal. Sin embargo, aún son pocos los trabajos enfocados en la pequeña escala (parches, jardines, parques), pero que colectivamente pueden cubrir y beneficiar de forma sustancial a la población local (Shahtahmassebi et al., 2021).

Sensores remotos en la evaluación de AVU

El análisis y seguimiento de los servicios ecosistémicos mediante sensores remotos ha mostrado su gran potencial en la escala espaciotemporal. El análisis de los espacios verdes urbanos a menudo emplea datos multiespectrales basados en índices espectrales de vegetación. El índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) es un índice adimensional utilizado como indicador de la calidad del estado general de la superficie vegetada (Calderón-Contreras & Quiroz-Rosas, 2017). Está basado en la proporción de la banda roja y banda infrarroja, permite disponer de un rango de variación fijo (entre −1 y +1), lo que permite establecer umbrales y comparar datos satelitales en la

escala temporal a nivel pixel (celda). Valores negativos indican superficies sin vegetación (agua, nieve o nubes) y valores positivos crecientes indican vegetación creciente; la vegetación se encuentra en rango de 0.2 a 0.8 (Georgios et al., 2010). Varios investigadores han demostrado que el NDVI está correlacionado con los atributos estructurales de la vegetación, entre estos, la densidad del tallo, la altura, el área basal, el índice de área foliar y la biomasa (Ren et al., 2017).

El índice de área foliar (LAI) es un parámetro biofísico de la vegetación, que relaciona el área total de todas las hojas de una planta y la superficie del suelo, representado por cada planta (Weiss et al., 2004). Este índice se relaciona con los procesos de intercambio gaseoso de la vegetación (fotosíntesis, evapotranspiración, intercepción y flujo de carbono) (Zheng & Moskal, 2009). Sus aplicaciones están relacionadas con los impactos climáticos en la productividad, como indicador de estrés y enfermedades forestales. En general, existen dos métodos para estimar el LAI, el directo y el indirecto. El método directo se puede realizar mediante muestreos destructivos y el indirecto se basa en índices espectrales de vegetación. En este último, la serie Landsat corresponde a las bases satelitales más utilizadas por su resolución espectral, espacial y temporal (Zheng & Moskal, 2009).

Área de estudio

Toluca es una las ciudades más importantes de México, según los historiadores, la ciudad fue fundada por misioneros en marzo de 1522. Con sus 500 años de historia y transformación, es una zona urbana que combina cultura, economía y geografía únicas. Es núcleo fundamental de la zona metropolitana del valle de Toluca, derivado del corredor industrial Toluca-Lerma, el desarrollo y ampliación de vías de comunicación (aeropuerto internacional y tren ligero) y su proximidad con la Ciudad de México. Esto la convierte en la quinta metrópoli más poblada del país (Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México [IGECEM], 2022). La dinámica que gira en torno a la ciudad de Toluca ha puesto de manifiesto diversos desafíos, entre estos, el trasporte, la movilidad, los asentamientos urbanos, la marginación, la desigualdad, la seguridad pública, los servicios públicos, la contaminación, los espacios verdes, etc. Territorialmente, Toluca comparte dinámica económica y sociopolítica con los municipios de Lerma, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec (Arteaga, 2005), por lo tanto, conforman un área homogénea. Toluca,

con sus 47 delegaciones, alberga 910 608 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020), lo que representa el 5.3% de la población que habita el Estado de México. La región es un mosaico de edificios, vías de comunicación, áreas agrícolas, cuerpos de agua, suelo desnudo y áreas verdes. La infraestructura verde de la zona urbana de Toluca está conformada por parques, jardines, camellones y vías verdes (paseos). Según Martínez (2021), en el municipio existen 27 parques, 83 jardines, cinco paseos, nueve glorietas y 41 camellones. Sin embargo, no todas las áreas verdes cuentan con condiciones de extensión, equipamiento y localización para lograr el disfrute de la población urbana. Debido a lo anterior, para llevar a cabo este estudio se decidió seleccionar solo aquellas áreas verdes localizadas en la zona urbana, que forman parte de la identidad de la zona y que espacialmente tienen una superficie suficiente para su disfrute.

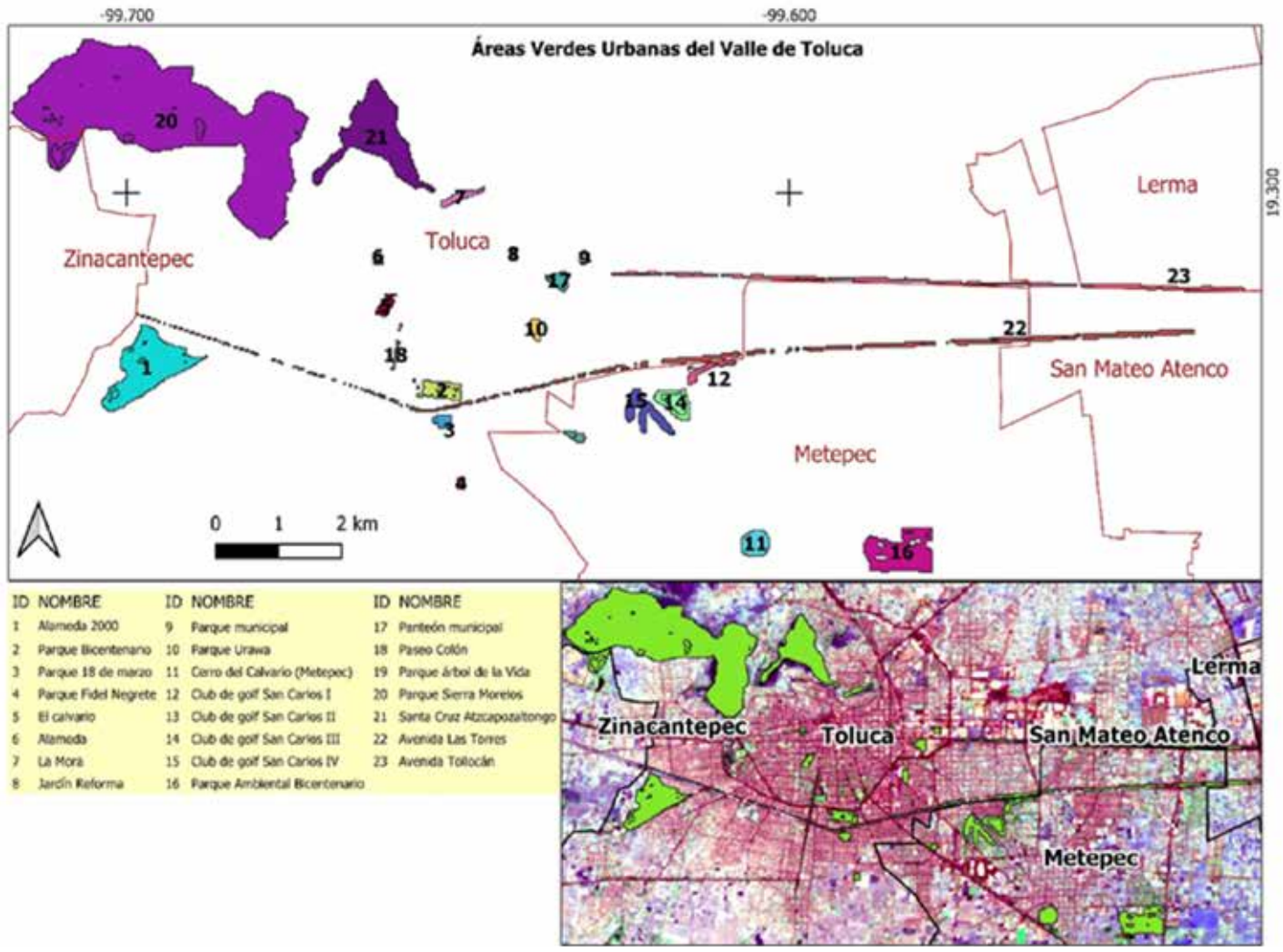
En este estudio, se analizaron 23 áreas verdes urbanas (Figura 1): Paseo Cristóbal Colón, Avenida Las Torres, Avenida Paseo Tollocan, Parque Alameda 2000, Parque Bicentenario (Ex zona militar), Parque 18 de marzo, Parque Fidel Negrete, Alameda (Parque Cuauhtémoc), Jardín Reforma, Parque Municipal, Parque Urawa, Parque Ambiental Bicentenario, Panteón Municipal, Parque Árbol de la vida, Cerro del Calvario (Cerro de los Magueyes), El Calvario (Matlazincas) y Sierra Morelos. Cabe destacar que el Parque Sierra Morelos se dividió en otras dos secciones: Santa Cruz Atzcapotzaltongo (La Teresona-Santiago Tlaxomulco) y el Bosque de La Mora, esto a partir de las vías de comunicación y asentamientos que se han desarrollado. Asimismo, se agregaron los cuatro clubes de golf San Carlos (privados), con el objetivo de comparar resultados en cuanto a las variaciones temporales de verdor y LAI, con respecto a las áreas verdes de carácter público.

Metodología

La metodología se dividió en dos etapas. En la primera etapa, se integraron las bases de datos climatológica y satelital para el periodo 2013-2014. Con el objetivo de poder visualizar la relación de la temperatura y precipitación con la vegetación, se construyó una base climatológica a escala diaria. Para ello, se seleccionó el Observatorio UAEM, estación climatológica ubicada dentro de la zona urbana, a fin de poder representar de forma general la climatología de la zona. En la segunda etapa, se delimitaron y calcularon los índices de vegetación espectral para cada AVU.

Figura 1

Localización de las 23 áreas verdes urbanas de interés (superior) y compuesto color verdadero (Landsat 8) de la zona urbana de Toluca (inferior derecha)



Nota. Elaborado con base en imagen Landsat 8 (USGS, 2014).

Se construyó una base de datos satelital Landsat 8 path 26 y row 47 del periodo 2013-2014. El acceso y descarga de las imágenes de satélite se realizó desde el portal del Servicio Geológico de los Estados Unidos de América (USGS).[1] Dada la resolución temporal de Landsat 8 es posible obtener una imagen cada 16 días, sin embargo, esto no siempre es posible por cuestiones técnicas de adquisición y por presencia de nubes. Con el objetivo de evitar ruido o errores en los índices espec-

1 https://earthexplorer.usgs.gov/

trales, solo se utilizaron escenas con baja o nula nubosidad, seleccionando cinco escenas para 2013 y siete para 2014 (Figura 2). En cuanto a la resolución espacial, se trabajó con un tamaño de pixel o celda de 30 m, es decir, 900 m^2. Por lo que es importante señalar que la superficie calculada para cada AVU puede no coincidir con datos del Ayuntamiento de Toluca. Finalmente, para calcular los índices de vegetación espectral se utilizaron valores de reflectancia de las bandas roja e infrarroja cercanas, esta proporción (Tucker, 1979) ha sido utilizada para analizar fenología, verdor, etc. (Beck et al., 2011; Zhu & Liu, 2015).

Resultados y discusiones

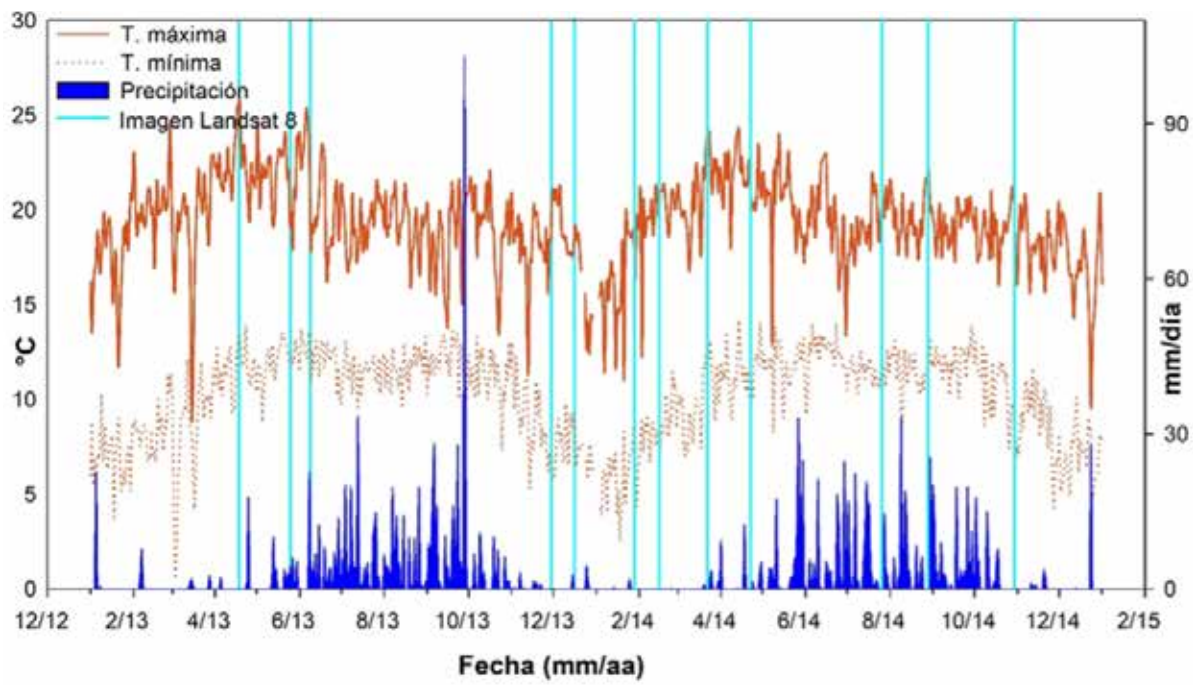
La zona urbana de Toluca ha tenido un crecimiento poblacional acelerado a partir del desarrollo del corredor industrial Toluca-Lerma. Desde entonces, la dinámica y deterioro de la urbanización se ha manifestado en el cambio de uso de suelo, niveles de contaminación, intensificación de la isla de calor urbana y la presión por los recursos y servicios. Toda esta transformación del territorio ha alterado la climatología, la región se percibe más cálida y se han intensificado las tormentas y granizadas (Mastachi-Loza et al., 2016; Vilchis & Garrocho, 2018).

El análisis climatológico permitió identificar que en el año 2014 se presentó menos precipitación (784.7 mm/año) comparado con el 2013 (838.6 mm/año), asimismo, para este último ocurrió un evento atípico de precipitación mayor a 100 mm/día (Figura 2). Las 23 AVU son áreas únicas y contrastantes en cuanto a su composición, tamaño y forma. La delimitación de las AVU se basó en el NDVI mayor a 0.2, por lo que banquetas o bordes no fueron considerados como parte del área verde, por tanto, la superficie calculada es menor a la considerada por el Municipio.

Por otro lado, a fin de evaluar si se cumple con la superficie recomendada por la OMS, se consideró la población y AVU pertenecientes al municipio de Toluca y se calculó el área verde urbana por habitante. Los resultados indican que actualmente en el municipio de Toluca se cuenta con 10 m^2/habitante de área verde urbana. La superficie destinada como AVU es adecuada al tamaño de población, aunque quizá falta analizar si la composición y estructura de los elementos vegetales en estas áreas es adecuado y suficiente para amortiguar los efectos de la urbanización y mejorar la condición de sus habitantes.

Figura 2

Climograma de la zona urbana de Toluca (2013-2014) y temporalidad de las imágenes Landsat 8 empleadas para calcular NDVI y LAI



Nota. Elaborado con base en datos climatológicos de CONAGUA (2012-2014).

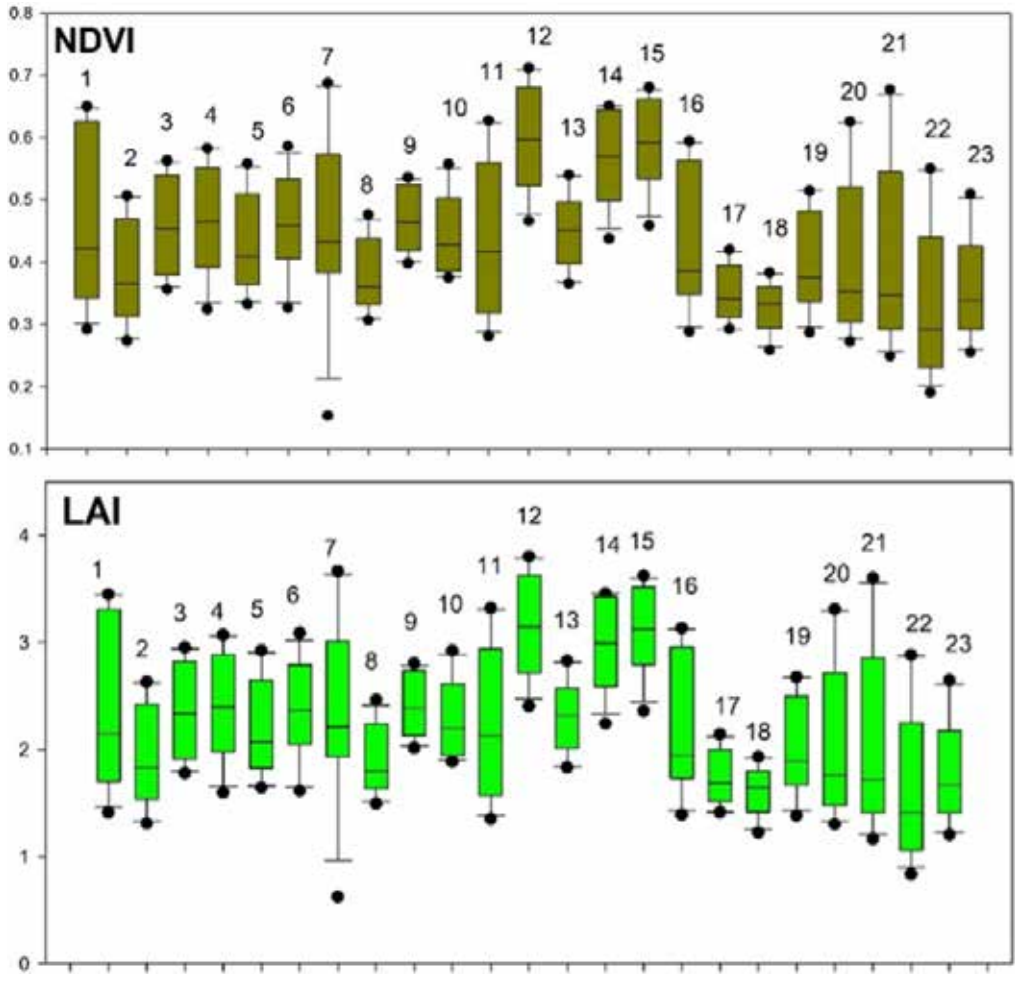
Los parques Sierra Morelos (20), Santa Cruz Atzcapotzaltongo (21) y Alameda 2000 (1) son los de mayor tamaño y solo estos representan el 74% (80 ha) del área verde urbana de Toluca, por lo que son los principales pulmones de la mancha urbana. Con el fin de observar la dinámica de la vegetación, se eliminaron del estudio los cuerpos de agua contenidos en estas áreas. En la Figura 3, se aprecia de forma general que las áreas verdes con mayor verdor son los clubes de golf San Carlos (12-15), seguido del parque Alameda 2000 (1); por el contrario, las áreas con menor verdor son Paseo Colón (18), Panteón municipal (9), Jardín Reforma (8) y Paseo Tollocan (23).

Los valores de NDVI y LAI, además de permitir identificar verdor y cobertura foliar, permiten identificar la ocurrencia de incendios forestales, tal es el caso del Bosque la Mora (7), donde se observaron valores de NDVI menores de 0.2 (después de incendio) y LAI mayor a 3.5 (etapa de re-verdor). Cabe mencionar que en los parques La Mora (7), Santa Cruz (21) y Sierra Morelos (20) es frecuente la ocurrencia de incendios forestales en la temporada de secas (enero-junio). En jardines

y parques se observa un comportamiento más homogéneo (Figura 3), en cuanto a verdor, producto del mantenimiento (podas y riego) que reciben, así como los elementos que los integran, entre estos: 18 de marzo (3), Fidel Negrete (4), Alameda (1), Municipal (9), Urawa (10) y el Calvario (5).

Figura 3

Dinámica espaciotemporal de índices espectrales en las áreas verdes urbanas de la ZUVT (2013-2014)



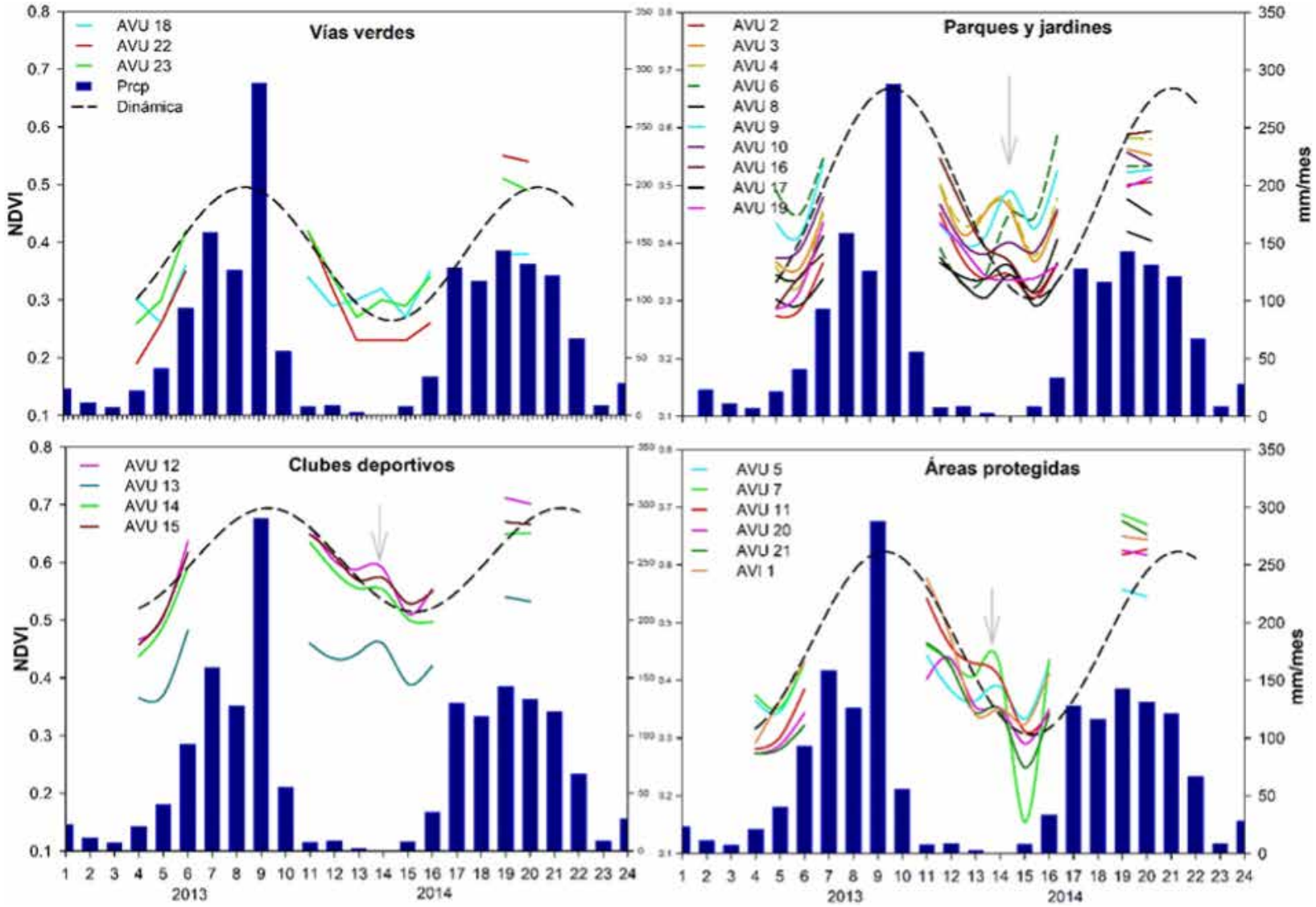
Nota. Elaborado con base en índices espectrales obtenidos de imágenes Landsat 8 (2013-2014).

Toluca es una región con un régimen pluvial mayor a 800 mm/año, sin embargo, este recurso no se encuentra disponible todo el año y dado que no todas las áreas verdes urbanas cuentan con un riego constante, se analizó la dinámica estacional y se relacionó con la precipitación mensual. El riego en las áreas verdes urbanas es un requerimiento básico que no puede ser suplido en su totalidad por la precipitación, ya que en varios espacios se observan plantas de ornato y pastos que

requieren riego constante, esto bajo el supuesto que se desea un espacio estético y en buen estado. Con el objetivo de sintetizar el comportamiento de las áreas verdes se agruparon en cuatro categorías: vías verdes, parques y jardines, clubes deportivos y áreas protegidas. En la Figura 4, de forma general se observa que en todas las categorías existe dinámica estacional, se aprecia una curva con altibajos, donde los valores más bajos de cobertura vegetal se presentan en la temporada seca y los valores más altos a finales de temporada de lluvia (septiembre), esto se observa aún en los espacios privados (clubes de golf).

Figura 4

Categorización de las AVU y dinámica estacional de NDVI y precipitación



Nota. Elaborado con base en en índices espectrales y datos de CONAGUA (2012-2014).

La categoría vías verdes está integrada por Paseo Tollocan, Las Torres y Colón, las dos primeras son ejes de la estructura urbana vial más importante entre Zinacantepec, Toluca, Lerma y Ciudad de México; con movimientos bidireccionales y separadas por un camellón de cedros (Cedrus spp.), sauces (Salix spp.), eucaliptos (Eucalyptus spp.), arbustos, pasto, entre otros. La vialidad Colón es un paseo emblemático con cedros, liquidámbar y jardineras. Recientemente, la Dirección General del Medio Ambiente implementó un operativo para retirar el 23% de los árboles con condiciones fitosanitarias irremediables o que ya no tienen vida, ya que se trata de organismos con más de 100 años. Los parques y jardines están compuestos por varios elementos: árboles, arbustos, plantas de ornato e infraestructura como andadores, área de juegos, bancas y áreas deportivas o de ejercicio.

Por la afluencia cotidiana en estas áreas, la Dirección de General de Servicio Públicos brinda mantenimiento y riego de forma continua. La categoría parques o áreas protegidas integra los principales pulmones de Toluca y sus alrededores: Parque Sierra Morelos, Santa Cruz, Bosque la Mora, Cerro de los magueyes y El Calvario (Matlazincas). Por la extensión y heterogeneidad de estas áreas se aprecian rangos diversos de LAI y NDVI, sin embargo, en este tipo de áreas los valores de verdor y cobertura son los más bajos. Esto puede deberse a que varios de estos espacios están cubiertos por pastos y herbáceas, que responden fácilmente al estrés hídrico y heladas, las cuales son comunes en la zona entre los meses de noviembre a marzo.

Conclusiones

Las áreas verdes urbanas son espacios dentro o en la periferia de las ciudades, conformados por árboles, arbustos o plantas, que pueden cumplir roles como la rehabilitación del entorno, el esparcimiento, la recreación, la protección, la delimitación y, por su puesto, como áreas amortiguadoras de los efectos negativos de la urbanización. En el análisis espaciotemporal de las áreas verdes urbanas, se identificaron dos puntos de gran relevancia:

- La zona urbana de Toluca cuenta con 10.76 m^2 de área verde por habitante, por lo que cumple con la superficie mínima recomendada por la OMS.

- Las AVU presentan una gran dinamia espaciotemporal que obedece en gran medida a la disponibilidad hídrica. En temporada de lluvias (junio-octubre) se puede aplicar riego esporádico, sin embargo, en la temporada seca (enero-mayo) es imprescindible el riego continuo y programado, especialmente en jardines.
- Las AVU cumplen funciones ecosistémicas y de bienestar a la población, entre estas, la amortiguación de ruido, la reducción de temperatura de superficie, la recreación y belleza escénica, el refugio de animales y la intercepción de precipitación.

La información presentada pretende sentar bases que permitan a los tomadores de decisiones y administradores desarrollar e implementar políticas que ayuden a lograr un desarrollo urbano sostenible para los habitantes de la zona urbana de Toluca. En este sentido, la integración del conocimiento de los servicios ecosistémicos y la dinámica espaciotemporal de las áreas verdes urbanas pueden ser de gran valor en la planeación urbana, a fin de mitigar los problemas ambientales y de salud en las zonas urbanas.

Referencias

Arteaga, N. (2005). Los estudios sobre la zona metropolitana del valle de Toluca: Aproximaciones estructurales y centradas en los actores. *Región y Sociedad, 17*(33), 70–105.

Beck, H. E., McVicar, T. R., van Dijk, A. I., Schellekens, J., de Jeu, R. A., & Bruijnzeel, L. A. (2011). Global evaluation of four AVHRR–NDVI data sets: Intercomparison and assessment against Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment, 115*(10), 2547–2563.

Calderón-Contreras, R., & Quiroz-Rosas, L. E. (2017). Analyzing scale, quality and diversity of green infrastructure and the provision of Urban Ecosystem Services: A case from Mexico City. *Ecosystem Services, 23*, 127–137.

Chan, K. M., & Vu, T. T. (2017). A landscape ecological perspective of the impacts of urbanization on urban green spaces in the Klang Valley. *Applied Geography, 85*, 89–100.

Gaston, K. J., Ávila-Jiménez, M. L., & Edmondson, J. L. (2013). Managing urban ecosystems for goods and services. *Journal of Applied Ecology, 50*(4), 830–840.

Georgios, P., Diofantos, H. G., Kyriacos, T., & Leonidas, T. (2010). Spectral vegetation indices from field spectroscopy intended for evapotranspiration purposes for spring potatoes in Cyprus. *Proceedings of the SPIE, 7824*(782410).

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science, 319*(5864), 756–760.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. (2022). *Sistema Estatal de Información Urbana, Metropolitana y Vivienda.* Gobierno Del Estado de México-SEDUyM. http://plataforma.seduym.edomex.gob.mx/SIGZonasMetropolitanas/PEIM/descriptiva.do

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo Población y Vivienda 2020.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html

Martínez, A. B. (2021). *Áreas verdes como factor de vida en la cabecera municipal de Toluca* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de México, México. https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/111619

Mastachi-Loza, C. A., Becerril-Piña, R., Gómez-Albores, M. A., Díaz-Delgado, C., Romero-Contreras, A. T., Garcia-Aragon, J. A., & Vizcarra-Bordi, I. (2016). Regional analysis of climate variability at three-time scales and its effect on rainfed maize production in the Upper Lerma River Basin, Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 225*, 1–11.

Miller, R. W., Hauer, R. J., & Werner, L. P. (2015). *Urban forestry: Planning and managing urban greenspaces.* Waveland press.

Rafiee, R., Mahiny, A. S., & Khorasani, N. (2009). Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 11*(6), 431–438.

Ren, Z., Pu, R., Zheng, H., Zhang, D., & He, X. (2017). Spatiotemporal analyses of urban vegetation structural attributes using multitemporal Landsat TM data and field measurements. *Annals of Forest Science, 74*(3), 1–14.

Revah, L. O., & Espejel, I. (2015). *Cuando las áreas verdes se transforman en paisajes urbanos. La visión de Baja California.* El Colegio de la Frontera Norte.

Richards, D. R., & Belcher, R. N. (2019). Global changes in urban vegetation cover. *Remote Sensing, 12*(1), 23.

Shahtahmassebi, A. R., Li, C., Fan, Y., Wu, Y., Gan, M., Wang, K., Malik, A., & Blackburn, G. A. (2021). Remote sensing of urban green spaces: A review. *Urban Forestry & Urban Greening, 57,* 126946.

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., & Williams, J. R. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas.* Inter-American Development Bank.

Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment, 8*(2), 127–150.

United Nations. (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision-Highlights.* UN.

USGS. (2014). *Earth Explorer* [Landsat 8]. https://earthexplorer.usgs.gov/

Vilchis, I., & Garrocho, C. F. (2018). Comportamiento termopluviométrico en la zona metropolitana de Toluca: El deterioro ambiental de las ciudades. *Sociedad y Ambiente, 18,* 145–173.

Weiss, M., Baret, F., Smith, G., Jonckheere, I., & Coppin, P. (2004). Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination: Part II. Estimation of LAI, errors, and sampling. *Agricultural and Forest Meteorology, 121*(1–2), 37–53.

Xian, G., Crane, M., & Su, J. (2007). An analysis of urban development and its environmental impact on the Tampa Bay watershed. *Journal of Environmental Management, 85*(4), 965–976.

Zheng, G., & Moskal, L. M. (2009). Retrieving leaf area index (LAI) using remote sensing: Theories, methods, and sensors. *Sensors, 9*(4), 2719–2745.

Zhu, X., & Liu, D. (2015). Improving forest aboveground biomass estimation using seasonal Landsat NDVI time-series. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 102*, 222–231.

Capítulo IV

Reflexionemos sobre neopatrimonializar: entender y defender la raíz de la vida desde un enfoque político colaborativo de conservación

* *Práxedes Muñoz Sánchez* [A]

Resumen

A partir de la memoria de paisajes, las sensaciones en el colectivo y personales, se percibe el poder transformador de las identidades culturales como herramientas de conservación de escenarios que tienen un valor crucial en la recuperación de los usos y disfrutes del medio natural, así como del patrimonio que contribuye a la preservación de la memoria cultural. Al utilizar los recuerdos que nos conectan con nuestras raíces, se nos presenta la oportunidad de explorar nuevas formas de construir el patrimonio, descolonizando los saberes y promoviendo procesos de movilización territorial y conservación del medio natural. A partir de memorias selectivas en función de las necesidades identitarias, se crean herramientas neopatrimoniales que proponen un enfoque holístico, alejado de identidades esencializadoras, a partir de (a) la salida del medio original, (b) la memoria de los usos del territorio (cultural, social y ambiental), (c) la idealización de la memoria, y (d) la conservación y uso de la memoria. Mediante etnografías centradas en el uso de la memoria y su representación, se presentan prácticas que fomentan una nueva esencia del patrimonialismo que vivencie una memoria cultural territorial a través de la protección de las raíces de la vida y el diálogo de saberes en la recuperación y comprensión por parte de las nuevas generaciones.

Palabras clave: *memoria, paisaje, patrimonio, recuperación, identidad*

* Universidad Católica de Murcia

[A] *pmunoz@ucam.edu*

Introducción a la memoria en la patrimonialización de paisajes como bien cultural

El inicio del patrimonio va en concordancia con ciertas políticas de conservación que indudablemente nos deleita en buscar identidades, forjar qué es lo que la población requiere recordar, recuperarlo de la población y, después, hacer presión institucional para hacer políticas de conservación.

Recordar viene de *recordari*, re (de nuevo) cordari (de corazón), sería "volver a pasar por el corazón" y memoria es el que recuerda (en griego *anamnesi*), también como Platón llevó a la teoría de la reminiscencia con el conocer es recordar, por lo que el saber y el pretender conservar para deleitar estas memorias, facilitan su conocimiento y un patrimonio que vaya en son de defender la raíz de la vida y la *Nature*. También es denominado como modelo de patrimonio patriarcal (Jiménez-Esquinas, 2016), en términos feministas y utópicos, eludir a un sistema de control y económico en el que ha nacido los ideales de patrimonialización (Foucault), y en el caso alternativo, descolonial y despatriarcal, hallar estos valores en la ética, en el cuidado, el afecto y la emotividad; por ello, se requiere la perspectiva de género en la práctica de patrimonializar y, por qué no, la conservación de la Madre Naturaleza, o el buen vivir desde la filosofía andina, como realza Joaquín Araujo, naturalista y poeta, "¡Viva la vida! Fraternidad con la naturaleza" "y que la vida te/nos atalante".

El Convenio Europeo del Paisaje aprobado por el Consejo de Europa (2000) afirmó que "el paisaje desempeña un papel importante de interés general en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social" (p.1). Su objetivo principal es "promover la protección, gestión y ordenación de los paisajes, así como organizar la cooperación europea en ese campo" (p.3). Hay que remontarse a la Francia del siglo XIX para hablar de los objetivos de conservación del patrimonio vinculados a procesos utilitaristas del "papá" Estado, que no es "mamá", por lo que se ha ido cargando la palabra patrimonio de todo un ejército de poder que requiere reflexión en cuanto a poscolonialismos.

El *paisaje* como término es complejo, pero los especialistas coinciden en varios aspectos:

> El paisaje no es una simple imagen, sino que incluye aspectos como los sonidos, los olores, el movimiento, el silencio, etc. Un mismo paisaje es interpretado de forma distinta por cada persona, es decir, interviene la percepción individual. [...] El paisaje es un

> recurso, un bien patrimonial [...] que conviene gestionar racionalmente sin permitir que se pierda. (Madrid & Pérez, 2006, p.29)

Actualmente, estamos en revisión de valores y significados del patrimonio, y en este caso, desde el territorio, paisaje, uso y reconversión, existen tendencias a recuperar estas raíces de la vida, haciendo un uso y rememorando los valores recogidos a partir de investigaciones desde la complejidad y la diversidad de un diálogo de saberes, en el que convivir favorece entender las variables del territorio, en etnografías del naturalista, antropólogo como fotógrafo, artista en general y docentes, que mantienen en esencia los valores de la reminiscencia. A esto sumamos iniciativas terapéuticas como las realizadas por Halldora y su equipo (Delgado et al., 2013) con enfermos de Alzheimer, en estudios en consonancia con experiencias de la memoria con elementos y sensaciones, idas y venidas a la memoria, que pueden percibirse con diferentes escenarios vividos en el museo.

Otras acciones que se realizan pueden representar a la sociedad o, por lo contrario, esencializar y alejar los usos del medio y su representatividad; poscolonializar y alejar el sentimiento de conservar y recuperar desde el ejercido por el Estado para favorecer una ciudadanía funcional, que encontramos en renombrar en ruinas, materialidad y apropiaciones, en el juego entre patrimonio turismo y política (Andrade, 2018), que aleja de la identidad, la cultura y de prácticas del diálogo de saberes.

Otras de las inquietudes que se presentan son las necesidades de reforzar identidades, ¿puede responder a un pretexto universal para fines de empoderamiento *institucional*? ¿visibilizar la subalternidad, ya que así ha ido estigmatizándose?, pero ¿qué alternativa hay, si no se visualiza o se hace algún tipo de discriminación positiva? Lo cierto es que la memoria puede politizarse desde un planteamiento de praxis, de cambios, de reformulación de las políticas estatales y, a su vez, del geopensamiento, en concordancia o *versus* con las identidades liberales. El individuo forja una identidad necesaria frente a la colectividad cultural particular (Kuper, 2001), a veces construida desde una reivindicación colectiva, recreación de la memoria compartida y comprobación de sus resultados (colectivamente-intergeneracional-institucional). A voces de Jelin (2019), interesa revisar cómo hacer un patrimonio representativo y, en una cultura urbana, una lucha por la memoria social.

Etnografía como metodología para neopatrimonializar desde sus protagonistas

En resumen, la metodología que se aporta desde un compromiso con el diálogo de saberes es la etnografía reflexiva y comprometida en el escenario. En este capítulo, la presentación de material analizado parte de un enfoque antropológico en el territorio y en las prácticas de la ciudadanía como de las instituciones, para hacer alarde de la memoria del paisaje, cultural e histórica.

El material recopilado es fruto de entrevistas en profundidad a personas de a pie en los escenarios (colegios en el entorno del Mar Menor, grupos ecologistas, museógrafos, agricultores de Murcia, cortijeros, cronistas, musicólogos y escritores); el objetivo principal de la investigación se ha enfocado en conocer cómo se han representado el patrimonio y si es real o imaginario junto a propuestas para identificarse. A esto acompaña material fotográfico y la etnografía reflexiva (Muñoz, 2016b) por pertenecer al propio escenario, la autora.

Memorias selectivas identitarias en el territorio en pro del diálogo de saberes

¿Qué necesidades identitarias surgen? Cada territorio, tiempo y encuentros de paisajes y personas requieren una identidad en función de cómo el Estado desea retener la memoria, sujeto a políticas globales que revitalizan, materializan o asesinan esas memorias; respuestas de memorias selectivas en pro/contra de identidades y su conservación.

La memoria puede ser selectiva en función de las necesidades identitarias (individuales y colectivas, sociedad civil e instituciones), en esta complejidad, denomino segmentos de la memoria en cuatro fases que pueden ser sincrónicas o diacrónicas, responden a cómo son y cómo se construyen: (a) Salida del medio original; (b) Memoria de los usos del territorio (cultural, social y ambiental); (c) Idealización de la memoria; (d) Conservación de la memoria. A continuación, se destacan algunos de las teorías y prácticas de los orígenes de estas memorias selectivas.

Salida del medio original

El salir del lugar de confort, de la residencia, de donde has nacido o de donde te identifican y sabes que cuando vuelvas, todo va a quedar igual, es un referente en la vida, está en las conversaciones de

tu nuevo lugar con relativos continuamente al de origen. Las causas son diversas: migración, exilio, refugio, incomprensión en el lugar de origen y espíritu viajero, etcétera.

Según Ogbu (1978), tiene un enfoque ecológico sobre la existencia de dos tipos de minorías: "voluntarias" o inmigrantes con un carácter optimista y para la mejora de oportunidades y mayor libertad política, y la "involuntaria" o de tipo casta, en sectores de población que no ha podido elegir, a través de regímenes esclavistas, conquista o colonización, o cuando se convierten en minorías con problemas de adaptación y de inclusión en el país de acogida.

El tiempo es otro factor que deriva en una vuelta al unísono, justo tras el primer objetivo conseguido, tras un proceso de adaptación, o de asumir sentirse extranjero tanto en el lugar de origen como en el de acogida, el migrante piensa que su estancia será por un breve tiempo (a veces se alarga y es toda la vida), y durante el espacio, se traslada desde lo legal o ilegal, desde la violencia de la exclusión y el desconocimiento cultural de cada quien, y como consecuencias se perciben otras violencias al no poder regresar (Síndrome Ulises, rupturas familiares, poligamias, casamientos, ablación, tendencia sexual, pérdida de pertenencia en origen y derechos, etc.). Maalouf (1999) describió la complejidad de la identidad, de sentirse de un lugar (mitad-mitad), y los significados existentes, pero también las imposibles denominaciones tajantes que se intenta recrear con la identidad.

A partir de etnografías educativas y con colectivos de población inmigrante, sobre todo, mujeres, hombres y sus hijos, en este caso en España (migrantes europeos), Senegal, Marruecos y Argelia y en otros lugares de América Latina, población guatemalteca que tuvo que refugiarse en México, migración mexicana al interior del país y población Haití en Chile, me atrevo a comunicar el estrecho vínculo que se mantiene con el territorio, a veces solo son recuerdos que se preservan en los viajes en el sentir de la familia, y otros mantienen todavía un recuerdo de espacios colectivos, como es el caso de Fátima, una niña de 5 años que dibujó la casa de sus abuelos en Marruecos, en vez de dibujar su casa en Murcia donde nació, lugar de emigración de sus familia en España.[1]

---

1 Taller de cuidados entre mujeres (magrebíes y españolas) en Torres de Cotillas, con la Asociación AMÁFRICA.

Memoria de los usos del territorio (cultural, social, política y ambiental)

En este caso, la memoria y el recuerdo siempre juegan con la identidad, las costumbres y el futuro (inmediato y lejano). Sería una composición fácil de adquirir en cuanto a qué nos hace entender las raíces de cada quién y de las que se han recreado, y aquí va comenzando lo que se ha denominado *patrimonio*, pero ¿este ha permitido sus identidades utilitarias para una separación de ciudadanía? Lilla (2018) nos hace reflexionar sobre los objetivos que las identidades liberales pueden ejercer con un discurso político fragmentado. Sigue siendo compleja la memoria y necesaria de visualizar y, con la postmodernidad, puede llegar a reinventar en el simbolismo de recrear cada memoria. Dejo en este espacio la imagen que considero movió ese recuerdo, esos usos del territorio y su relación con el colectivo (Figura 1).

Figura 1

Horno de Chiribel, Almería, España

Nota. Fotografía de Modesto García.

Este es un ejemplo de cómo cuando mostré esta imagen en la conferencia: "Cultura, tradición y cambio. ¿Hacia dónde camina el mundo rural?" en el curso *Cultura tradicional y cambio. Efectos socioeconómicos y culturales en el mundo*, en la Universidad de Almería, hubo personas que lloraron y sonrieron, e incluso olieron los dulces y el pan, y manifestaron asombro y añoranza.

Estas memorias son complejas de evitar y mueven hacia un activismo, por ello, se volvió a hablar sobre cómo proteger este espacio, que es "del pueblo" aunque pertenezca a una familia, sobre todo por los momentos que cada uno ha compartido con sus allegados, y más, en fechas señaladas (Navidad, Pascua, festividades familiares).

Idealización de la memoria

La salida del lugar de origen suele alterar, rememorar, olvidar o exagerar los recuerdos que se memorizan, real o falsa, a veces sentimientos encontrados, síndrome de Ulises, compromisos para recordar, lazos con el pasado, entre otras muchas acciones de ser vivenciadas.

En el caso del territorio y con relación a la migración, existe toda una diversidad de ejemplos que pueden representarse tales como artistas, literatos, científicos (fuga de cerebros), viajantes que representan sus lugares de origen como iluminados, "ilusos", pero que también podríamos denominar *identidades asesinas* (Maalouf, 1999) en ese proceso, llamémosle ilusión óptica o ilusión de la memoria. En este caso, en la localidad de mi residencia, hay académicos que están en otros lugares de residencia, como la obra de Ana Vidal Egea en Dolores-Manhattan, que como ella afirma, reconstruye parte de su existencia.

A continuación, se observa en la Figura 2 iconos de la realidad cargados de ilusiones, probablemente lejos de esas realidades, parte de una etnografía sobre el folklor que surge de población ecuatoriana en Murcia, con una reivindicación sobre las festividades de sus pueblos originarios.

Bailes que rememoran identidades entre la realidad y lo ficticio, pero intenta parecer lo que han vivenciado sus ancestros, con o sin entendimiento de la realidad. Así podemos verlo tanto en población migrante como en la que es nativa, en la búsqueda de raíces, de sentido y pertenencia a un lugar, a una cultura, mezclado con la ilusión de que no se olvide quienes son o de dónde vienen.

Figura 2

Folklor de población ecuatoriana en Murcia

Nota. De lado izquierdo, otavaleñas (comunidad migrante de Ecuador en Murcia). De lado derecho, Amaruk, artista y escritor ecuatoriano en España. Fotografías cedidas por Ximena y Amaruk.

Los otavaleños que residen en estas localidades trabajan en dos actividades muy bien enmarcadas, durante el invierno y el otoño se dedican a tiempo completo a la agricultura; mientras tanto, en la primavera y el verano se dedican al comercio de artesanía, que hacen de forma itinerante, visitando todos los mercadillos de la región y las fiestas patronales de cada lugar.

Durante mayo, junio y julio, los pueblos originarios tanto en Ecuador como los que residen fuera se dedican a preparar las "Fiestas de Inti Raymi", que consiste en celebrar el solsticio de verano con la finalidad de agradecer a la Madre Tierra y al dios Sol (Inty).[2] Pinilla (2014) realizó toda una identificación de estas festividades en Madrid, con su revitalización cultural y la representación de movimientos sociales con todo un sentido de renovación, que denominan *identidad compartida*, porque tiene el interés de población sudamericana, andina, confluyendo diversos países.

2 https://www.youtube.com/watch?v=HS-eXWa4q10

Mucha de la población ecuatoriana de origen migrante ha conocido esta festividad desde la lejanía, en la búsqueda de sus identidades o de dar un uso colectivo y, por ello, se revitalizan estas costumbres e incluso se da un espacio a la cultura de sus generaciones, se lleva a la escuela, se lleva a los encuentros de danzas del mundo y fiestas interculturales (Figura 3). Se fortalece este conocimiento y poco a poco se moviliza y se utiliza para conocer aspectos culturales, idiomas, reivindicaciones de espacios públicos. En Murcia, hay todo un debate por las dificultades existentes para hallar lugares de encuentro, se suelen reunir en canchas deportivas y espacios subalternos, sin baños públicos o instalaciones en mal estado.

Figura 3

Cartel fiesta Inti Raymi (San Javier, Murcia)

Nota. Tomado de Ayuntamiento de San Javier, Murcia.

Estas manifestaciones dan pie a entender un patrimonio vivo, o llamémosle *encuentro de raíces* y, en definitiva, se idealizan costumbres, se reinterpretan y se generan nuevas costumbres, en relación con la cultura y el territorio.

En relación con una etnografía reflexiva, aporto mi propio paso por la idealización de mi cultura, de mi lugar originario, que si lo he destituido en muchas ocasiones, incluso por ser el campo un espacio subalternizado, y todo el proceso de campus *versus* pueblo y campus *versus* ciudad, me fue difícil entender quién, por qué y cómo era yo, lo que me ha definido, y cómo tras entender la idealización que nace cuando migras y hablas de los orígenes, se observa un cambio trascendente en relación con "el mundo entero como lugar extraño" (García-Canclini, 2014) en las dinámicas transnacionales, que bifurcan identidades y los estereotipos al sentirse extranjero, así como la comodidad o incomodidad que surge en el lugar de acogida. En este caso, presento una imagen que está en el subconsciente y en mis referentes paisajísticos (Figura 4).

Figura 4

Exposición fotográfica Nilot "Porque nos merecemos un reportaje"

Nota. Fotografía de Nilot. Véase también video de la exposición realizada por su autor.[3]

3 https://www.youtube.com/watch?v=j31ZbeoCsJo

En este caso, reconozco en esta foto un espacio peculiar, el bar del pueblo, el bar de mi padre, donde siempre iba a comprar "chuches", helado y bebidas cuando íbamos a misa. Un lugar que no es para mí bonito o agradable cambia cuando te alejas, y se va consolidando en un patrimonio local, como ha realizado este fotógrafo en su exposición, que hace un reportaje de familias que viven en una misma calle de la localidad, Dolores de Pacheco, en Murcia, cuyo significado para la población ha sido y sigue siendo, desde 2011, como un impulso de empoderamiento local y reconocimiento de su cotidianidad. Otra forma de hacer patrimonio.

Conservación y uso de la memoria

El papel de la conservación da un poquito de miedo, las estructuras de poder que se han levantado en relación con políticas de patrimonio pueden ayudar a conservar o, de lo contrario, no resuelven, sino que se alejan, esencializando.

Acercar la conservación a un sentido comunitario es uno de los aprendizajes que, como antropóloga, reconozco en América Latina, el sentido de la interdependencia, su apuesta por valorar el poder colectivo y los procesos de resistencia (Muñoz-Sánchez, 2009, 2016a, 2016b), en el que la humildad por los pueblos originarios nos lleva a entender esta ecodependencia y la necesidad de su conservación, con relación a la economía ecológica y feminista (Herrero, 2018).

Si el paso por el reconocimiento y por qué no, la idealización en el proceso de la memoria nos ayuda a entender qué valores existen en el territorio, en el paisaje, en su gente, pero también lo que menos nos gusta; vamos a ir dando paso a entender el encuentro de saberes sobre qué, por qué y cómo conservar.

Se requiere explorar los límites, la vulnerabilidad y la subalternidad que se ha forjado. Los paisajes que se presentan son ilimitados y móviles, se requiere conocer lo que ha existido y las nuevas representaciones, las nuevas ruralidades y campesinado, los nuevos escenarios que se pueden disipar en los puertos (García & Muñoz, 2018), las nuevas fachadas debido a los cruceros (Figura 5), que forjan una pared artificial, moderna y *versus* del horizonte (posiblemente visto en Puerto Vallarta y la serie televisiva *Vacaciones en el mar*, con aspectos patrimoniales desde el ir y venir de personas, recursos económicos y un sentir interiorizado por sus habitantes y visitantes).

Figura 5

La otra fachada marítima del puerto de Cartagena

Otra necesidad es defender nuevos patrimonios, algunos complejos de ser reconocidos; en este caso, las acciones colectivas y los encuentros de intereses dispares, requieren una escucha con la población interesada, autóctona; en definitiva, las prisas y procesos de subvenciones y partidas presupuestarias en un sistema poco dialogante y estructural, no permite un diálogo de saberes.

En este espacio se pretende ir más allá y sentir que estas posibilidades existen y permiten una colaboración decolonial (Quijano, 2007), algunas ya han sido presentadas en el texto, otras están por verse y no daría este espacio solo para mencionar ejemplos, que igualmente, si están vivos, están en proceso. En definitiva, para conservar se requiere:

- Identificar qué necesita ser recordado
- Definir qué requiere mantenerse vivo y para qué
- Establecer cómo hacer esta conservación para las nuevas generaciones
- Analizar con los sectores cómo quieren patrimonializar, rememorar, recordar…
- Reflexionar cómo reconstruir la memoria (glolocal)

- Llevar proyectos ciudadanos y democráticos: educación, sociedad civil organizada (juntas vecinales, promotores, asociaciones, representantes municipales), prácticas cotidianas, rituales democratizados, etc.
- Hacer la calle el lugar de encuentros patrimonializados, pero evitar fiestas esencialistas: la recogida de jábega, pesca del atún, el día de las cuadrillas, el día de África, etc.

En la Figura 6, se representa una imagen de la recogida del arte de pesca que se conmemora en una festividad de un pueblo de pescadores en Portús, Cartagena, Murcia;[4] esta actividad todavía se observa como algo innovador, novedoso y que está quedando en una fiesta local poco representativa, pero en movimiento, que puede transformar el patrimonio y ser visible en el ámbito socioeducativo y cultural; la localidad tiene apenas actividad pesquera y una población en total de 17 habitantes, aumentando en periodo vacacional; como afirmó Rubio (2014), se requiere la antropología y maritividad en este análisis patrimonial.

Figura 6

Cala y recogida de la Jábega en la festividad de Portús, Cartagena

Nota. Tomado de Amigos de la Barca de Jábega (2017).

4 Festividad de "Cala y recogida de jábega en El Portús". https://www.youtube.com/watch?v=GGaMbSAom6k

Con la situación de COVID, el colegio Félix Rodríguez de la Fuente,[5] en Los Nietos, Cartagena, Murcia, decidió innovar en el medio natural acercando al alumnado a su entorno, para trabajar desde la Natura y estudiar para conocer las dificultades del Mar Menor, una laguna salada que tienen un fuerte deterioro; todo ello está dinamizando el conocimiento y su vivencia. La escuela puede estar muy alejada de las realidades, en un propósito únicamente curricular e institucional y esta opción es un ejemplo para otros muchos escenarios en el ámbito de la naturaleza como de elementos de la historia y de la actualidad (plazas, granjas, huertos, estaciones de transporte, cementerios, etc.). El proyecto "La playa es mi cole" cuenta con un apoyo institucional, que va en consonancia con conocer el medio ambiente, conservarlo y preservarlo, junto al aprovechamiento de espacios naturales para la enseñanza y el aprendizaje (Figura 7).

Figura 7

Colegio de Los Nietos, Murcia, durante COVID dan las clases a orillas del Mar Menor

Nota. Tomado de La Verdad (2021).

5 Este centro ha sido premiado en su proyecto "La Playa Es Mi Cole" ha recibido premios su director, Alfonso Vera, la nominación al Global Teacher Prize 2021.

Este proyecto está apoyado por múltiples iniciativas privadas y públicas, y se espera que no sea solo una estrategia institucional, sino que la ciudadanía sea beneficiaria. En una de las entrevistas realizada en este colegio a la población migrante, se comentó lo siguiente: "mi hijo presume a todos sus primos de Marruecos que este cole es muy chulo, lo pasamos muy bien en la playa, porque damos clase en la arena y hemos salido en la televisión" (madre de procedencia magrebí).

Otro ejemplo es el que Modesto García estima dejar como legado, recreando el espacio del cortijo y todos sus significados. En la Figura 8 se observan cortijos abandonados junto a estilos de vida en procesos tanto de huidas como reencuentros en una vuelta a la vida rural. Algunas imágenes evidencian que sus propietarios tenían la intención de volver y, efectivamente, este proceso de patrimonialización no puede obviar las intenciones de la población migrante en su lugar de origen. El patrimonializar estilos de vida permite que espacios vuelvan a revivir un pasado, remoto, pero vivo.

Figura 8

Buscando un espacio que recrear como cortijo y sus usos: molino, horno, parra, porche, olivos, olor a jazmín y rosas (cortijos y casa noble de Chirivel, Almería)

Nota. Fotografías de Práxedes Muñoz y Modesto García (2021).

Otros patrimonios vivos se deben a personas que recogen y recuperan elementos inmateriales: coplas, canciones, poemas, cuentos, etc. y pueden ir de la mano de conservar sus escenarios, con capacidad de mantener vivos las emociones que producen, y es el proceso de recuperación lo que hace recrear un activismo de la memoria (Figura 9). Estas pueden ser parte de metodologías de investigación acción como de laboratorios ciudadanos, donde hay un compromiso vital, coaprendizaje y el "hacer juntos tiene una vocación de retorno al común" (La Ponte – Ecomuseo, 2020). Y otras metodologías se han realizado sobre la marcha, con toda una vocación y espíritu de hallar lo emocional en la escucha y recuperación, algo que entusiasma al investigador, etnografía el área que desea y, a la vez, de la que es sensible.

Figura 9

Copla escrita en una calle de Chirivel, Almería (julio 2021)

Nota. Copla recuperada por Modesto García y cantada por Modesto y Ma. Isabel Oliverura (Véase video).

Otra de las aportaciones que se destaca es a partir de una etnografía sentimental, donde el protagonista, autor o artista refleja valores patrimoniales que están en línea con las vidas, propia y del colectivo; con un tono intimista, deja todo un bagaje de cultura, paisajes y modos de vida de su

región, en este caso Chirivel, en Almería. Oliver (2020) lo denominó "Memoria sentimental". Describe sus vivencias, creencias, prácticas o hábitos, pero como ella resalta:

> Huimos de los orígenes de la tierra y de los pares. Renegamos y nos marchamos, pero como el hijo pródigo regresamos conscientemente a lo que realmente importó, a las cosas más esenciales [...] Evocando el imaginario rural desde la ciudad, me he dejado llevar por las emociones íntimas. Volver a mi pueblo ha sido como hacer un viaje a lo más profundo, porque todo viaje a los orígenes siempre es un viaje interior, nuestro verdadero periplo en la vida. (Oliver, 2020, p.262)

Reflexiones a modo de conclusión sobre otros patrimonios y la interdependencia

Seguimos en la cuestión de qué conservar y cómo hacerlo más auténtico o genuino; la creatividad se convierte en el valor de materializar la protección de las raíces de la vida. Desde el territorio comenzamos en el área rural, cargado de estereotipos sobre "ser del campo", vulnerabilizado y subalternizado; esto ha tenido una carga negativa en algunos círculos, estereotipados como personas de poca cultura o de fácil manejo en partidos políticos, votos, decisiones, etc. Salir de estas ideas a las que se suman la población migrante, jornalera, con las nuevas imágenes alejadas del recuerdo ideal, con nuevas funciones en el paisaje rural, clases sociales que se reinterpretan como inversas e interdependientes o la vuelta al campo con ideologías antisistema, deben de ser reconocidas como nuevos patrimonios rurales.

Badal (2014) hizo esta distinción desde los significados que las propias palabras designaban sobre operarios, a quienes se le denominan campesino, nunca se llamarían así, serían labriegos, labrador y, en Murcia, agricultores; las epistemologías y sus significados locales permiten entender cómo se identifican y hacia donde llevamos la conservación de lo heredado, en este caso, desde sus protagonistas.

Hay tradiciones que nos ayudan a entender valores que algunos han sido desestimados y otros siguen en el perfil del vínculo con el territorio, y este también sufre los cambios, pero manteniendo

los “austeros valores morales” que provienen de una cultura campesina (Badal, 2014, p.192). Esta visión está sujeta a tradiciones, algunas que ha convenido a las comunidades, su desaparición, prácticas no éticas, o como decía Mossa (2014) de las tradiciones que “es un estado de ánimo y un conjunto de prácticas interiorizadas” (p.271), “nostalgias autocompasivas” que riñen entre el progreso o no vinculado a políticas o tendencias que buscan un desarrollo, más de tipo económico y, desde Herrero (2018), “Somos personas encarnadas en cuerpos vulnerables insertas en un planeta con límites físicos” (p.7).

Las tradiciones no óptimas ¿debemos visualizarlas, entenderlas como un paso de la evolución de la especie humana, de la comunidad y sus escenarios? Solo entenderemos cada memorándum desde las personas o sus dependencias, del medio, pero se requieren espacios de “los de antes con los de ahora”, para construir esta escucha activa que ofrezca un recuerdo lo más vivo posible, diverso porque deriva de cada uno y sus manifestaciones, desde las mujeres y los hombres (ancianos, mayores y jóvenes) y que hagan alarde de sus testimonios.

En este caso, apuesto por la antropología y su interdependencia con la geografía, sociología e historia y a la que sumamos la antropología visual, reflexiva y sentimental, como camino para entender las raíces y la memoria como un bien no heredado siempre, sino construido por cada protagonista de sus vidas. Apoyar en la reconstrucción de los lazos con nuestros pueblos/con otros pueblos: des-mitificando las raíces, des-colonizando los saberes patrimoniales y como afirmó Latour (2019): “nada más innovador, más contemporáneo, que renegociar nuestro aterrizaje en el suelo” (p.11), con la escuela, con el pueblo/comunidad y con las instituciones.

Referencias

Amigos de la Barca de Jábega. (2017). *Cala y recogida de la jábega en Cartagena.* https://www.amigosjabega.org/cala-y-recogida-de-la-jabega-en-cartagena/

Andrade, X. (2018). Perverso patrimonio: una mirada crítica desde la antropología. *Persona y Sociedad, 32*(1), 39,62. https://doi.org/10.53689/pys.v32i1.131

Badal, M. (2014). Vidas a la intemperie: notas preliminares sobre el campesinado. *Cuadernos de campo, 2*. Campo Adentro.

Consejo de Europa. (2000). *Convenio Europeo del Paisaje.* https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/convenio.aspx

Delgado, M., Hervás, R. M., & Arnardóttir, H. (2013). Identificando emociones en el museo: Arte vs Alzheimer. *Educación artística: revista de investigación, 4,* 33-47. http://hdl.handle.net/11162/139983

García-Canclini, N. (2014). *El mundo entero como lugar extraño*. Editorial Gedisa.

García M., & Muñoz, P. (2018). Cartagena: procesos de patrimonialización en la ciudad portuaria. In *Cartagena, ciudad portuaria: procesos de patrimonialización* (pp. 21-66). Universidad Católica de Murcia.

Herrero, Y. (2018). *Sujetos arraigados en la tierra y en los cuerpos. Hacia una antropología que reconozca los límites y la vulnerabilidad.* Roza y quema.

Jelin, E. (2019). *La lucha por el pasado: cómo construimos la memoria social.* Siglo XXI editores.

Jiménez-Esquinas, G. (2016). Des-patriarcalizar el patri-monio: una propuesta desde el feminismo. *Actas del II Congreso Internacional sobre Educación y Socialización del Patrimonio en el Medio Rural* (SOPA 14 Congress), Celanova (Galicia, España). http://hdl.handle.net/10261/147119

Kuper, A. (2001). L'illusion des cultures. *Sciences Humaines, 13*(5).

La Ponte – Ecomuseo (2020). *Laboratorios ciudadanos, en Ministerio de Cultura y Deporte Pensar y hacer en el medio rural Prácticas culturales en contexto.* Gobierno de España.

La Verdad. (22 de marzo de 2021). *El colegio de Los Nietos imparte clase a cien niños junto al Mar Menor.* https://www.laverdad.es/murcia/cartagena/colegio-nietos-imparte-clase-cien-ninos-junto-menor-20210323220530-ga.html

Latour, B. (2019). *Cara a cara con el planeta: Una nueva mirada sobre el cambio climático alejada de las posiciones apocalípticas*. Siglo XXI Editores.

Lilla, M. (2018). *El regreso liberal: Más allá de la política de la identidad.* Debate.

Maalouf, A. (1999). *Identidades asesinas.* Alianza.

Madrid, J. M., & Pérez, M. Á. (2006). *El paisaje rural como centro de interés didáctico.* Junta de Andalucía. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/3263

Mossa, E. (2014). Transiciones en el "progreso" de la civilización: reflexiones teóricas sobre la historia, la práctica y la tradición. En B. de S. Santos & M. P. Meneses (eds.), *Epistemologías del Sur (Perspectivas)* (pp. 261-279). Akal.

Muñoz-Sánchez, P. (2009). De la violencia surge una cultura política de resistencia—las CPR del Ixcán—que deriva en una participación estratégica desde las municipalidades. *Revista Pueblos y fronteras digital, 4*(8), 196-236. https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2009.8.176

Muñoz-Sánchez, P. (2016a). Construcción de un estado utilitarista a partir de los pueblos indígenas yokot´ an, chol y zonque en Tabasco, México. *Trama, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(1), 7-20. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/trama/article/view/2614

Muñoz-Sánchez, P. (2016b). Expresiones sociales y culturales en la fachada portuaria de Cartagena: un conjunto de identidades entre pescadores, marineros, militares y ciudadanos. En M. A. Chávez (ed.), *Ciudad, arquitectura y patrimonio* (pp. 343-350). Universidad Complutense de Madrid.

Ogbu, J. U. (1978). African bridewealth and women's status. *American Ethnologist, 5*(2), 241-262.

Oliver-Reche, M. I. (2020). *Desde los tejados. Una etnografía sentimental. Etnografía y cultura popular.* Instituto de Estudios Almerienses.

Otavaleños por el mundo. (2017). Murcia Inti Raymi 2017 Otavalo Ecuador [Video]. *YouTube.* https://youtu.be/HS-eXWa4q10

Pinilla, A. (2014). La celebración del Inti Raymi en el Parque del Retiro de Madrid. Reconfiguración identitaria, rituales andinos en espacios públicos. *Deusto Journal of Human Rights*, (12), 17-41. https://doi.org/10.18543/aahdh-12-2014pp17-41

Quijano, A. (2007). Colonialidad del poder y clasificación social. El giro decolonial. Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global. En *Cuestiones y horizontes: de la dependencia histórico-estructural a la colonialidad/descolonialidad del poder* (pp. 93-126). CLACSO.

Rubio, J. A. (2014). *Antropología y maritimidad: entramados y constructos patrimoniales en el Abra y Ría de Bilbao.* Museo Marítimo Ría de Bilbao.

Capítulo V

Estado de Guerrero: diversificación sectorial y capacidad económica municipal

*Armando García de León Loza [A] y **Salvador Villerías Salinas [B]

Resumen

Debido a los niveles de rezago socioeconómico que caracterizan una parte significativa del estado, Guerrero ha sido caso de estudio en diversas disciplinas. Estos esfuerzos suelen considerar aspectos culturales y sociales, especialmente en el ámbito educativo. Si bien no se niega la influencia sustancial ejercida por referentes sociales, este trabajo otorga mayor importancia a cuatro parámetros económicos para identificar los factores causales que contribuyen al rezago estatal, el cual tiene un carácter relativamente ancestral. El objetivo principal fue demostrar dos postulados: que una mayor diversificación de la actividad económica (a) favorece mayores ingresos municipales y, por ende, (b) reduce el grado de marginación. Se utilizó la Teoría de la Causación Circular y otras líneas teóricas relacionadas con los efectos de las manufacturas en el crecimiento económico como base conceptual. Para llevar a cabo el análisis necesario, se emplearon técnicas estadísticas para buscar relaciones entre los parámetros a valorar. Los resultados permiten concluir que a medida que aumenta el número de sectores económicos en un municipio, también se incrementan los ingresos per cápita. Asimismo, se encontró una correlación directa y altamente significativa entre la actividad manufacturera y los ingresos municipales, mientras que la contribución de la agricultura al desarrollo estatal es limitada. Con base en lo anterior, se propone la instalación de industrias en tres ubicaciones específicas: el corredor Taxco-Chilpancingo, la región Norte y en la Costa Chica. Esta última opción busca conectar el sureste de Guerrero con el posible desarrollo del Istmo de Tehuantepec.

Palabras clave: *análisis regional, estado de Guerrero, diversificación sectorial*

* Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México

** Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales Acapulco, Universidad Autónoma de Guerrero

[A] *armandox@geografia.unam.mx* [B] *svillerias@uagro.mx*

Introducción

El estado de Guerrero ha sido caso de estudio desde diversas disciplinas, debido al rezago socioeconómico en el cual se encuentra un número mayoritario de sus municipios (grado de marginación alto y muy alto). Son frecuentes los trabajos basados en aspectos culturales y sociales que buscan, con preferencia, explicaciones desde el ámbito educativo.

Sin negar la influencia ejercida por referentes de tipo social, se propone una visión desde la perspectiva económica, que postula el limitado volumen de ingresos municipales propios como reflejo y consecuencia directa del atraso estatal, derivado del predominio de estructuras sectoriales poco evolucionadas. Por lo anterior, esta investigación concedió mayor peso a examinar la presencia de sectores económicos de acuerdo con la producción bruta respectiva. Los argumentos anteriores son la base de una discusión sobre los factores causales de la difícil situación económica del estado, con raíces evidentemente ancestrales.

Los postulados a demostrar en este escrito son dos, una mayor diversificación de la actividad económica (1) favorece mayores ingresos municipales y, por ende, (2) un menor grado de marginación. Como se explica más adelante, fue necesario examinar una serie de conceptos cercanos a los estudios sobre asimetrías regionales, estrategias para estimular crecimiento económico y, en especial, líneas teóricas sobre la diversificación sectorial como indicador de mejoría económica en escala regional.

Al revisar algunas estrategias recientes aplicadas a nivel gobierno estatal en Guerrero, se identificó la creación de empleos como objetivo central, descuidando incentivar otras actividades económicas más allá del turismo. A pesar de significarse como el rubro tradicional para crear plazas laborales, es difícil afirmar que la opción turística podrá incrementarse de manera notable en el futuro mediato. Otras vertientes tampoco lograron consolidarse. Por ejemplo, el desarrollo de la región suroeste mediante su integración a la dinámica portuaria de Lázaro Cárdenas (Michoacán), quedó trunca al cancelarse en el sexenio 2018-2024 los estímulos del Programa Zonas Económicas Especiales (PZEE), por parte del gobierno federal.

A partir de algunas acciones gubernamentales, como las explicadas antes, en este escrito se analiza la estructura económica sectorial de cada municipio, para dimensionar la presencia de actividades con capacidad para fomentar crecimiento económico. En particular, se busca demostrar la deseable relación entre mayor número de sectores y mejores condiciones socioeconómicas, como alternativa viable a las actuales estructuras económicas municipales, hoy día con cierta diversificación, pero débiles ante el poco peso de rubros estratégicos (e. g., las manufacturas). Si bien, ese tipo de distribución favorece menor vulnerabilidad a cambios externos (en comparación con una alta especialización en uno o dos sectores) de todas formas representan estructuras insuficientes para detonar un crecimiento económico.

Consideraciones teóricas

En el Plan de Desarrollo 2015-2021, el entonces gobernador de Guerrero estableció lo siguiente:

> Guerrero ha sido, de manera histórica, una entidad caracterizada por su pobreza extrema y su carencia de condiciones para el desarrollo económico y humano. La falta de empleos de calidad, bien remunerados, ha sido una barrera para alcanzar mejor calidad de vida entre los guerrerenses. (Astudillo, s/f, p.36)

Sin duda, el párrafo anterior denota poco optimismo o un conocimiento profundo de la realidad guerrerense. Y de ninguna manera resulta caso único. Estas circunstancias adversas se repiten en gran parte de los países, incluyendo también diversas porciones del territorio nacional. Se enfrentan así diversos niveles de pobreza, adversidad constante en prácticamente todas las épocas por su dificultad para superarla. A finales del siglo XVIII, Adam Smith anticipó que la acumulación de capital aseguraba con el tiempo un aumento en los salarios, pero no un empleo creciente y, menos aún, la reducción de las desigualdades sociales existentes (Pardo, 2000). Desde entonces, empezaba a perfilarse el crecimiento económico como una meta prioritaria para los gobiernos nacionales.

Entre diversas rutas para concretar ese crecimiento, es oportuno recuperar la propuesta del economista George Borts, quien asignó al sector exportador un papel protagónico como fuente de ingresos, rubro también influenciado por la variedad de los productos colocados más allá de las fronteras del lugar originario. Este especialista asumió que una región con alto ingreso, proveniente de colocar fuera sus mercancías, crecerá más rápido con respecto a otra con menor capacidad exportadora (Borts, 1960).

Como es lógico, para exportar se requiere producir bienes, lo cual requiere contar con un aparato industrial suficiente. A nivel internacional se reconoce el papel de la manufactura como detonadora del crecimiento económico. En particular, Szirmai (2012) sostuvo que "El mero concepto de desarrollo viene a estar asociado con la industrialización. La industrialización se acepta, con razón, como el principal motor del crecimiento y desarrollo" (p.407).

Ante la evidencia del papel protagónico de la manufactura en el mejoramiento socioeconómico, conviene revisar la situación de Guerrero en este rubro. Es suficiente un rápido vistazo a los datos disponibles para encontrar una de sus principales debilidades. Mientras el estado de Sonora reportó una producción bruta de 322 000 millones de pesos, Guerrero alcanzó un poco menos de 15 000 millones. Y de esta cantidad cerca de la mitad (7 200 millones) se concentró en el municipio de Acapulco (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). Una revisión cuidadosa de los ingresos por turismo da un monto de 17 700 millones de pesos para Guerrero y 15 1000 millones en Sonora, cifras suficientemente similares como para demostrar la factibilidad de lograr una industrialización sustancial a la par de una renta turística significativa.

Después de reconocer ciertos atributos a la industria para mejorar la economía de un lugar, el siguiente paso es examinar las condiciones necesarias para favorecer la instalación de establecimientos fabriles. Entre otras, destaca una serie de elementos materiales (vías de acceso, comunicaciones, transporte, energía, etcétera) y humanos (mano de obra especializada, apoyos a empresas, servicios generales, etcétera), que es común en las zonas urbanas. De hecho, mientras más pobladas dispondrán de más y mejores servicios y es posible aceptar como límite inferior 150 000 habitantes (García de León, 2021).

De nueva cuenta aparece otra limitación significativa para el estado de Guerrero, al presentar únicamente dos ciudades (Acapulco y Chilpancingo) con la suficiente jerarquía demográfica (INEGI, 2021), para ubicar establecimientos manufactureros y una de ellas (Acapulco) concentra ya 42% de los ingresos estatales en este sector (INEGI, 2020).

Las dos carencias anteriores permiten explicar, en buena medida, el rezago socioeconómico en esta entidad federativa. Sin embargo, podrían ser obstáculos viables de superar, tomando en cuenta algunas localidades de tamaño medio localizadas en el norte y oriente de la entidad. Esta posibilidad, de ahondar en búsqueda de acciones para propiciar desarrollo urbano (y económico) en Guerrero, se retoma al final del trabajo.

En contraste con cierta abundancia de estudios sobre el papel de la industria como promotor de crecimiento, las investigaciones donde se relaciona el dinamismo de cualquier actividad con la estructura sectorial de un lugar, municipio o región son menos frecuentes. Está vigente la interrogante sobre qué será más conveniente: disponer de una estructura sectorial diversificada, una más bien especializada, u otra modalidad intermedia.

El interés sobre las estructuras sectoriales de lugares y regiones tomó relevancia a partir de los años noventa, originando numerosos estudios como en el caso de Kratena (2005), quien planteó que la perspectiva sectorial ejerció importante influencia en las posturas económicas al aceptarse como: "una herramienta relevante" (p.293). Pueden encontrarse opiniones similares al revisar el escrito de Peña y Jiménez (2013), al relacionar la productividad con la estructura sectorial, calificando a esta última como factor importante para explicar las asimetrías entre regiones. Otro ejemplo es el trabajo de Fuente y Freire (2000):

> Una estrategia habitual en esta literatura parte de la hipótesis de que, como primera aproximación, podemos considerar cada región como una cesta de sectores con comportamientos relativamente uniformes en el espacio. Dentro de este marco, la evolución de las distintas economías regionales se explicaría fundamentalmente en términos de sus patrones de especialización y de las condiciones de oferta y demanda de cada sector. (p.193)

Como puede observarse, esos estudios se han centrado en dar seguimiento a la evolución de algunas distribuciones sectoriales para determinar el avance de unos sectores con preferencia a otros. Al revisar tales cambios se facilita asociarlos con procesos de divergencia económica, línea donde predominan autores diversos (Baumol (1967); Baumol et al. (1985); Fuente & Freire, 2000; Wallis & North, 1986; Zeira & Zoabi, 2015).

Uno de los pocos trabajos que analizan la relación entre división sectorial y crecimiento económico, es el de Dobrescu (2011), autor rumano que desarrolló un algoritmo para calcular un índice sectorial cuya validez justifica la siguiente afirmación:

> ¿Podría una determinada distribución sectorial de la fuerza de trabajo y el capital representar un posible objetivo deseable para las economías? La respuesta es inequívocamente afirmativa. Si una estructura permite, una respecto a otra, satisfacer mejor las preferencias de demanda de la sociedad a través de una utilización más eficiente (bajo el sistema tecnológico dominante) de recursos disponibles, entonces de manera natural se conformará esta estructura. (p.15)

La afirmación anterior hace viable suponer que los municipios con mayores ingresos del estado de Guerrero se corresponderán con volúmenes de producción bruta más altos, como reflejo indirecto de cierta estructura sectorial "ganadora". En principio, puede aceptarse la validez del supuesto referido antes. Pero antes de buscar respuestas concretas, es necesario postular alternativas metodológicas que favorezcan: (a) evidenciar cuáles son las estructuras sectoriales asociadas con economías municipales débiles; (b) posibilitar su ubicación en el territorio; y, (c) examinar la relación entre tamaño de la economía local y número de sectores presentes. Responder las interrogantes referidas es el objetivo del presente estudio.

Metodología de análisis

Identificar y calificar unidades territoriales, en términos de su menor (o mayor) capacidad económica, a partir de una matriz formada por decenas de casos y varios sectores de actividad, representa una labor ardua y complicada. Se requiere aplicar un procedimiento cuantitativo capaz de compactar las cifras (de producción bruta total) correspondientes a la estructura económica de los 81 municipios que integran el estado de Guerrero. Mientras mayor es la economía local pueden anticiparse más sectores de actividad, siguiendo lineamientos de la teoría del Lugar Central, hasta llegar al máximo de 18 rubros. Los cálculos involucrados suponen un análisis multivariado clasificatorio, optando por generar una tipología alternativa estadística de cierta sofisticación. Ante todo, por la necesidad de resumir una amplia matriz de datos (18 sectores x 81 municipios = 1458 elementos) hasta facilitar su comparación con el total de ingresos municipales, generando así el marco conceptual de este trabajo.

A las complicaciones procedimentales se sumaron tres problemas. Primero, cuando un sector no está presente en algún municipio, la fuente simplemente lo omite (INEGI, 2020). La segunda complicación es todavía más relevante, ya que, por cuestiones de confidencialidad, INEGI agrupa en uno solo los sectores con menos de cuatro establecimientos. Por esas razones, fue necesario aplicar algoritmos de interpolación para completar las cifras faltantes.

La tercera limitación aparece en torno de los valores asignados al sector primario (sector 11), debido a que censos económicos no encuestan producción agropecuaria. Para solventar esta nueva carencia fue necesario considerar la producción bruta total de censos económicos, a la cual se sumó el valor de producción agrícola procedente del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, s/f). Al sumar dicho monto se sobredimensiona el total de actividad económica, pero de no hacerlo así se perdería la presencia agrícola. Es difícil considerar otra opción para rescatar la contribución de los cultivos, la cual —en un número importante de municipios— llega a superar el total de los demás sectores de actividad. A partir de los tres inconvenientes referidos, es preciso tomar en cuenta que los resultados son aproximados.

Bajo las consideraciones explicadas antes, se procedió a formar la base de datos sectoriales a escala municipal. Se combinaron ciertos sectores (afines entre sí) para reducir el número de grupos (de 18 iniciales a solamente 6), con la finalidad de facilitar el cálculo y, sobre todo, la interpretación posterior. Después y siguiendo los procedimientos propuestos por García de León (1989) en su método del *valor índice medio*, se determinaron los valores promedio y desviación estándar del conjunto, al transformar las cifras de producción bruta total (en pesos) a valores estandarizados. De ahí se convierten a "calificaciones" cualitativas de acuerdo con el promedio estatal (desde la condición "muy inferior" con calificación de 1 hasta "muy superior" con calificación 5). Estos dígitos definen cuáles son los municipios con tipologías equivalentes, acompañados por cierto número de casos medianamente atípicos, pero con cierta semejanza para justificar asociarlos al tipo más similar al presentar diferencia en un solo grupo sectorial. Resta un último conjunto de municipios con distribuciones únicas, circunstancia que impide asignarlos a algún grupo de manera plena.

Acorde con las calificaciones obtenidas es posible identificar características propias de cierta especialización, cuando se repiten valores similares en los seis grupos sectoriales. O, por el contrario, plena diversificación ante calificaciones altas en pocos sectores y bajas en los demás (García de León, 2020). Para terminar este análisis, se relacionaron los grupos tipológicos con el número de habitantes, ingresos y producción municipal, para determinar cuál de las opciones tipológicas se asociaba con montos más altos, medianos o bajos. Esta identificación permite ubicar cuáles distribuciones sectoriales se corresponden mejor con una economía sólida. En la última etapa del cálculo, se generó la cartografía respectiva, con la finalidad de localizar en el territorio la distribución espacial de cada grupo tipológico e identificar posibles regiones homogéneas.

Principales resultados

Agrupamientos tipológicos

Fue posible clasificar los 81 municipios del estado de Guerrero en diez tipos (únicos) de estructuras sectoriales. A pesar de contar con un número relativamente alto de casos municipales, estos demostraron alto grado de homogeneidad al reflejar su capacidad económica, parámetro en el cual tres cuartas partes de ellos se concentraron en dos grupos específicos.

La revisión de la Tabla 1 permite ubicar 28 municipios en el Grupo I (donde Tlapa mostró cierta diferencia en cuanto a comercio), con diversificación alta y valores cercanos al promedio estatal. Una situación similar ocurrió en el Grupo IV, sumando otros 32 casos, ahora con diversificación máxima. Además, todos los elementos municipales que los formaron presentaron valores medios (excepto Cocula y Teloloapan, con diferencias en uno de sus grupos sectoriales). Este tabulado también facilita apreciar otras ocho tipologías, pero con un número mínimo de municipios en ellas; por ejemplo, los grupos II, III, V y VI tuvieron un solo caso, mientras el Grupo IX sumó dos. A diferencia de los anteriores, los grupos VII y VIII (con cinco y seis municipios, respectivamente) también demostraron cierta diversificación y, a la par, una alta especialización en sector primario.

Tabla 1

Producción Bruta Total (2018) respecto al promedio en Guerrero. Clasificación en grupos tipológicos

Clasificación tipológica	Sector Primario	Sector Secundario	Sector de Manufactura	Sector Comercio	Sector Servicios-1	Sector Servicios-2	Diver.	No. de M.
Grupo I								28
Grupo II								1
Grupo III								1
Grupo IV								32
Grupo V								1
Grupo VI								1
Grupo VII								5
Grupo VIII								6
Grupo IX								2
Grupo X								
Iguala								1
Zihuatanejo								1
Chilpancingo								1
Acapulco								1

Nota. Diver. = Diversificación respecto al promedio estatal; No. de M. = Número de municipios; color rojo = Inferior; amarillo = media; verde claro = superior; verde = muy superior. Elaborado con datos de INEGI (2020).

Los cuatro municipios de mayor tamaño demográfico (Iguala, Zihuatanejo, Chilpancingo y Acapulco) mostraron predominio de condiciones muy superiores al promedio estatal con pequeñas diferencias en uno o dos grupos sectoriales. A pesar de diferencias mínimas, se decidió formar un último grupo-tipo con ellos (ver Tabla 1, Grupo X). Esa preponderancia elevó los promedios de referencia, lo cual favoreció cierta homogeneidad en el resto del conjunto municipal; con ello, puede explicarse por qué 60 municipios quedaron insertos en solo dos grupos tipológicos. Lo anterior también es reflejo de la baja capacidad económica de una mayoría de casos del conjunto municipal que forma el estado de Guerrero.

Relación entre tipologías, grupos sectoriales y población

De los 63 municipios con cifras moderadas o bajas en el rubro de habitantes, 59 de ellos pertenecen a estos grupos I y IV. En cuanto a ingresos fueron 57 y en producción esa cifra ubicó 56 unidades. Este comportamiento demostró cómo las condiciones de diversificación en niveles cercanos a promedios estatales significaron economías relativamente débiles. Por el contrario, el Grupo X, integrado por los cuatro municipios con mayores valores en cada grupo sectorial (con alta especialización en la mayor parte de grupos sectoriales) encabezaron al conjunto estatal en términos de población, ingresos y producción bruta. Además, se obtuvo evidencia de que una mayor presencia de grupos sectoriales resultó asociada con economías más sólidas, al tiempo que también justificó las altas correlaciones existentes entre población total, producción bruta total e ingresos municipales (todas con $r > +0.970$).

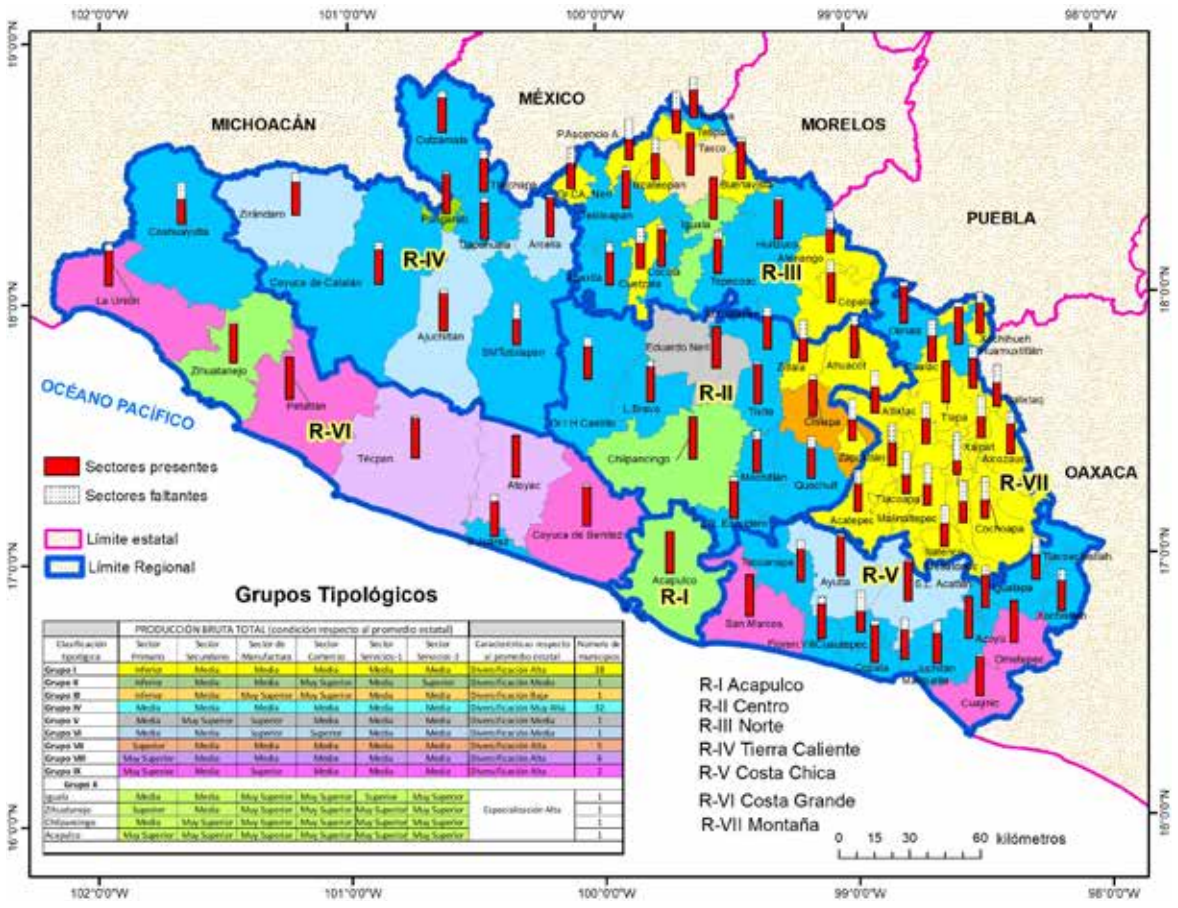
Distribución espacial de las tipologías

Los patrones de distribución territorial de cada grupo tipológico se muestran en la Figura 1, en lacual se incluyó una gráfica de barra para precisar el número de sectores presentes en cada municipio. Como fondo se perfilaron las siete regiones administrativas del estado de Guerrero. Los patrones de distribución espacial resultantes demostraron una serie de características que conviene resaltar.

A pesar de que la asociación entre parámetros sociodemográficos y número de sectores fue modesta (r = +0.300), se evidencia una alta concentración de municipios sobre la región "Montaña". Todos los casos municipales (excepto dos con diversificación muy alta) resultaron en el primer grupo tipológico (diversificación alta), con clara tendencia a contar con menor número de sectores en sus economías. Por su parte, la Región Norte (con 16 municipios) mostró predominio de casos en las tipologías I y IV (diversificación alta y muy alta); en este último, se repitió la situación de menor número de sectores, mientras que solo dos municipios (Taxco e Iguala) correspondieron a otro grupo. En cuanto a la Región Costa Chica, sus 15 municipios quedaron integrados en los grupos tipológicos IV (diversificación muy alta) o VII (diversificación alta), en ambos casos con menor número de sectores; en tanto el VIII (diversificación alta) contó con la totalidad de sectores. Por su parte, la Región Tierra Caliente presentó los tipos IV y VII y un solo caso del grupo II (Pungarabato).

Figura 1

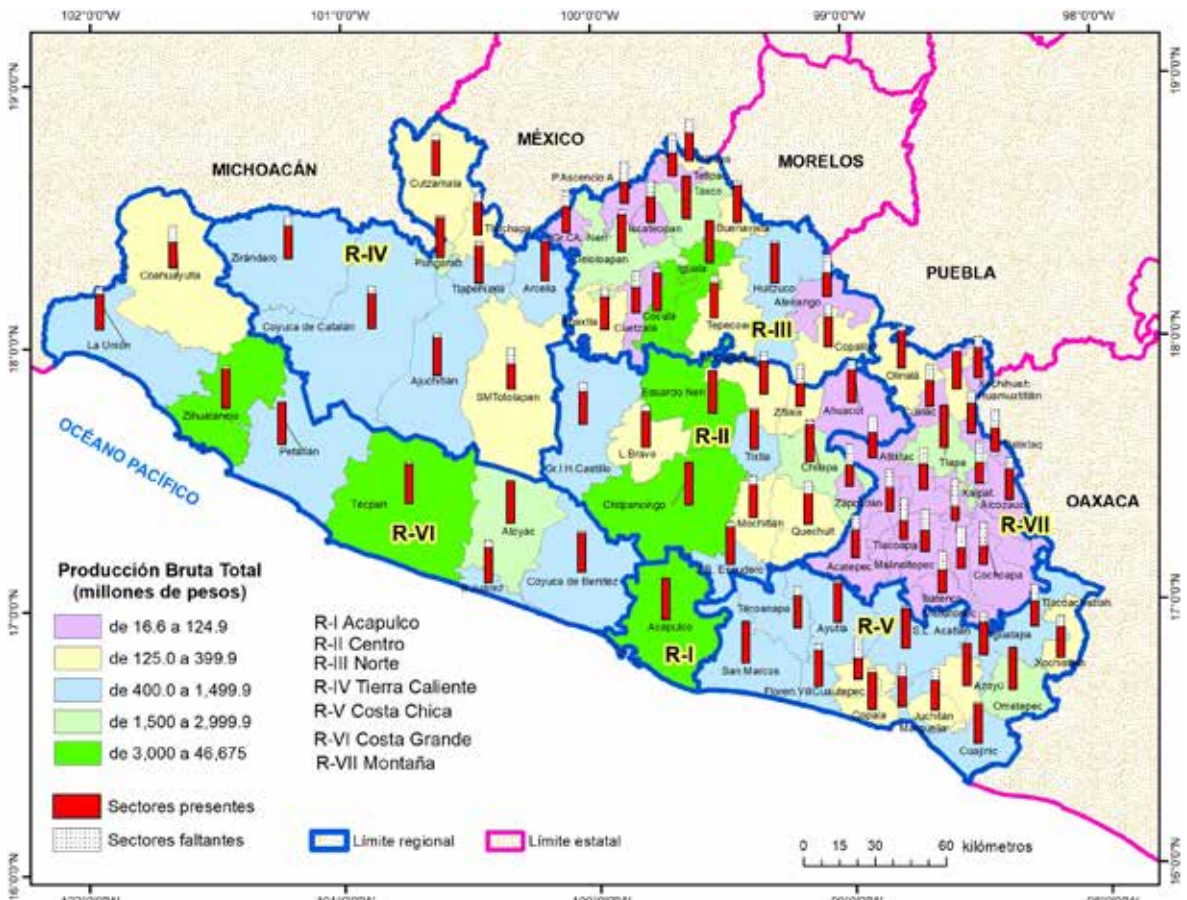
Estado de Guerrero: distribuciones tipológicas y presencia sectorial municipal, 2018



Nota. Elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura 2

Estado de Guerrero: capacidad de producción y presencia sectorial municipal, 2018



Nota. Elaborado con datos de INEGI (2020).

Tabla 2

Variables independientes

Valor de producción bruta total (MDP)	Grupos tipológicos										Total de municipios
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI	Tipo VII	Tipo VIII	Tipo IX	Tipo X	
De 0 a 199	27	0	0	19	0	0	1	0	0	0	47
De 200 a 509	0	0	0	10	0	0	2	2	0	0	14
De 510 a 1,999	1	1	0	2	0	1	2	4	2	0	13
De 2000 a 45,920	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	7
Total de municipios	28	1	1	32	1	1	5	6	2	4	81

Nota. Elaborado con datos de INEGI (2020).

Otras porciones del estado lograron cierta heterogeneidad, como ocurrió en Región Centro con tipo IV (diversificación muy alta), pero con cuatro excepciones (Eduardo Neri, Chilpancingo, Chilapa y Zapotitlán). Del mismo modo, Costa Grande (tipologías VIII y IX de diversificación alta) registró tres excepciones (Coahuayutla, Benito Juárez y Zihuatanejo).

El único municipio de la Región Acapulco destacó por su alta especialización en los seis grupos sectoriales, producto de su importancia en todas las actividades económicas, incluyendo su sector primario. Además, perfiló una tendencia hacia la regionalización en línea norte-sur siguiendo la Autopista del Sol, donde se ubican las principales ciudades del estado (Taxco, Iguala, Eduardo Neri, Chilpancingo y Acapulco), todas ellas superando 100 000 habitantes (excepto Eduardo Neri con más de 50 000 residentes). Con ese conjunto de municipios se conjuntó el grupo tipológico X, similares en lo general, pero distintos a los demás.

Relación entre presencia sectorial y producción bruta total

El tratamiento metodológico efectuado permitió establecer relaciones entre la capacidad productiva y la presencia de sectores en cada municipio. Conviene recordar que la correlación lineal entre ambos parámetros resultó entre moderada y baja ($r = +0.301$).

Sin embargo, al examinar la Figura 2, se encuentra una asociación relativamente estrecha entre ambos referentes en ciertas porciones del territorio estatal, como sucede en las regiones administrativas IV, V y VII. La Tabla 2 es útil como resumen de los comportamientos referidos hasta aquí.

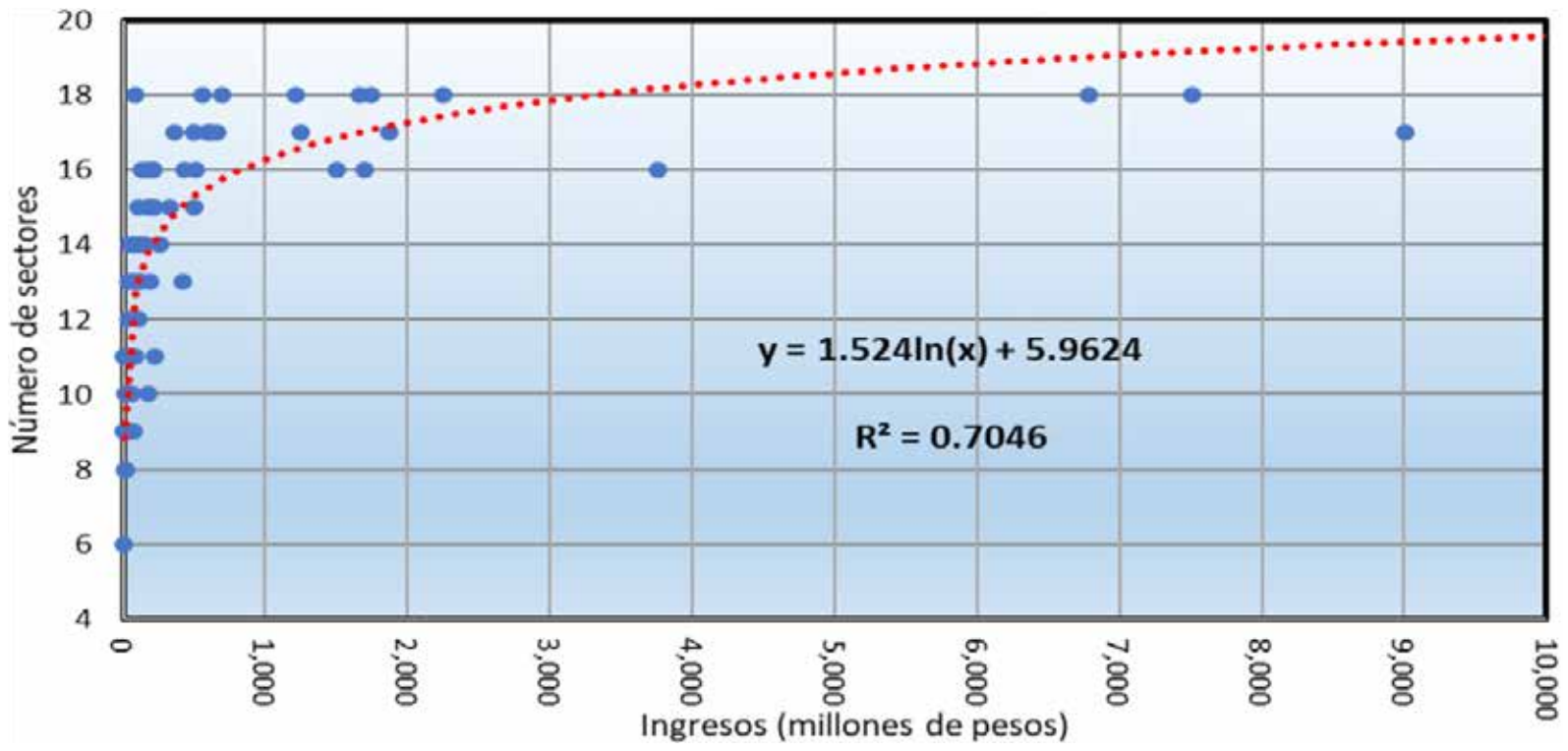
Es suficiente la información de este segundo tabulado para visualizar una estrecha relación entre las tipologías I y IV con respecto a bajos niveles de producción; este comportamiento refleja economías modestas que demandan un impulso significativo.

Otro resultado del presente análisis viene de examinar la Figura 2 y la Tabla 2. Al trabajar cuestiones socioeconómicas de Guerrero es común calificarlo como un estado con importantes rezagos. Tal vez con un matiz, en cuanto a asumir que las ciudades principales superarían ese marco de atraso. Sin embargo, la Figura 2 demuestra cómo buena parte de las regiones administrativas (Costa Chica, Acapulco, Costa Grande y Tierra Caliente) suponen una capacidad productiva de importancia suficiente para superar el promedio estatal (en producción bruta).

Mediante la Figura 3 puede justificarse (de nuevo) la existencia de una alta relación entre producción y presencia de sectores. Pero al no ser de tipo lineal, sino logarítmico, la correlación de Pearson es relativamente baja (r = +0.299), lo cual enmascara la asociación notable que enlaza ambos referentes.

Tabla 3

Estado de Guerrero: relación entre producción bruta municipal y número de sectores, 2018



Nota. Elaborado con datos de INEGI (2020).

De hecho, se perfila una especie de frontera entre las condiciones medias y altas con respecto a las de franco rezago, límite representado por la Autopista del Sol. Al oriente de los municipios por donde transcurre esa vía se concentra la mayor problemática económica, pero a la vez se evidencian ciertas localidades con potencial de crecer a partir de un estímulo a sus actividades agropecuarias, al promover establecimientos industriales o ambas opciones a la vez. Bajo esta perspectiva conviene estudiar de manera particular los casos de Tlapa, Chilapa, Ometepec y Ayutla (y Teloloapan al norte), para determinar su real capacidad de ubicar esfuerzos dirigidos a buscar crecimiento económico.

Conclusiones

Los resultados permiten aceptar que a mayor número de sectores de actividad (en un municipio) se consiguen niveles de producción igualmente elevados. Ante la estrecha asociación entre producción e ingreso, también pueden esperarse mayores montos de recursos.

De manera equivalente, es posible asumir el atraso económico de una parte importante del conjunto municipal guerrerense, como consecuencia directa de la modesta productividad de todos sus sectores económicos. Al menos se evidencia el principio anterior en la porción oriental del territorio estatal. Situación que se agrava cuando en un municipio está ausente un número significativo de actividades, problemática agudizada por el predominio de población residente en localidades menores de 50 000 habitantes.

Por lo anterior, para incentivar las economías municipales en Guerrero, son necesarias dos tipos de acciones, por un lado, promover las actividades propias de la vocación natural de cada municipio o, mejor aún, de regiones tipológicas completas, con la meta de concentrar (de manera sostenible) población en ciertas cabeceras municipales, para generar un círculo virtuoso capaz de llevar a esas plazas las actividades económicas más importantes.

Por otro lado, parece imperioso estimular la economía estatal mediante una incipiente industrialización, una vez probado a nivel internacional el papel de las manufactureras como catalizador de crecimiento. Para este fin, puede empezarse por analizar la factibilidad de instalar establecimientos fabriles en tres ubicaciones específicas: el corredor Taxco-Chilpancingo, la región Norte y la porción oriental, donde destacan opciones urbanas como Ayutla, Ometepec, Tlapa y Chilapa, con viabilidad para conectarse con el posible desarrollo del Istmo de Tehuantepec. Analizar con detalle las alternativas mencionadas será tema de un estudio complementario.

Referencias

Astudillo, H. A. (s/f). *Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2021. Estado de Guerrero.* Gobierno de Guerrero.

Baumol, W. J. (1967). Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. *The American Economic Review, 57*, 415-426.

Baumol, W. J., Blackman, S. A. B., & Wolff, E. N. (1985). Unbalanced Growth Revisited: Asymptotic Stagnancy and New Evidence. *The American Economic Review, 75*(4), 806-817.

Borts, G. H. (1960). The equalization of returns and regional economic growth. *The American Economic Review, 50*(3), 319-347.

Dobrescu, E. (2011). Sectoral Structure and Economic Growth. *Romanian Journal of Economic Forecasting, 14*(3), 5-36.

Fuente, Á., & Freire, M. J. (2000). Estructura sectorial y convergencia regional. *Revista de Economía Aplicada, 8*(23), 189-205.

García de León, A. (1989). La Metodología del Valor Índice Medio. *Boletín del Instituto de Geografía UNAM*, (19), 69-87.

García de León, A. (2020). Análisis tipológico sectorial e ingreso económico en regiones de México: una propuesta metodológica. En J. Gasca, & H. E. Hoffmann (Coords.), *Factores Críticos y Estratégicos en la Interacción Territorial: Desafíos Actuales y Escenarios Futuros. Volumen I.* Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional/UNAM.

García de León, A. (2021). *Manufactura, Crecimiento Económico y Desarrollo Social en Ciudades del Norte y Sur de México* [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censos Económicos 2019. Resultados definitivos.* https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados Básicos; Estado de Guerrero.* https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados

Kratena, K. (2005). Sectoral Economy: Do sectors Really Matter? *Estudios de Economía Aplicada, 23*(2), 289-298.

Pardo, E. (2000). La pobreza en Smith y Ricardo. *Revista de Economía Institucional, 2*(2), 111-130.

Peña, A. R., & Jiménez, M. (2013). *Revista de Estudios Regionales*, (97), 137-169.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (s/f). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Estado de Guerrero 2018.* https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Szirmai, A. (2012). Industrialization as an engine of growth in developing countries, 1950-2005. *Structural Change and Economic Dynamics, 23*, 406-420.

Wallis, J. J., & North, D. C. (1986). Measuring the Transaction Sector in the American Economy. En S. L. Engerman & R. E. Gallman (Eds.), *Longterm factors in American economic growth* (pp. 95-148). University of Chicago Press.

Zeira, J., & Zoabi, H. (2015). Economic growth and sector dynamics. European. *Economic Review, 79*, 1-15.

Parte 2:

Vulnerabilidad agroalimentaria, contaminación y riesgo a la salud

Capítulo VI

Producción de maíz y vulnerabilidad alimentaria en la región de La Montaña de Guerrero, México

* *Guillermo Nochebuena Nochebuena* [A] *y Salvador Villerías Salinas* [B]

Resumen

En México, el estado de Guerrero ocupa el sexto lugar como productor de maíz, alcanzando una producción de 1.3 millones de toneladas en 1919. No obstante, la región de La Montaña contribuyó solo con el 6.8% de la producción estatal en ese mismo año. En este estudio, se analizaron las condiciones sociales y económicas de la población, así como la producción de maíz por municipio, con el objetivo de caracterizar las condiciones de vulnerabilidad alimentaria de manera espacial. Se utilizó información proporcionada por el INEGI, SIAP-SADER y PNUD, y se aplicaron herramientas de estadística descriptiva, análisis de componentes principales y la prueba de tendencia Mann Kendall. Los resultados mostraron que ocho de los 19 municipios estudiados presentan un déficit en su producción de maíz. Además, se pudo observar que gran parte de la población de la región presenta condiciones de pobreza extrema y marginación. Estas condiciones, sumadas a la crisis provocada por la pandemia de COVID-19, han agravado la situación de vulnerabilidad alimentaria en la zona. En conclusión, se encontró que una gran parte de la región, especialmente en la zona de montaña alta, presenta altos niveles de vulnerabilidad alimentaria, que podrían empeorar en el mediano plazo.

Palabras clave: *producción de maíz, vulnerabilidad alimentaria, pobreza*

* Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales Acapulco, Universidad Autónoma de Guerrero

[A] *gnochebuena57@hotmail.com* [B] *svillerias@uagro.mx*

Introducción

El maíz en el estado de Guerrero, así como en la mayoría del territorio mexicano, es parte fundamental de la alimentación de la población. Lo anterior tiene sus bases históricas y sociales desde la época precolombina, ya que se sabe que el maíz fue domesticado en el área central de México desde hace aproximadamente diez mil años. El cultivo, manejo y uso de este grano en nuestro país se desarrolló bajo el esquema agroecológico conocido como *milpa*, en donde se pueden encontrar hasta 60 especies vegetales comestibles, curativas o de ornato, asociadas al maíz.

México es actualmente autosuficiente en la producción de maíz blanco para la alimentación humana. No obstante, en los últimos años, y en el contexto de la crisis de la COVID-19, se ha convertido en el mayor importador mundial de este grano para la alimentación animal. A lo anterior, hay que añadir que el conflicto entre Ucrania y Rusia podría colapsar el sistema alimentario mundial con efectos desastrosos para los países de mayor vulnerabilidad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2022).

Marco conceptual

Como se mencionó en Nochebuena y Villerías (2022):

> La vulnerabilidad social se ha definido como la condición en que las personas, núcleos sociales o amplios sectores de la sociedad se encuentran indefensos o sin los elementos personales e institucionales para enfrentar, soportar y recuperarse de amenazas y factores de riesgo natural, o socialmente construidas, que amenacen su bienestar e incluso, en casos extremos, su supervivencia (Risk, 2003). Este problema, sobre todo en América Latina, ha sido resultado de los impactos provocados por el patrón de desarrollo vigente y, aunque no siempre está directamente relacionada con la pobreza y la exclusión, estos factores han generado inseguridad, indefensión, mayor exposición a riesgos y estrés ante eventos traumáticos (Pizarro, 2001, Katzman, 1999).
>
> Los procesos sociales que generan desigualdad ante la exposición a riesgos hacen que algunas personas sean más susceptibles a los desastres que otras, y estas inequi-

dades son en gran medida parte una función de relaciones de poder en cada sociedad (Bankoff et al., 2004). No obstante, como menciona Katzman (1999), el concepto de vulnerabilidad es están complejo y multicausal que para interpretar mejor el fenómeno se requiere tener en cuenta la participación de los factores internos de las familias, esto es, sus recursos activos y pasivos, como los factores externos del mercado, gobierno o la sociedad (estructura de oportunidades), por lo que no necesariamente todos los pobres serán vulnerables ante cualquier evento de riesgo, ni todos los ricos llegan a ser invulnerables.

Según la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2001), "la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana". En este sentido, cuando existe la imposibilidad social y económica de acceder a los alimentos, o incluso cuando la disponibilidad y el acceso es incierto o limitado, se dice que existe inseguridad alimentaria y que esta condición puede ser pasajera o crónica (Martínez et al., 2015).

No obstante, Gonzáles y Macías (2007) proponen abordar el problema de la inseguridad alimentaria como vulnerabilidad alimentaria, ya que argumentan que el primer concepto es muy ambiguo y estático pues no toma en cuenta los aspectos de las relaciones sociales y políticas que condicionan la disponibilidad y el acceso a los alimentos por parte de la población. Así, recomiendan tres renglones de análisis: 1) se requiere tomar en cuenta, las condiciones agropecuarias y económicas de producción que posibilitan el abasto suficiente y oportuno para la población; 2) considerar las condiciones ambientales que permitan un uso de los recursos naturales de forma sustentable y aseguren la producción sana de alimentos para la población presente y futura; y, 3) tomar en cuenta las condiciones sociales y económicas, que permitan precisar los sectores de la población que padecen, o que en el futuro serían potencialmente susceptibles de padecer hambre y desnutrición. (pp. 237-239)

Vulnerabilidad y seguridad alimentaria

Uno de los aspectos que refleja la vulnerabilidad en las regiones empobrecidas y marginadas de Latinoamérica es la inseguridad alimentaria, la cual se manifiesta concretamente en hambre y desnutrición. Los hogares en esta condición comparten características comunes como ser familias pobres, numerosas y con alta dependencia económica, tener bajos ingresos y diversificación económica, bajos grados educativos, baja participación económica de la mujer y acceso limitado a la tierra (Figueroa, 2005).

En 2018, el 55.5% de los hogares de México padecía algún tipo de inseguridad alimentaria; de estos, el 60% la padecía en grado leve, el 25.4% en grado moderado y el 15.3% en grado severo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2019). Sin embargo, esta situación puede ser más crítica en territorios con altos niveles de pobreza, marginación y vulnerabilidad. Así, por ejemplo, en Chiapas se encontró que más del 80% de su población había experimentado algún tipo de inseguridad alimentaria, en los tres meses previos a la aplicación de una encuesta (Martínez et al., 2015). En este sentido, como se muestra en la Figura 1, los pobres con características sociales de analfabetismo, los grupos rurales y el materno infantil son los más vulnerables a los cambios de cualquier situación alimentaria, sea porque no cuentan con los suficientes activos o porque la estructura institucional, o de la sociedad, les impide obtener lo que necesitan (Figueroa, 2005).

Figura 1

Relación de activos económicos con la vulnerabilidad alimentaria

Nota. Adaptado de Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA, 2011).

Dentro del contexto de la vulnerabilidad alimentaria, entre los productos más representativos de la dieta de los mexicanos se encuentra el maíz. De hecho, este se considera la base de la alimentación mexicana y, como tal, un producto estratégico en la conservación de la seguridad alimentaria del país. Al respecto, se calcula que el consumo nacional promedio por persona al año es de 196 kg y alcanza en algunas regiones y grupos sociales hasta los 230 kg. Con este consumo, se considera que actualmente México es autosuficiente en la producción para consumo humano (maíz blanco), pero altamente deficitario para el consumo animal (maíz amarillo), del cual mantiene altas cuotas de importación (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2017).

En la actualidad, el estado de Guerrero es autosuficiente en la producción para consumo humano, no obstante que la superficie sembrada disminuyó en 2822 hectáreas en el periodo de 2002 a 2018. Los rendimientos promedio por hectárea incrementaron de 2.68 a 2.96 toneladas y, en el caso concreto de 2019, la cosecha alcanzó 1.3 millones de toneladas, lo cual aseguró la demanda interna del grano y la autosuficiencia de maíz blanco. Para la región de La Montaña, en contraste con la situación estatal, la superficie sembrada en el mismo periodo incrementó en 1297 hectáreas, sin embargo, los rendimientos se mantuvieron en 1.35 toneladas por hectárea. En 2019, registró una alta tasa de siniestralidad que provocó que la producción regional no alcanzara a cubrir la demanda de la población, siendo los municipios de la zona montañosa alta con topografía más accidentadas y los mayores indicadores de marginación y pobreza, los más vulnerables a los déficits productivos y a la disponibilidad del grano, según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SIAP-SADER, 2020).

En el contexto nacional, desde 2005, Guerrero es el estado con el mayor índice de marginación (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2016) y elevados niveles de pobreza (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [Coneval], 2015). Sumado a lo anterior, las medidas sanitarias implementadas para contener la propagación de la COVID-19, como el confinamiento de la población y el cierre parcial o total de actividades económicas no esenciales, podrían repercutir en un incremento de la pobreza, la inseguridad alimentaria y el hambre (Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños [FAO-CELAC], 2019). Por lo anterior, como un primer acercamiento, el propósito del presente estudio fue evaluar con el uso de estadística descriptiva, análisis de componentes principales (ACP) y prueba de Mann Kendall, la vulnerabilidad alimentaria en la región de La Montaña de Guerrero, México.

Área de estudio

La Montaña es una de las siete regiones de la entidad que se ubica al noreste de Chilpancingo, capital del estado de Guerrero, y cuenta con una extensión aproximada de 7178 km^2, esto es el 10.9% de la superficie del estado.

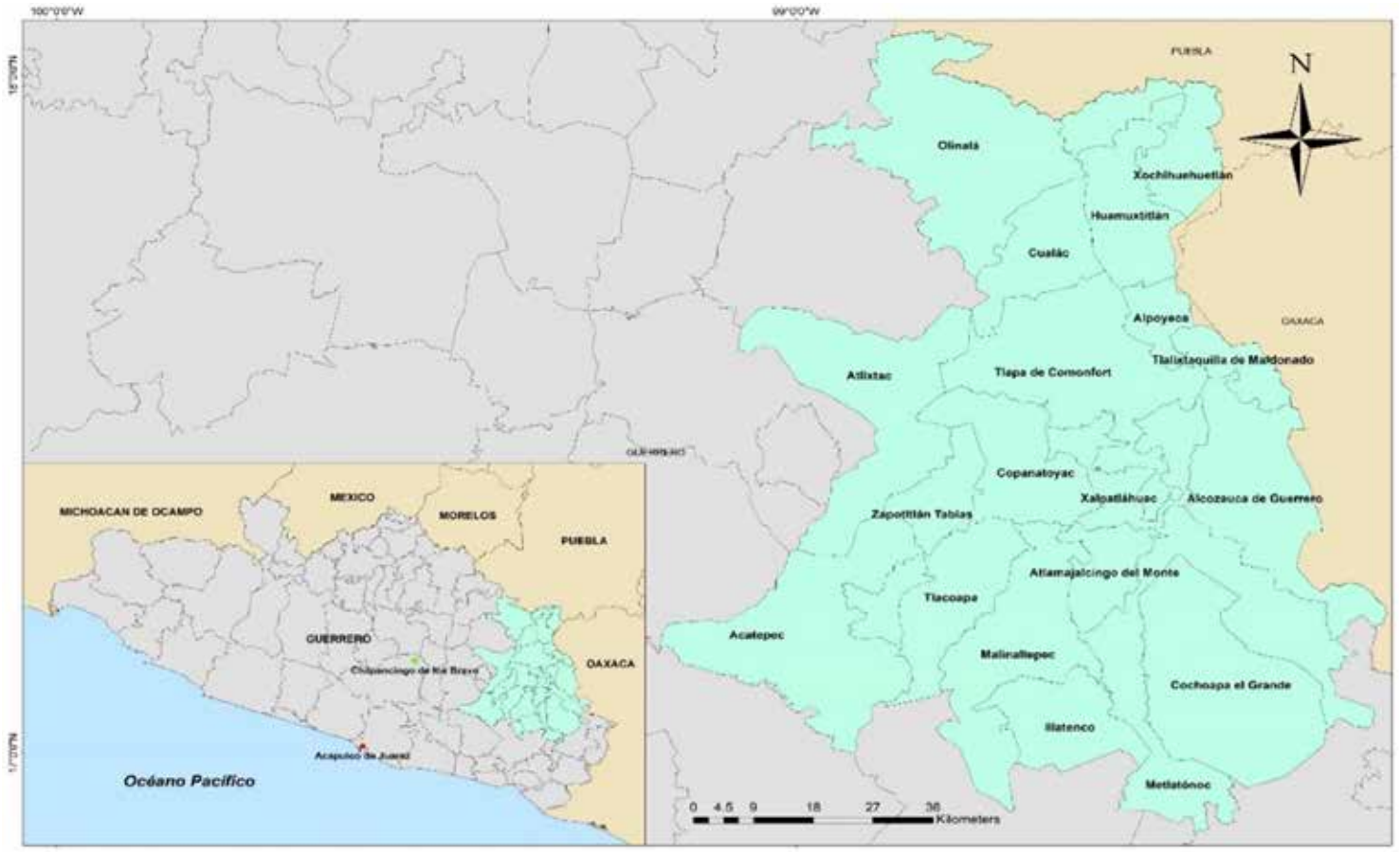
Topográficamente, presenta dos grandes zonas de contrastes; la primera, que llamaremos parte baja, se ubica al norte y noreste de Tlapa, se distingue por elevaciones bajas e intermedias con pequeños valles y en la que se ubican los municipios con mayor desarrollo social y económico, como son Alpoyeca, Cualác, Huamuxtitlán, Olinalá, Tlapa, Tlalixtaquilla y Xochihuehuetlán. La segunda, parte alta, que se localiza al sur y sureste de Tlapa, presenta mayores elevaciones y pendientes escarpadas, mayor cubierta boscosa y está integrada por los municipios con mayor marginación y pobreza: Acatepec, Alcozauca, Atlamajalcingo del Monte, Atlixtac, Cochoapa el Grande, Copanatoyac, Iliatenco, Malinaltepec, Metlatónoc, Tlacoapa, Xalpatláhuac y Zapotitlán (Figura 2). Esta región presenta actualmente elevados niveles de degradación de suelos causados por procesos de deforestación motivados por actividades de extracción maderable, agricultura de cultivos lícitos e ilícitos, ganadería y, recientemente, por la minería.

En 2010, la región de La Montaña (Tabla 1) contaba con 361 617 habitantes distribuidos en 19 municipios con población preponderantemente originaria de las etnias nahua, mixteca (Tu´un Savi) y tlapaneca (Me´Phaa).

El 80% de esta población habitaba en localidades con menos de 2500 habitantes; el 67.8% se clasificaba con un grado muy alto de marginación y el 32.2% restante con grado alto (CONAPO, 2015). Asimismo, presentaba elevados índices de analfabetismo, personas que solo hablan len-

Figura 2

Región de La Montaña de Guerrero, México



Nota. Elaborado con información de INEGI y software QGis.

gua indígena y no hablan español (INEGI, 2010), y pobreza, ya que en 2010 más del 56% de la población percibía menos de 1.94 dólares por día per cápita y el resto menos de 4 dólares (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2014). La población de la región, con una tasa de crecimiento promedio de 1.23% por año, llegó a 406 048 habitantes en 2020 (INEGI, 2020).

Dentro de las actividades económicas y productivas en esta región se encuentra el cultivo de maíz, entre otros cultivos importantes como el frijol y el chile. Esta actividad se realiza con técnicas tradicionales de cultivo, uso de mano de obra local, baja inversión en insumos y semillas de variedades criollas principalmente. Los rendimientos son muy bajos, los eventos de pérdida de los cultivos por efectos climáticos y pérdida de fertilidad de los suelos han sido más frecuentes en los últimos años y poco más del 80% es para consumo familiar y alimentación del ganado.

Tabla 1

Características socioeconómicas y de marginación de La Montaña

Municipio	Población	Población habita <2500	HLINE %	Analfabetismo %	Ingreso por cápita/día (Dls*)	Grado de marginación
Huamuxtitlán	14393	57.88	0.77	20.20	3.86	Alto
Alpoyeca	6637	41.63	0.71	19.73	3.29	Alto
Tlapa	81419	35.48	5.62	23.18	3.49	Alto
Xochihuehuetlán	7079	31.36	0.05	27.93	3.01	Alto
Cualác	7007	100.00	0.23	20.88	2.30	Alto
Tlalixtaquilla	7096	100.00	5.51	28.19	2.68	Muy alto
Iliatenco	10522	100.00	15.33	18.68	2.12	Muy alto
Malinaltepec	29599	100.00	21.26	23.85	1.27	Muy alto
Olinalá	24723	62.00	2.28	29.41	2.94	Muy alto
Zapotitlán Tablas	10516	100.00	24.36	33.33	1.80	Muy alto
Atlamajalcingo	5706	100.00	25.59	31.96	1.18	Muy alto
Tlacoapa	9967	100.00	29.28	25.90	1.32	Muy alto
Xalpatláhuac	12240	65.24	25.79	42.08	1.49	Muy alto
Atlixtac	26341	87.27	28.91	40.92	0.98	Muy alto
Alcozauca	18971	86.58	49.66	49.73	1.72	Muy alto
Copanatoyac	18855	8S4.49	32.10	41.14	1.47	Muy alto
Acatepec	32792	100.00	55.71	30.47	1.28	Muy alto
Metlatónoc	18976	81.10	58.94	52.33	1.15	Muy alto
Cochoapa el Grande	18778	86.10	74.48	66.55	1.14	Muy alto
Región	361617	79.95	24.03	32.97	2.02	Muy alto

Nota. HLINE = Población que habla lengua indígena y no habla español. Elaborado con información de INEGI (2010), CONAPO (2016) y PNUD (2014).

Metodología

Este trabajo se realizó con la selección de cinco indicadores que reflejan la condición social y económica de la región, dos más representativos de la capacidad productiva y utilidad económica del maíz, y uno sobre la disponibilidad por persona al año del grano producido localmente (Tabla 2).

El análisis de la información para los agrupamientos territoriales se realizó con el uso componentes principales (CP). Esta es una técnica de análisis estructural, cuyo propósito es tomar de *n* individuos *p* variables X1, X2, …, Xp y buscar combinaciones lineales que generan índices Z1, Z2, …, Zp (componentes principales) no correlacionados, de tal manera que la varianza (var) de Z1 ≥ var de Z2 ≥, …, ≥ var de Zp, sujeto a la restricción que los coeficientes a11, a12, …, a1p = 1, de tal forma que:

$$Z1 = a11\ X1 + a12\ X2 + \ldots + a1p\ Xp \text{ Primera componente principal (CP1)}$$

$$Z2 = a21\ X1 + a22\ X2 + \ldots + a2p\ Xp \text{ Segunda componente principal (CP2)}$$

Tabla 2

Indicadores socioeconómicos y de producción del maíz

Indicador	Clave	Función
Población que habla lengua indígena y no habla español	HLINE	Permite conocer la población que solo habla lengua indígena y no habla español.
Tasa de analfabetismo	NoAB	Permite conocer el porcentaje de población con 15 y más años que no sabe leer ni escribir.
Índice de dependencia económica	IDE	Es la medida de soporte social y económico a la población económicamente inactiva por parte de la económicamente activa.
Índice de marginación	IM	Indicador oficial CONAPO de privaciones y exclusión social en educación, vivienda e ingresos.
Ingreso per cápita por día (USD)	IPCD	Ingreso monetario promedio por día y por persona tasado en dólares.
Rendimiento de maíz por hectárea (kg/ha)	RH	Indicador del volumen promedio de producción de maíz por unidad de superficie cultivada.
Utilidad beneficio costo por hectárea	UBH	Permite conocer la diferencia entre el valor de la producción y el costo total promedio del cultivo por hectárea.
Disponibilidad per cápita de maíz (kg)	DPCM	Cociente de la producción total municipal entre la población total municipal.

Lo anterior, permitió reducir las ocho dimensiones de las variables originales a solo dos (Manly, 2004; Rencher, 2002) que lograron retener el 87% de la varianza total. Finalmente, los valores de los p vectores (municipios) de la primera componente principal se usaron para calcular los rangos de valor de los índices de vulnerabilidad alimentaria. Una vez ordenados de menor a mayor los valores de CP1 de los municipios, se calculó la amplitud de rango de la siguiente manera:

$$\text{Rango} = \frac{\text{Valor máximo - Valor mínimo}}{\text{No. de categorías de vulnerabilidad deseadas}}$$

Con la amplitud de rango, se diseñaron los agrupamientos en cinco categorías de vulnerabilidad alimentaria: muy alta, alta, media, baja y muy baja para los 19 municipios de la región (Tabla 3).

Tabla 3

Asignación de categorías de vulnerabilidad

Límite inferior	Límite superior	Categorías
-3.5494	-2.1466	Muy baja
-2.1466	-0.7487	Baja
-0.7487	0.6589	Media
0.6589	2.0616	Alta
2.0616	y más	Muy alta

Nota. Amplitud de rango = 1.4027.

También, como un primer acercamiento, se analizó el comportamiento de la precipitación pluvial como un posible determinante ambiental de la producción de maíz. Así, con el uso de la herramienta Mann-Kendal para series de tiempo se determinó la tendencia y comportamiento cíclico general de la precipitación registrada en la estación meteorológica 12048 Alpoyeca de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en sus registros anuales de 1990 a 2018 (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2022).

Resultados

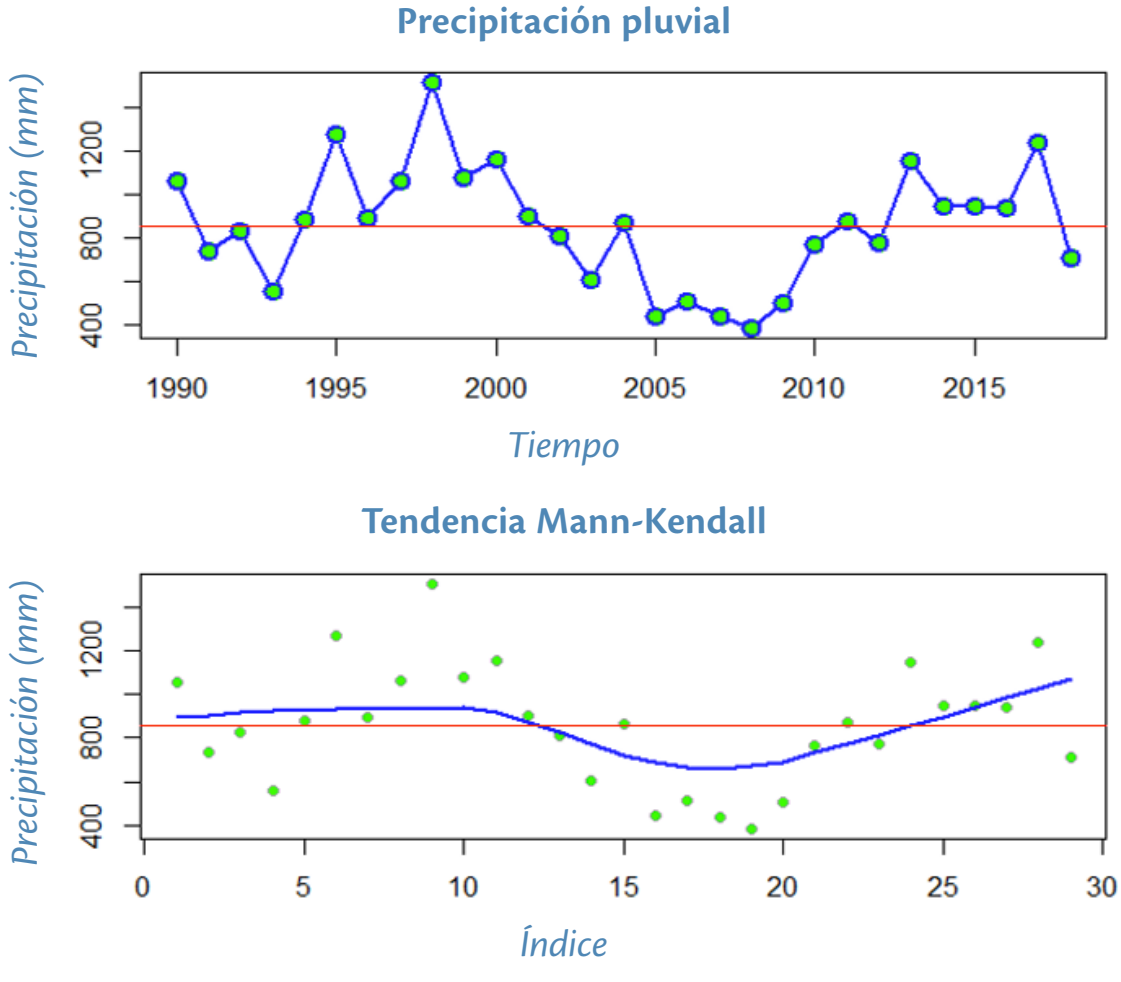
Precipitación pluvial

La precipitación anual promedio de los últimos treinta años en la región de La Montaña, al tomar como referencia la registrada en la estación meteorológica 12048 Alpoyeca de la CONAGUA, fue de 856.6 ± 273.6. Las lluvias anuales se concentran de mayo a octubre y, en este periodo, los meses de julio y septiembre son los de mayor precipitación.

La precipitación anual en los últimos 29 años (1990 a 2018) en esta región muestra un comportamiento inestable con precipitaciones mayores al promedio de 1987 a 1995 y de 2010 a 2017, y por debajo del promedio de 1991 a 1994 y de 2001 al 2009. La tendencia Mann-Kendall muestra ser descendente de 2010 a 2008 y ascendente de 2011 a 2017 (Figura 3).

Figura 3

Precipitación pluvial y tendencia en región de La Montaña, Guerrero entre 1990-2018



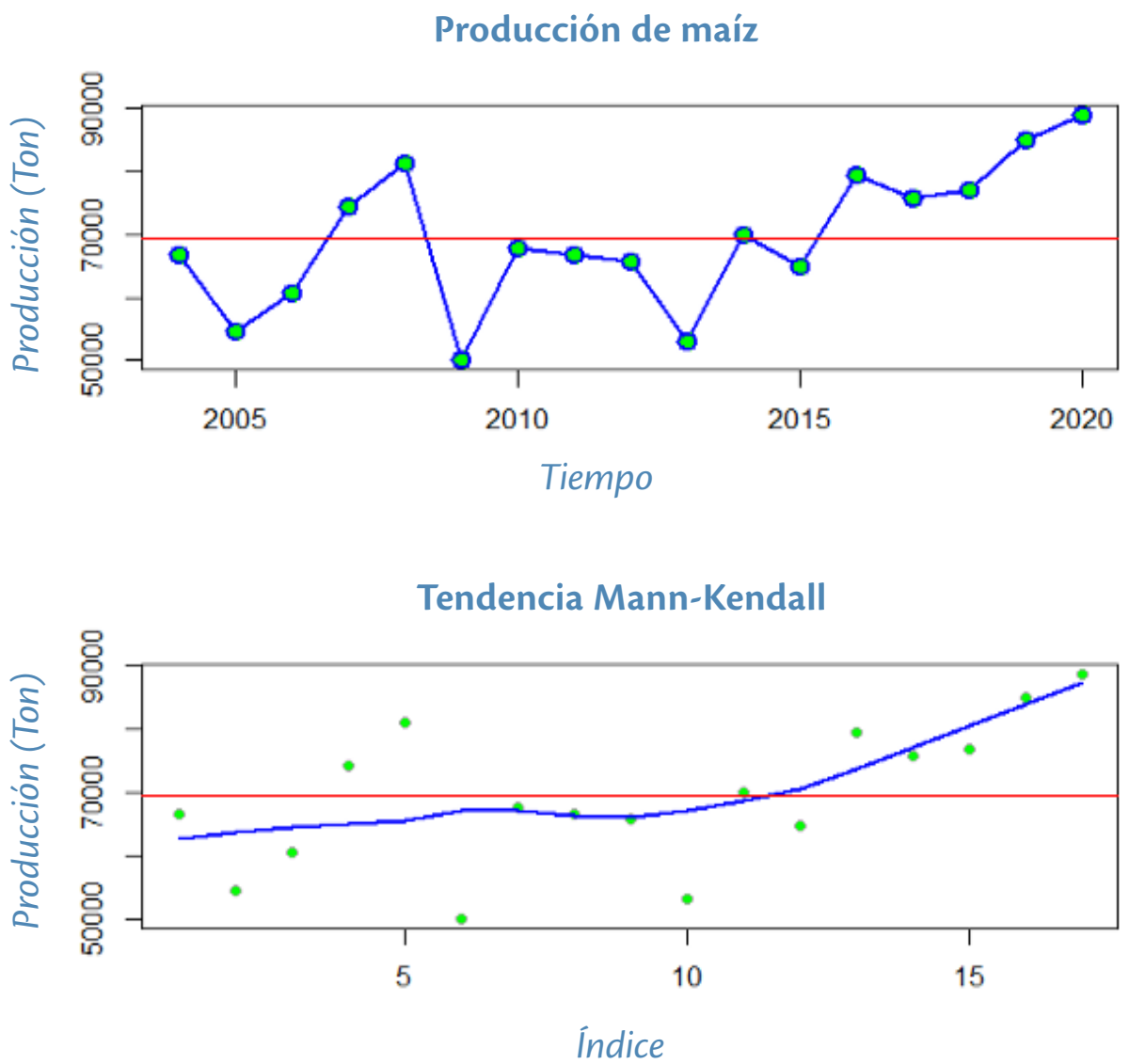
Nota. Elaborado con información de SMN (2022).

Producción anual de maíz y rendimiento por hectárea

En los últimos 17 años, la producción promedio de maíz en la región fue de 69 450 toneladas, aproximadamente el 6.5% de la producción estatal. Sin embargo, esta muestra periodos cíclicos de ascenso y descenso de la producción. Así, de 2005 a 2008 incrementó de 53 000 a más de 80 000 toneladas, de 2009 a 2013 se mantuvo por debajo de la media y a partir de 2014 ha mostrado una tendencia ascendente, alcanzando en 2020 casi las 89 000 toneladas (Figura 4).

Figura 4

Producción total de maíz y tendencia en la región de La Montaña, Guerrero 2003-2020



La producción total de maíz en la región —sin tomar en cuenta el destinado al consumo animal, para semilla y el que se vende fuera de la región y el estado— es suficiente para cubrir la

demanda de la población de la región. Sin embargo, como se muestra en la Tabla 4, y al considerar un consumo promedio anual per cápita de 205 kg, la producción de municipios como Iliatenco, Malinaltepec, Tlapa, Xalpatláhuac, Acatepec, Metlatónoc y Cochoapa el Grande no alcanza a cubrir la demanda local, lo que crea la necesidad de introducir el grano para cubrir el déficit, con el consecuente incremento de su costo.

Tabla 4

Superficie sembrada, volumen de producción, rendimiento por hectárea y disponibilidad per cápita de maíz por municipio, 2020

Municipio	Superficie municipal sembrada (%)	Volumen producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Disponible per cápita (kg/año)
Alpoyeca	7.69	2155.3	2.75	324.74
Huamuxtitlán	8.48	6266.9	2.68	435.41
Tlapa	8.37	7992.1	1.56	98.16
Xochihuehuetlan	3.90	1396.1	1.31	197.22
Cualác	8.47	3746.8	1.85	534.72
Olinalá	5.56	8910.1	2.32	360.40
Tlalixtaquilla	14.85	2508.8	1.51	353.55
Iliatenco	4.76	986.1	0.88	93.72
Zapotitlán	8.02	2204.8	1.26	209.66
Atlamajalcingo	13.19	1689.0	0.96	296.00
Malinaltepec	10.41	4841.7	1.0	163.58
Tlacoapa	6.24	2137.9	1.3	214.50
Xalpatláhuac	5.92	1755.9	1.32	143.46
Copanatoyac	10.63	4523.4	1.41	239.90
Atlixtac	6.78	5447.7	1.42	206.81
Acatepec	6.13	4433.8	1.21	135.21
Alcozauca	9.28	5219.2	1.25	275.12
Metlatónoc	4.88	2595.0	0.95	136.75
Cochoapa	4.20	2549.9	0.99	135.79

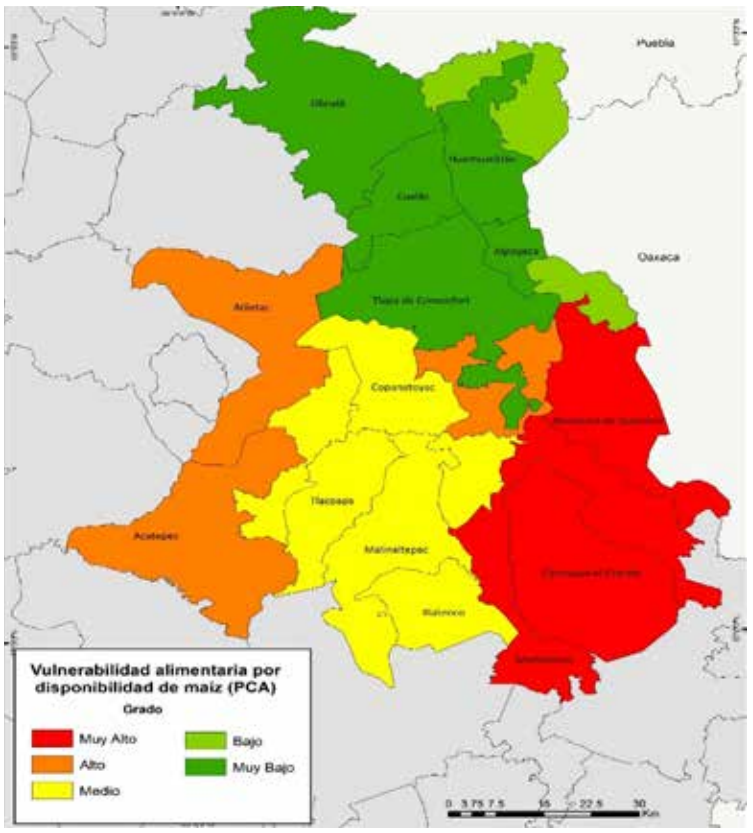
Vulnerabilidad alimentaria

En la Figura 5 se observa que cinco de los siete municipios de la parte baja en las vertientes de los ríos Balsas y Tlapaneco (Alpoyeca, Huamuxtitlán, Tlapa, Cualác y Olinalá) tienen un grado muy bajo de vulnerabilidad alimentaria, mientras que en los otros dos (Xochihuehuetlán y Tlalixtaquilla) es bajo. Cabe destacar que, en el caso de Tlapa, aunque presenta un fuerte déficit de asignación per cápita por producción municipal de maíz, su grado de vulnerabilidad fue muy bajo debido a más altos indicadores de desarrollo social y económico que permitiría contar con mayores recursos económicos para la adquisición del maíz para su alimentación.

La mayor vulnerabilidad alimentaria se ubica en la parte más alta y accidentada de esta región; los municipios de Cochoapa el Grande, Metlatónoc y Alcozauca, ubicados en la parte sureste y con los más altos índice de marginación y pobreza, mostraron ser los de mayor vulnerabilidad.

Figura 5

Vulnerabilidad alimentaria por disponibilidad de maíz per cápita



Nota. Elaborado con información de INEGI (2020) y SADER-SIAP (2022).

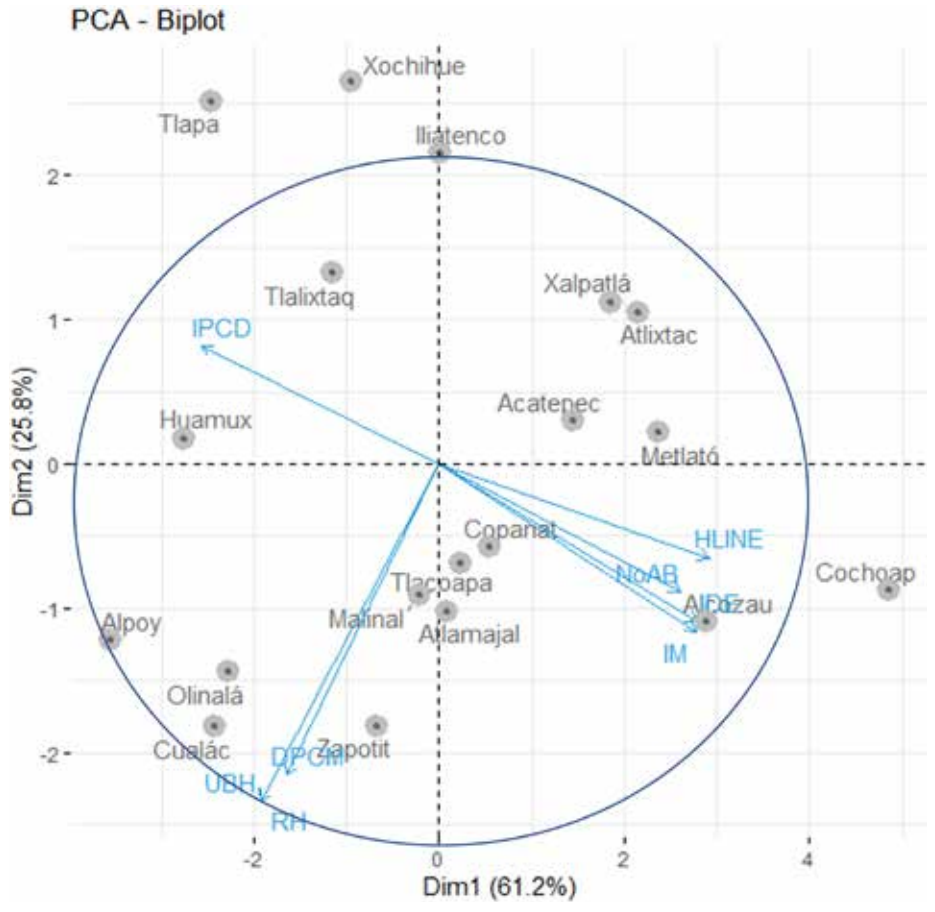
Por su parte, los municipios de Xalpatláhuac, ubicado al sur de Tlapa de Comonfort, así como Atlixtac y Acatepec, ubicados al suroeste y también con elevados índices de marginación y pobreza, mostraron ser altamente vulnerables.

Finalmente, Atlamajalcingo, Copanatoyac, Iliatenco, Malinaltepec, Tlacoapa y Zapotitlán Tablas, ubicados al sur de Tlapa y en la parte central de la vertiente costera de la región, mostraron una vulnerabilidad alimentaria media; al respecto, resaltan los casos de Iliatenco y Malinaltepec con fuertes déficits en la producción de maíz.

Los indicadores que con mayor peso contribuyeron a la vulnerabilidad alimentaria en la región fueron, primero, la marginación y dependencia económica, hablar lengua indígena y el analfabetismo, que además mostraron una fuerte correlación positiva, y después los bajos ingresos per cápita. Por otro lado, los indicadores de producción como los altos rendimientos por hectárea, la utilidad costo-beneficio por hectárea y los mayores ingresos per cápita contribuyeron a disminuirla (Figura 6).

Figura 6

ACP, variables y estructura de vulnerabilidad municipal



Los municipios de Alpoyeca, Cualác y Olinalá se distinguieron por poseer los mayores rendimientos y utilidades por hectárea y utilidades; mientras que Tlapa y Huamuxtitlán mostraron los mayores ingresos per cápita junto con buenos rendimientos y utilidades de maíz por hectárea. En el lado opuesto, los municipios con mayores carencias sociales y económicas, además de bajos rendimientos y utilidades de maíz, fueron Cochoapa el Grande, Metlatónoc y Alcozauca.

En cuanto a similitudes por condición socioeconómica y productiva que inciden sobre la vulnerabilidad alimentaria, Tlapa, Alpoyeca y Huamuxtitlán se agrupan con más similitudes dentro de la categoría muy baja; un segundo grupo con baja vulnerabilidad alimentaria lo forman Olinalá, Cualác, Xochihuehuetlán y Tlalixtaquilla; dentro de la vulnerabilidad media los seis municipios clasificados fueron Zapotitlán, Malinaltepec, Atlamajalcingo, Tlacoapa, Copanatoyac e Iliatenco, que también mostraron similitud en sus indicadores, siendo el mismo caso de Acatepec, Atlixtac y Xalpatláhuac en la categoría de alta vulnerabilidad. Para la categoría de muy alta vulnerabilidad alimentaria, solo Alcozauca y Metlatónoc compartieron mayores similitudes; no obstante, el caso de Cochoapa el Grande es un caso excepcional dado sus reducidos indicadores de desarrollo social y económico.

Conclusiones

El presente análisis reveló que los doce municipios de la parte alta de la región de La Montaña, con el 58.9% de la población, mostraron algún grado de vulnerabilidad alimentaria; los casos de Cochoapa el Grande, Metlatónoc y Alcozauca son los más críticos, debido a sus condiciones de muy alta marginación, pobreza extrema y bajos rendimientos de maíz por hectárea. Pero, además, los municipios de Acatepec, Atlixtac y Xalpatláhuac, con altos niveles de pobreza y marginación, muestran también una situación de gran riesgo y baja resiliencia ante una eventual escases del grano y de su facilidad de acceso para su alimentación. Es importante señalar que, así como en gran parte del territorio nacional, esta región se ha visto afectada por la irregularidad en el ciclo de lluvias con los periodos de sequía y lluvias torrenciales; lo anterior, sumado a la grave degradación de los suelos por la intensa deforestación, configura un espacio de alta vulnerabilidad y riesgo para la seguridad alimentaria.

En la parte baja de La Montaña, seis municipios son autosuficientes por su nivel de producción, solo Tlapa presenta problemas de disponibilidad per cápita, pero sus déficits productivos se compensan con los mejores indicadores de desarrollo social y percepción de ingresos que permite a la mayor parte de su población mejor acceso a la adquisición del maíz para su alimentación.

Los seis municipios con índice medio de vulnerabilidad alimentaria: Atlamajalcingo del Monte, Copanatoyac, Iliatenco, Malinaltepec, Tlacoapa y Zapotitlán Tablas, ubicados en la parte central de la alta montaña, podrían eventualmente, con grado diferenciado, ser afectados por eventos críticos que les impidan el acceso y la disponibilidad en calidad y cantidad al maíz para su alimentación; sin embargo, pese a sus altos niveles de pobreza y marginación, estos cuentan con mejores condiciones de desarrollo económico y social.

Bajo las condiciones de la crisis de la COVID-19 y los recientes acontecimientos del conflicto entre Ucrania y Rusia, sumado a los efectos del cambio climático y el calentamiento global, el problema de la seguridad alimentaria se convierte en un tema de gran importancia que los gobiernos federal y local de Guerrero deben atender con prontitud y decisión para evitar los efectos nocivos de la desnutrición y el hambre, sobre todo en la población altamente vulnerable (niños, ancianos y mujeres) de los pueblos y comunidades de culturas originarias.

Referencias

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2015). *Informe de pobreza en México 2014.* CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/Documents/Informe-pobreza-Mexico-2014.pdf

Consejo Nacional de Población. (2016). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015. Anexo B. Colección de índices sociodemográficos.* CONAPO. https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015

Figueroa P. D. (2005). Grupos vulnerables y su caracterización como criterio de discriminación de la seguridad alimentaria y nutricional en Brasil. *Revista Brasileira Saúde Materno Infantil,* 5(3), 367-375. https://doi.org/10.1590/S1519-38292005000300013

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Censo de población y vivienda 2010. Tabulados predefinidos. Guerrero.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#Tabulados

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). *Encuesta nacional de salud y nutrición. Tabulados*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ensanut/2018/#Tabulados

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de población y vivienda 2020. Principales resultados por localidad (ITER). Guerrero.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/descarga/ficha.html?tit=325910&ag=0&f=csv

Manly, F. J. B. (2004). *Multivariate statistical methods. A primer* (3a ed.). Chapman and Hall/CRC.

Martínez, J. C., García, N. R., Trujillo, L. E., & Noriero, L. (2015). Inseguridad alimentaria y vulnerabilidad social en Chiapas: el rostro de la pobreza. *Nutrición hospitalaria, 31*(1), 475-481. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015000100054

Nochebuena, G., & Villerías, S. (2022). Vulnerabilidad social y seguridad alimentaria en la región Montaña de Guerrero: el caso de la producción del maíz. En M. V. Santana, G. Hoyos, G. Santana, R. Huitrón & B. González (Coords.), *Territorios sustentables en contexto de pandemia* (pp. 235-256). Universidad Autónoma del Estado de México.

Organización de las Naciones Unidas. (2022). La guerra en Ucrania puede colapsar el sistema alimentario mundial. *Noticias ONU.* https://news.un.org/es/story/2022/03/1505552

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños. (2019). *Seguridad alimentaria bajo la pandemia de COVID 19. Informe técnico asociado al ODS 2: Hambre cero en los indicadores de subalimentación, inseguridad alimentaria y desnutrición infantil.* FAO|CELAC. http://www.fao.org/documents/card/es/c/ca8873es/

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). *Índice de Desarrollo humano municipal en México: nueva metodología. Base de datos.* PNUD-ONU. https://www.undp.org/es/mexico/publications/idh-municipal-en-m%C3%A9xico-nueva-metodolog%C3%ADa

Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. (2011). *Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos* (3ª ed.). PESA|FAO. https://www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf

Rencher, C. A. (2002). *Methods of multivariate analysis* (2a. ed.). Wiley and sons.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). *Maíz grano blanco y amarillo mexicano. Planeación agrícola nacional 2017-2030.* SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B_sico-Ma_z_Grano_Blanco_y_Amarillo.pdf

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Estadísticas de producción agrícola. Datos abiertos.* México. SIAP-SADER. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php

Servicio Meteorológico Nacional. (2022). *Normales climatológicas del estado de Guerrero.* Comisión Nacional del Agua. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=gro

Capítulo VII

Análisis de las parcelas cafetaleras con respecto a la zonificación agroecológica del *Coffea Arabica* en la Sierra de Atoyac de Álvarez, Guerrero, México

* *Humberto Antonio González González* [A],
Oscar Figueroa Wences [B] *y Leticia Bibiano Mendoza* [C]

Resumen

En el municipio Atoyac de Álvarez, se llevó a cabo un estudio sobre los potenciales agroecológicos de las parcelas cafetaleras. La investigación se basó en el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) para identificar los potenciales agroecológicos presentes en estas parcelas en relación con el área total de la zonificación agroecológica de la Sierra de Atoyac. Los resultados permitieron determinar que la superficie total de los cuatro potenciales identificados en las parcelas cafetaleras representa el 13% de la superficie total de los potenciales en el área de estudio. Al analizar la distribución y ubicación de estos potenciales dentro de las parcelas, se observó que la mayor superficie se encuentra en los potenciales bajos. Además, se estableció una relación entre los posibles rendimientos que se podrían obtener de los potenciales de las parcelas cafetaleras y los rendimientos totales de los potenciales de la zonificación agroecológica.

Palabras clave: *parcelas cafetaleras, potenciales agroecológicos, Coffea arabica*

* Unidad de Ciencias en Desarrollo Regional No 2, campus "El Pericón", "Alexander Mora Venancio", Universidad Autónoma de Guerrero

[A] *hgonzalez02@yahoo.com* [B] *oscar_figueroa_wences@hotmail.com* [C] *garbisnp@hotmail.com*

Introducción

Las áreas sembradas de café en México ocupan preferentemente los territorios montañosos, cuyas condiciones naturales muestran una alta complejidad. Estas características no limitan en lo fundamental el desarrollo del cultivo, que dada su fisiología presenta un poder de adaptación a las condiciones ecogeográficas de estas zonas (Servicios Integrales Profesionales para el Desarrollo Regional [SIPDR], 2006).

El café mexicano es eminentemente un cultivo de pequeños productores campesinos que, en buena medida, pertenecen a alguno de los grupos indígenas existentes en el país. Por lo tanto, además de la relevancia económica por el valor comercial de la producción que aportan, tienen una gran importancia social por el número de familias que dependen del cultivo (SIPDR, 2006).

> Existen dos tipos de café: *arabica* y *robusta*. El primer tipo es cultivado principalmente en América Latina, a una altura entre 500 y 2000 msnm; su contenido de cafeína es de 1.5 % y su sabor es suave. El *robusta* es más resistente a las plagas, contiene más cafeína (de 2 a 2.5%), y en comparación con el arabica su sabor es más bien áspero. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SAGARPA], 2011a, p.36)

"En general, en el mercado internacional se paga un mayor precio por los suaves colombianos; después vienen los otros suaves, los Arábicas naturales y, en último lugar, los robustas" (SAGARPA, 2011a, p.37).

> Una de las características distintivas de la cafeticultura mexicana es su contraste en todas las etapas de la cadena productiva. En efecto, un elemento que sustenta la marcada diferencia es la polarización en el tamaño de los predios por cafeticultor. Así, el 92% de productores son minifundistas con menos de 5 ha en producción; mientras en el otro extremo, el 0.1% de más de 50 ha, constituyen el reducido grupo de grandes finqueros. Este contraste no es tan marcado si se considera la superficie promedio por productor en cada estado. De esta forma, la superficie promedio mayor se tienen en Jalisco y

> Nayarit (5 ha), un poco menor en Guerrero (4.8 ha) y la más baja en Querétaro (1.4 ha), en los principales estados productores la superficie promedio por productor es de dos a tres hectáreas. [Esto] puede ser una ventaja, sobre todo si consideramos el cuidado de tipo artesanal que se da a la producción, lo que permite ofrecer un valor agregado (Fundación PRODUCE | Tecnológico de Monterrey, 2003, pp.79-80).

En los agroecosistemas cafetaleros, la sombra desempeña un papel importante en la conservación de la biodiversidad (Barradas et al., 2010). La asociación del café con los árboles y con el estrato inferior permite un desarrollo óptimo de toda la fauna existente en ese lugar (Perfecto, 1996). Se estima que la flora epífita total alcanza una cifra tres veces mayor que el número total de especies arbóreas (Gómez-Pompa, 1997).

Las ventajas de los cafetales de sombra, según Jiménez-Avila y Golberg (1982), es que ofrecen una protección contra la sequía y las temperaturas bajas que se producen en el invierno y, en general, en el micro-mesoclima del sitio (Barradas et al., 2010; Barradas & Fanjul, 1986). El contenido de agua es más alto en el perfil de suelo de un cafetal con árboles que en el cafetal de sol, en especial en época de sequía (Moguel, 1996). De acuerdo con Arrivillaga (1996), en cafetales bajo sombra hay un importante mejoramiento del suelo, con una acumulación de materia vegetal que varía entre 4 y 15 toneladas métricas por hectáreas al año.

La interrelación de la zonificación de la especie Coffea arabica con respecto al medio físico que le rodea

La zonificación del café siempre se considera desde diferentes factores; primero, desde el aspecto espacial, donde se ubica o pudiera establecerse la especie, y desde el aspecto edafológico, tomando siempre en cuenta factores limitantes como profundidad efectiva, nivel de erosión, contenido de salinidad o sodio, contenido de materia orgánica, contenido de pedregosidad o rocas, y otras cualidades. Las condiciones de relieve son muy importantes, siempre debe analizarse la altitud sobre el nivel del mar y los valores de pendientes (González, 2017).

> La distribución del cultivo del café es muy amplia, es posible encontrarlo desde los 100 msnm hasta casi los 2000 msnm, sin embargo, la zona óptima para su desarrollo y producción se ubica entre los 700 y 1300 msnm. El 63% de los productores mexicanos se ubica por arriba de los 600 msnm, mientras que un 29% de los productores se localiza en altitudes superiores a los 900 msnm. (Fundación PRODUCE | Tecnológico de Monterrey, 2003, p.23)

En la medida en que las plantaciones se encuentran más cercanas al Ecuador, la altitud juega un papel fundamental en la distribución del cultivo (Amaya et al., 1988). Según García (1968), a pesar de que las áreas geográficas del cafeto se encuentran en zonas netamente tropicales, hay que tener en cuenta que esas regiones están modificadas por la altitud. Esta variación es función de la latitud y de otros factores microclimáticos locales; sin embargo, las condiciones climáticas en cuanto a temperatura varían entre países.

Otros elementos por considerar son la precipitación media anual y la temperatura media anual de la zona de estudio, como una guía de condición climática.

De acuerdo con Blanco et al. (1999):

> El clima se encuentra entre los factores más importantes de la diferenciación físico-geográfica, [tiene una distribución zonal], que incide en la disposición de los restantes componentes naturales, [...], así como sus potencialidades y limitantes para el desarrollo de uno u otro tipo de actividad económica.
>
> El clima de [Atoyac] está determinado por la acción interrelacionada entre la radiación solar, la circulación atmosférica general y las características termodinámicas de las superficies por las que fluyen las masas de aire que afectan al mismo, así como por las particularidades físico-geográficas del área objeto de estudio y la frecuencia con que ocurren los diferentes tipos de circulación. Ello determina la distribución espacial y el comportamiento temporal de las variables que conforman el clima. (p.41)

> La precipitación media anual requerida por el cafeto es de 1800 a 2000 mm, distribuidos a través del año, con un período de reposo vegetativo, para posteriormente iniciar la floración. (p.4)

Las precipitaciones por debajo de 1500 mm limitan el crecimiento de la planta y afectan la cosecha del año siguiente. Los periodos de sequía prolongados propician la caída de las hojas, lo cual limita la actividad fotosintética; consecuentemente, la cosecha disminuye y, en algunos casos, puede causar la muerte de la planta. Las precipitaciones le confieren al territorio una aptitud más localizada del potencial en estudio; se establecen las zonas con potencial óptimo en función de la profundidad efectiva, la erosión del suelo y la pendiente, por lo que agregar este elemento climático define aún más las áreas con potencial óptimo para *Coffea arabica*. Este factor hay que valorarlo en relación con el tipo de suelo y pendiente del terreno, dada las diferencias existentes en cuanto a capacidad de infiltración y retención de agua. Según se incrementa la pendiente, disminuye la posibilidad de infiltración de agua específica, razón por la cual difiere el comportamiento del cultivo en zonas con precipitaciones, pero con suelos o pendientes diferentes.

Cuando se evalúan los componentes del clima, la dinámica de los cambios y movimientos son prácticamente poco regulables por el hombre. Algunos autores como Amaya et al. (1998) consideran que la temperatura y las precipitaciones son los factores que más afectan en el cultivo del café, pues tanto los niveles elevados de humedad, así como el exceso de lluvia en época de floración afectan la planta; tanto en su desarrollo como en la fructificación, las temperaturas no deben sobrepasar los intervalos establecidos para evitar que se marchite la flor y que se detenga el crecimiento de la planta.

Se ha utilizado el criterio de que las temperaturas deben ser moderadas, desarrollándose bien cuando oscilan entre 28 °C y 16 °C, siendo la temperatura óptima 24 °C (Amaya et al., 1998).

En el cafeto, "temperaturas medias inferiores a 14 °C, así como superiores a 30 °C, causan daños permanentes, perjudicando notablemente la cosecha" (Granados et al., 2014, p.478).

"La mejor temperatura media anual para que el cafeto se desarrolle y produzca bien, se encuentra entre los 16 °C y los 22 °C, con poca oscilación térmica" (Granados et al., 2014, p.478). Según Pérez (1989), para *Coffea arabica*, el promedio oscila entre 12 °C y 21 °C; mientras que, según Ortolani (1968), los índices térmicos medios más adecuados, próximos al trópico para el café, son entre 19 °C y 21 °C y las temperaturas más altas o bajas reducen la producción. El mismo autor señaló que no existe producción, al sol pleno, en regiones con temperaturas por encima de 30 °C. Otros autores, como Nava (1953), han señalado que la temperatura promedio debe encontrarse entre 20 °C y 26 °C.

Principales experiencias nacionales e internacionales: espectro de enfoques en la zonificación agroecológica cafetalera

"Las zonas agroecológicas se definen como aquellas que tienen combinaciones similares de clima y características de suelo, y el mismo potencial biofísico para la producción agrícola (FAO, 1997)" (González & Hernández, 2016, p.108). La finalidad de zonificar la tierra es discriminar superficies de tierras que posean potencialidades similares y limitaciones para su desarrollo, esto permitiría una mejor planificación y distribución espacial del uso del suelo. La metodología se planteó sobre la base de combinación de capas que parten desde una información espacial con el interés de definir zonas, lo que permite la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

"La zonificación agroecológica de los cultivos se entiende como la distribución de las plantas cultivadas en una determinada área, región o país, conforme a las exigencias agroecológicas de las especies" (Soto, 2002, como se citó en Benavidez, 2014, p.97) y su capacidad de conservación del potencial productivo del área (Benacchio, 1984). Se puede considerar como la delimitación de áreas, dentro de la geografía de un país para cierto tipo de cultivo, que reúna las condiciones agroclimáticas, topográfica y edáficas de cada zona, así como las necesidades de dicho cultivo a determinadas condiciones ambientales.

> La zonificación agroecológica, de acuerdo con los criterios de la FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros

particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos, y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos. (Food and Agriculture Organization [FAO], 1997, s.p.)

Es conocido que, para lograr un adecuado crecimiento y producción de los cultivos, es imprescindible tener en cuenta las condiciones agroecológicas de la región de que se trate. […] Los trabajos de zonificación revisten gran importancia, fundamentalmente cuando se trata de hacer una planificación en los sectores productivos donde el ambiente juega un rol decisivo. […] Cada especie vegetal tiene exigencias agroecológicas específicas y su potencial de producción y rendimiento unitario dependerán en gran parte de la satisfacción de esos requerimientos. (Soto et al., 2001, pp.27-28).

La zonificación agroecológica reviste gran importancia en el desarrollo agrícola de un país, debido a que se buscan condiciones ambientales óptimas para las especies vegetales donde se pueda expresar el máximo potencial de producción (Arango, 2007).

Al ser una de las principales herramientas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura, la zonificación agroecológica es de gran interés, puesto que hace una evaluación cuantitativa de los recursos biofísicos de los cuales depende e identifica cambios específicos en las localidades necesarios para incrementar la producción, a través de comparaciones entre sistemas de cultivo y alternativas de producción (Sivakumar & Valentín, 1997).

Para zonificar agroecológicamente un área es necesaria la información edáfica y climática existente, así como los requerimientos ambientales del cultivo. Para Maestri y Santos (1981), los requerimientos ecológicos de un cultivo se estudian mejor en zonas donde este se desarrolla, especialmente en áreas donde la planta crece mejor.

Metodología

La metodología desarrollada persigue mostrar las parcelas cafetaleras con potenciales agroecológicos de la zonificación en la siembra de café.

El trabajo en su carácter general se sustenta sobre la selección del territorio de estudio (Atoyac de Álvarez, Guerrero), la selección del cultivo y el estudio de las características de las variables ecológicas, para constituir la base de los elementos físicos elementales, con el fin de establecer la identificación de los requerimientos agroecológicos. La metodología en su aspecto particular se basa en la obtención de potenciales idóneos para las variables de relieve, clima y edafología del área, para llegar a la zonificación agroecológica, utilizando los SIG.

Se toman en consideración para el trabajo, dentro del aspecto físico, el relieve, con dos elementos básicos: altitud y pendiente del terreno. Sobre la temática climática, se consideran los intervalos tanto de precipitación como de temperatura medias anuales. Con relación a la edafología, se tomaron en cuenta los tipos de suelos, así como su profundidad efectiva en función del tipo de textura. A partir de la utilización de los SIG, se puede realizar la combinación de la zonificación agroecológica del Coffea arabica y, a su vez, establecer la relación con las parcelas cafetaleras en el municipio de Atoyac de Álvarez.

> Para el establecimiento de la zonificación agroecológica del café se parte del concepto de potencial agroecológico, como el conjunto de propiedades cuantitativas y cualitativas de la oferta natural de la región, favorables para el adecuado desarrollo del cultivo. Se consideraron cuatro potenciales: óptimo, medio, bajo y muy bajo. (González & Hernández, 2016, p.110)

El empleo de los SIG es importante, pues es posible obtener mapas de distribuciones potenciales, que hacen visibles las áreas que cumplen con la condición agroecológica del *Coffea arabica*. La obtención de los distintos mapas de distribuciones potenciales del territorio permitió el análisis de las zonas de potencial elevado para el café, a partir de la superposición o cruce de cada área

potencial, considerando tres variables (climática, de relieve y edafológica). El cruce entre estas variables se realizó en mapas para establecer una interrelación con los distintos elementos naturales reflejados en cada mapa potencial de cada variable y donde se obtendría realmente una zonificación agroecológica apropiada para el *Coffea arabica*. El trabajo se llevó a cabo a partir del empleo del software ILWIS 3.31. Se emplearon las base de datos de los mapas digitales en formato *shapes*, con un sistema de coordenadas que presenta una proyección UTM, zona 14, datum y elipsoide WGS 84; estos fueron importados a través de la operación *Import* del software ILWIS 3.31. Una vez recibidos estos mapas se recurrió a la obtención de mapas temáticos a partir de la operación de *Attribute map*, debido a que presenta una tabla de atributo con diferentes columnas y distintos campos, por lo que se decidió obtener dichos mapas con la columna que representaba el campo de la clase que necesitaríamos trabajar. Al tener los mapas temáticos resultantes con este campo o dominio, se decidió convertirlos en mapas ráster; para poder llevar la conversión de vector a ráster se realizó la operación *Polygon to raster*. Se trabajó con un sistema de georreferencia que posee un tamaño de pixel asociado y un mismo sistema de coordenadas del mapa en formato *shapes*; una vez que se procede a esta operación, el mapa queda convertido en formato ráster. A partir del empleo del SIG, se utilizó la operación *Cross* del software ILWIS 3.31, donde se ejecuta una superposición de capas de dos mapas ráster para comparar pixeles en la misma posición en ambos mapas y se mantienen el registro de todas las combinaciones que se presentan entre las clases temáticas de ambos mapas. Los mapas de entrada usados en la operación *Cross* deben ser mapas ráster que tengan la misma georreferencia (ITC, 2001). Durante esta operación, la combinación de nombres de clases de ambos mapas se clasifica temáticamente, el número de incidencia de pixeles es contada en esta combinación y las áreas de esta combinación son calculadas y registradas. Los resultados son almacenados en una *cross-table* (tabla de cruzamiento) de salida y un *cross-map* (mapa de cruzamiento) de salida. El resultado de estos cruces permitió el análisis de las parcelas cafetaleras existentes en el área de estudio, con los diferentes tipos de vegetación y uso del suelo y con respecto a las tres variables (relieve, rangos de precipitaciones y temperaturas medias anuales, y edafológicas) utilizadas para la zonificación; asimismo, se obtuvieron los distintos potenciales de la diferentes variables de estudio

y se establecieron las zonas con cuatro tipos de potenciales (óptimos, medios, bajos y muy bajos) para el establecimiento de la especie; esto permitió conocer cómo se encuentran estas zonas con respecto a los distintos tipos de vegetación y uso del suelo en el área de estudio. Esta operación (*Cross*), también permitió analizar cómo se encuentran ubicadas estas parcelas con respecto a los potenciales de la zonificación.

Parcelas cafetaleras del área de estudio

> El área de estudio está constituida por 36 ejidos y bienes comunales, ubicados dentro del municipio de Atoyac de Álvarez, y se localiza entre los 17° 04' y 17° 34', de latitud norte, y los 100° 05' y 100°34', de longitud oeste, altitudes comprendidas desde los 100 a 2900 msnm, conformando los municipios de la región Costa Grande de Guerrero. Posee una superficie de 155 845 ha, limitando al norte, con los municipios Técpan de Galeana, San Miguel Totolapan y General Heliodoro Castillo; al este, con Coyuca de Benítez y Benito Juárez; al sur, con los municipios de Coyuca de Benítez y Benito Juárez; y al oeste, con los municipios de Benito Juárez y Técpan de Galeana. (González & Hernández, 2016, p.109)

Esta área del océano Pacífico constituye una de las cuatro zonas cafetaleras de México (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SAGARPA], 2011a).

De acuerdo con su fisiografía, se ubica en la provincia de la Sierra Madre Sur, correspondiente a la subprovincia de Costas del Sur y Cordillera Costera del Sur. El sistema de topoforma que presenta es de sierra alta compleja, sierra baja compleja, llanura costera con lomerío y valle ramificado (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2009). Es la región de mayor importancia:

> considerando la superficie registrada con café en el Padrón cafetalero; sin embargo, cabe mencionar que es en esta zona, donde las plantaciones presentan los menores rendimientos teniendo un promedio de 2.49 q/ha. De acuerdo con SAGARPA (2011), esto puede deberse principalmente a la baja densidad de población por hectárea, aproxima-

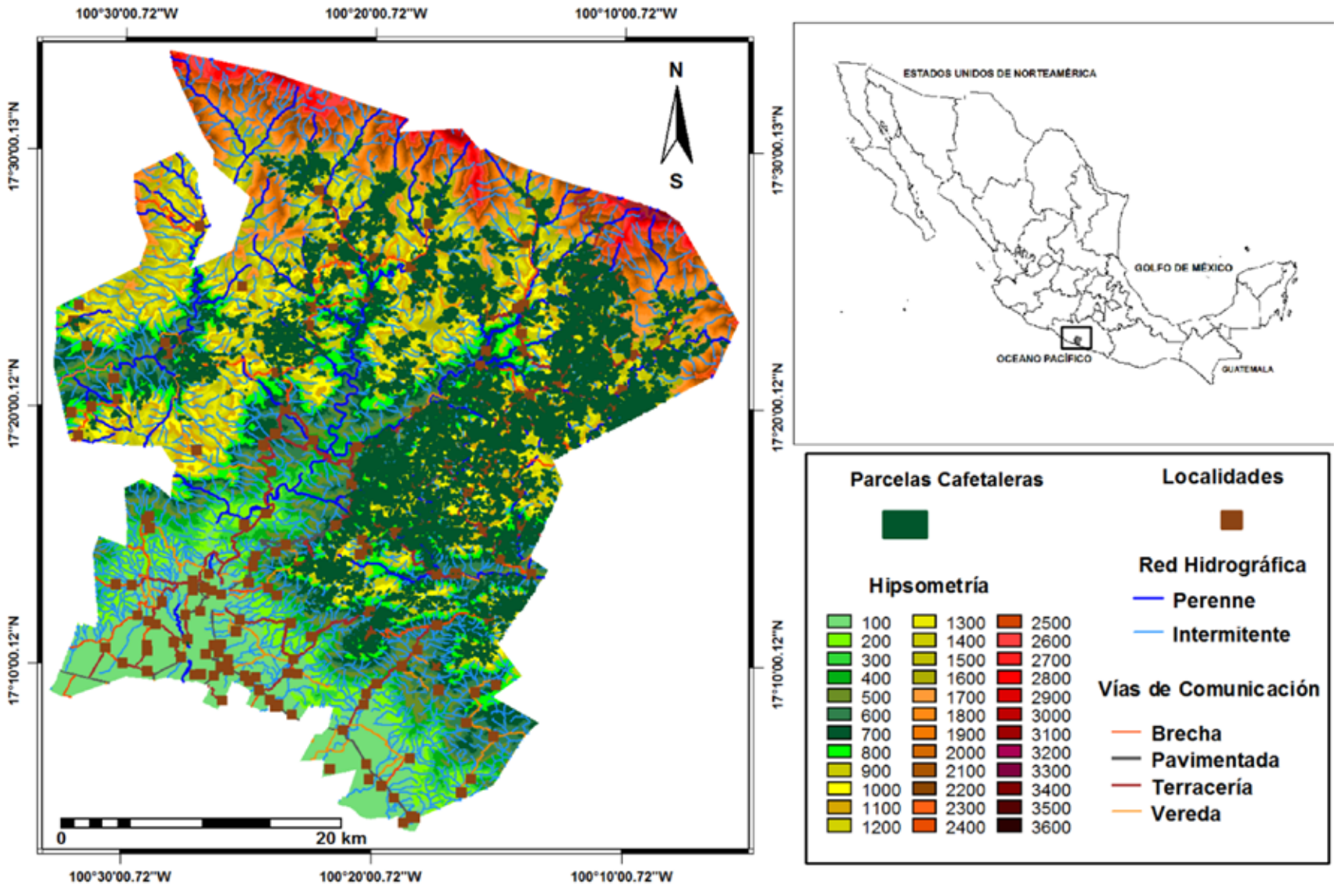
damente de 1 274 plantas, pero también a la falta de fertilización química, en donde el 99.8 % no aplica fertilizante, y únicamente el 3% incorpora abono orgánico al suelo. (González & Hernández, 2016, pp.113-114)

Caracterización de las parcelas de cultivo de café en el área de estudio

Existen 7997 parcelas cafetaleras, las cuales ocupan el 13% del total del área de estudio (Figura 1). Sus superficies están comprendidas desde 1 hasta 42 hectáreas.

Figura 1

Área de estudio del municipio Atoyac de Álvarez, Guerrero, México



Distribución de las parcelas cafetaleras existentes dentro del área de estudio

Relieve

Estas parcelas se encuentran distribuidas dentro de los rangos hipsométricos de 400 a 2300 metros sobre el nivel del mar, distribuyéndose principalmente en los rangos de 400 a 1800 msnm.

Respecto a la disposición de las parcelas en referencia a las laderas, estas se encuentran ubicadas con pendientes desde 0.1° hasta 60°, encontrándose principalmente entre los rangos comprendidos de 1° a 30°, considerándose zonas planas, suaves, tendidas y medias.

Unidades de suelos

Las principales unidades que presentan estas parcelas son Acrisol, Cambisol, Litosol y Feosem. La unidad de suelo Acrisol ocupa la mayor superficie.

Clima

Las parcelas se encuentran distribuidas dentro de los climas (A)C(w2) semicálido subhúmedos, Aw0, Aw1 y Aw2 cálidos subhúmedo, C(w2) templado subhúmedo y BS1(h')w seco. La distribución mayor de las parcelas se encuentra en los climas (A)C(w2) semicálido-subhúmedos, Aw1 cálidos subhúmedo con humedad intermedia y Aw2 cálidos subhúmedo con mayor humedad.

Las parcelas se encuentran distribuidas dentro de cuatro zonas térmicas, como son muy cálidas, cálidas, semicálidas y templadas. Su mayor distribución se encuentra en las zonas cálidas y semicálidas.

Los intervalos de precipitaciones medias anuales en las parcelas son de 800 a 1000 mm, de 1000 a 1200 mm, de 1200 a 1500 mm, de 1500 a 1800 mm, de 1800 a 2000 mm y de 2000 a 2500 mm. Los intervalos de precipitación media anual que prevalecen en las parcelas son de 1500 a 1800 mm.

Los intervalos de temperaturas que presentan las parcelas son de 14-16 °C, 16-18 °C, 18-20 °C, 20-22 °C, 22-24 °C, 24-26 °C y 26-28 °C. El mayor intervalo de distribución de las temperaturas medias anuales en las parcelas es de 24-26 °C, seguido por el de 22 -24 °C.

Tipos de vegetación

Las parcelas se encuentran ubicadas dentro de tres tipos de vegetación (bosques, selvas y vegetación antrópicas); la mayor superficie está en bosques con 14 021.60 ha, seguida por las selvas con un área de 5337.50 ha y, por último, en la vegetación antrópica con una superficie de 991.96 ha.

Análisis de las parcelas cafetaleras con respecto a la zonificación agroecológica del *Coffea arabica* en el área de estudio

Potenciales de las parcelas que se encuentran dentro de la zonificación agroecológica

La presente zonificación agroecológica del *Coffea arabica* es un valioso instrumento de carácter técnico, basado en experiencias nacionales e internacionales, y en la información sobre las condiciones naturales básicas existentes en el municipio guerrerense de Atoyac de Álvarez. Esto ayudará en los procesos de optimización del uso de suelo y, en especial, en el fomento de las plantaciones cafetaleras; sin embargo, requiere del consenso de todos los actores sociales del territorio para su implementación como modelo de desarrollo de dicho renglón económico.

La metodología consideró las principales variables para el desarrollo del cultivo, tales como las condiciones del relieve, reflejadas en la altitud y sus pendientes, el régimen hidrotérmico medio anual, y los agrupamientos de suelos y sus atributos básicos, lo que ofrece solidez a los resultados.

> La existencia de esta base de datos geomorfológica, climática y edafológica permite el establecimiento de estrategias certeras para alcanzar mayores rendimientos de las cosechas, en función de la zonificación agroecológica propuesta. La implementación del ILWIS, v. 3.31 (ILWIS, 2001), como herramienta de análisis espacial, contribuyó con precisión al proceso automatizado de evaluación de las potencialidades naturales para el fomento del cafeto. (González & Hernández, 2016, p.116)

La determinación de los potenciales físico-geográficos óptimos para lograr una zonificación adecuada del cultivo del café arrojó que la mayor aptitud natural para su desarrollo queda comprendida en las zonas de montañas bajas, entre los intervalos hipsométricos de 1000 a 1500 msnm, con pendientes entre 0.1° hasta 18°; considerándose pendientes suaves, sobre suelos Acrisoles y con una clave jerarquizada Ah+Bh+Hh/2, constituida también como unidad primaria Acrisol húmico (Ah); con precipitaciones entre 1500 y 2000 mm; en zonas semicálidas con espectro térmico de 18 °C a 22 °C.

La distribución de los potenciales de la zonificación que se encuentran dentro de las parcelas mostró que la superficie de potenciales óptimos en las parcelas es de 1939.11 ha, que representa un 10% del área total de las parcelas; para los potenciales medios, la superficie es de 5322.45 ha, que constituye el 26%; con respecto a los potenciales bajos aparece la mayor superficie con 11 743.07 ha, que representa el 58%; y para los potenciales muy bajos, la extensión es de 1346.56 ha, que representa el 6% (Tabla 1; Figuras 2 y 3).

Tabla 1

Áreas y porcentajes de los potenciales de las parcelas cafetaleras del área de estudio

Potenciales de las parcelas	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Potencial óptimo	1,939.11	10
Potencial medio	5,322.45	26
Potencial bajo	11,743.07	58
Potencial muy bajo	1,346.56	6
Total	20,351.19	100

Los rendimientos esperados por los potenciales de las parcelas se reflejan en tonelada por hectárea (t/ha), se aprecia que para los potenciales óptimos del área de estudio se consideró un estimado de 1 t/ha, para los potenciales medios 0.7 t/ha, para los potenciales bajos 0.4 t/ha y para los potenciales muy bajos 0.1 t/ha. En este caso, con respecto al potencial óptimo de las parcelas, se

Figura 2

Ubicación de las parcelas cafetaleras con base en la zonificación agroecológica del área de estudio

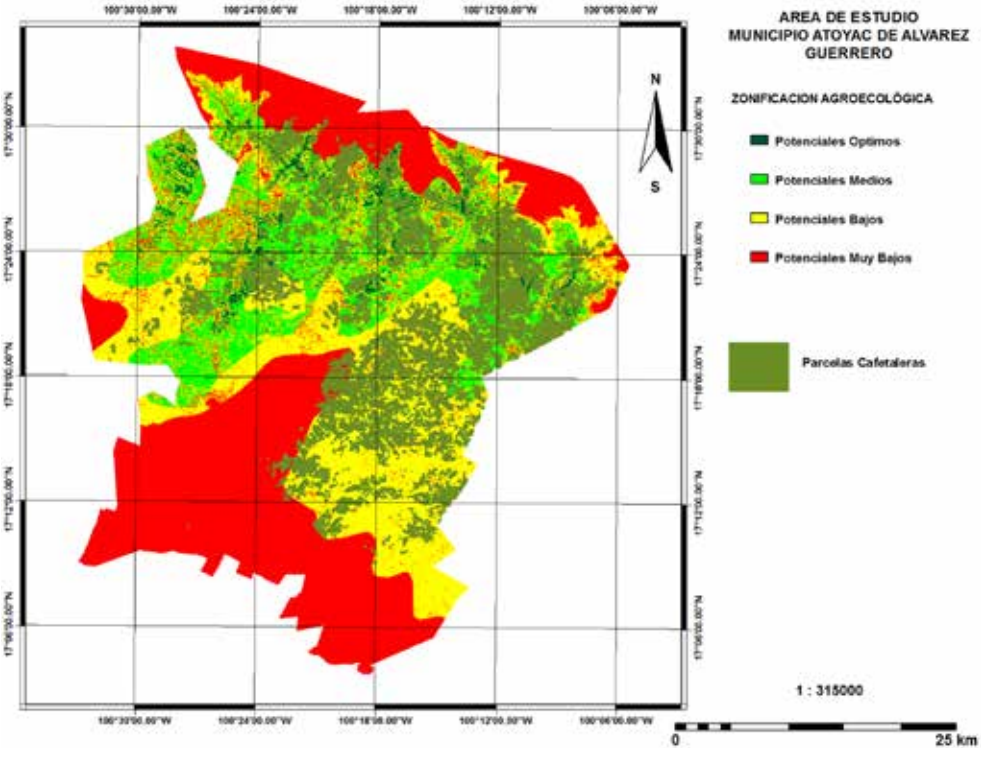
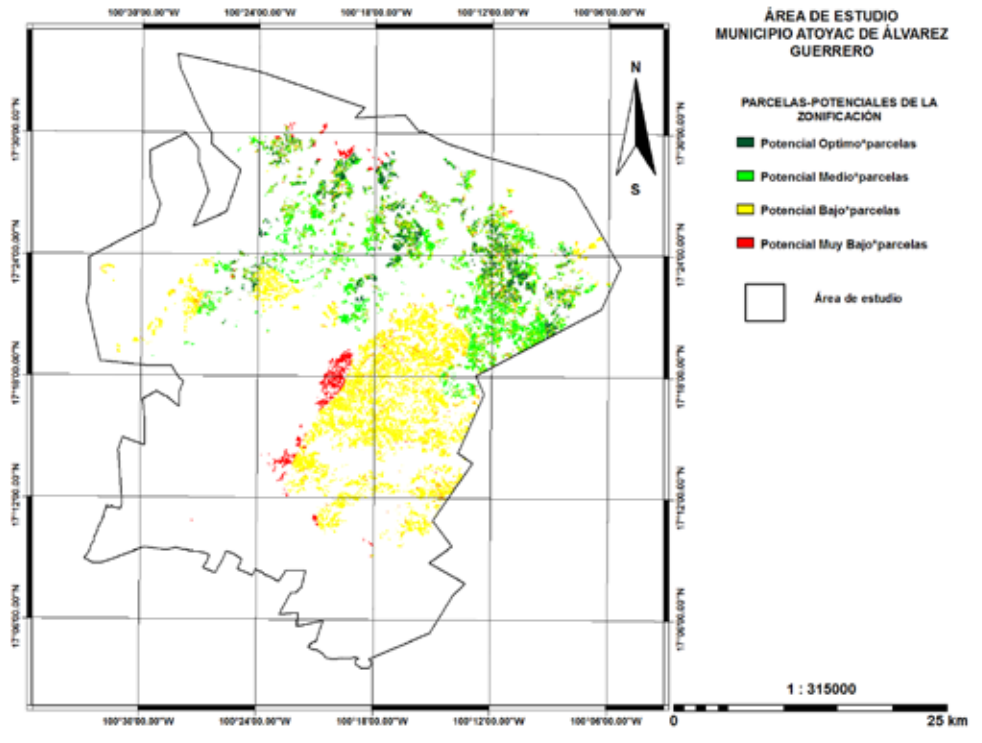


Figura 3

Potenciales de las parcelas cafetaleras con base en la zonificación agroecológica del área de estudio



prevé un aproximado de 1939.1 t/ha, que representaría el 18% del total de todos los rendimientos de los potenciales de las parcelas. Para el caso de los potenciales medios, los rendimientos serían aproximadamente de 3725.7 t/ha, que significaría el 35%. En el aspecto del potencial bajo, por ocupar mayor superficie en las parcelas, los rendimientos que se proyectarían serían de 4697.2 t/ha, siendo el mayor porcentaje con un 45% del total de rendimientos esperados. Los potenciales muy bajos, por tener menor superficie, se considerarían rendimientos bajos de 134.7 t/ha, que representaría el 2% (Tabla 2).

Tabla 2

Rendimientos esperados y porcentajes de las parcelas cafetaleras del área de estudio

Potenciales de las parcelas	Rendimientos esperados (t/ha)	Porcentaje (%)
Potencial óptimo 1 t/ha	1,939.1	18
Potencial medio 0.7 t/ha	3,725.7	35
Potencial bajo 0.4 t/ha	4,697.2	45
Potencial muy bajo 0.1 t/ha	134.7	2
Total	10,496.7	100

Análisis de los potenciales de las parcelas con respecto a los potenciales de la zonificación agroecológica del área de estudio

Los potenciales físico-geográficos para el desarrollo del café, determinados por este método automatizado, mostraron áreas con potenciales óptimos en 7163.47 ha, medios en 28 143.75 ha, y bajos y muy bajos en 62 130.65 ha y 58 411.38 ha, respectivamente. Esto demuestra que el fondo agrícola de tierras con condiciones favorables para este cultivo en el municipio se encuentra dentro del orden óptimo de un 5% y áreas medias 18%; mientras que las áreas bajas tienen el 40% y las muy bajas 37% (González & Hernández, 2016).

La superficie total de los cuatro potenciales, que se encuentran dentro de las parcelas cafetaleras, representa el 13% de la superficie total de los potenciales área de estudio, con una superficie de 20 351.19 ha. Los potenciales se encuentran distribuidos en: (a) potenciales óptimos, con una superficie de 1939.11 ha, que representa el 1% del área total de estudio; (b) potenciales medios, con un área de 5322.45 ha, correspondiente al 3%; (c) potenciales bajos, con un área de 11 743.07 ha, que representa el 8%; y, por último, (d) potencial muy bajo, con una superficie de 1346.56 ha, que representa el 1% del área total de estudio (Tabla 3).

Tabla 3

Potenciales de la zonificación agroecológica y de las parcelas

Potenciales	Potenciales de la zonificación agroecológica (ha)	Potenciales de las parcelas (ha)	Porcentaje de potenciales con respecto a la superficie total del área de estudio (%)
Potenciales óptimos	7 163.47	1 939.11	1
Potenciales medios	28 143.75	5 322.45	3
Potenciales bajos	62 130.65	11 743.07	8
Potenciales muy bajos	58 411.38	1 346.56	1
Total	155 849.25	20 351.19	13

La región de la Costa Grande es la región de mayor importancia, considerando la superficie registrada con café en el Padrón cafetalero; sin embargo, cabe mencionar que es la región donde las plantaciones presentan los menores rendimientos, teniendo un promedio de 2.49 Qq/ha de café cereza, que equivale a 0.25 t/ha, esto puede deberse principalmente a la baja densidad de población por hectárea, aproximadamente de 1274 plantas y, también, a la falta de fertilización química, pues el 99.8% no aplica fertilizante y únicamente el 3% incorpora al suelo abono orgánico, por lo que es una problemática importante a tratar (SAGARPA, 2011b). La zona cafetalera de Guerrero corresponde a una de las pocas selvas tropicales existentes en el mundo, con altitudes de más de 1000 msnm, donde el café bajo sombra se ha adaptado favorablemente (SAGARPA, 2008).

De acuerdo con el nivel de tecnología aplicado por los productores, los máximos y mínimos rendimientos alcanzados según los diagnósticos, se pueden distinguir tres tipos de tecnología: alta (más de 10 Qq), media (5-10 Qq) y baja (menos de 5 Qq) (SAGARPA, 2011a). Las condiciones agroecológicas donde se cultiva café pueden considerarse aceptables, por lo que podemos plantear que se pueden obtener potenciales óptimos con 1 t/ha (10 Qq/ha), medios con 0.7 t/ha (7 Qq/ha), bajos con 0.4 t/ha (4 Qq/ha) y muy bajos con 0.1 t/ha (1Qq/ha).

La relación de los posibles rendimientos a obtener de los potenciales de las parcelas cafetaleras, con respecto al rendimientos totales de los potenciales de la zonificación del área de estudio, mostró que el porcentaje de los rendimientos de los potenciales óptimos es de 3.4%, de los potenciales medios es de 6.5%, de los potenciales bajos es de 8% y el de los potenciales muy bajos es de 0.2% (Tabla 4).

Tabla 4

Rendimientos esperados; y porcentaje de los rendimientos esperados

Potenciales	Rendimientos esperados		Porcentaje de los rendimientos esperados de los potenciales de las parcelas con respecto al total de los rendimientos de los potenciales de la zonificación agroecológica (%)
	Potenciales de la zonificación agroecológica (t/ha)	Potenciales de las parcelas (t/ha)	
Óptimo (1 t/ha)	7,163.5	1,939.1	3.4
Medio (0.7 t/ha)	19,700.6	3,725.7	6.5
Bajo (0.4 t/ha)	24,852.3	4,697.2	8
Muy Bajo (0.1 t/ha)	5,841.1	134.7	0.2
Total	57,557.5	10,496.7	18.1

La distribución y establecimiento de los potenciales de las parcelas cafetaleras, dentro del área total de las parcelas, muestra que la mayor superficie se encuentra en los potenciales bajos. La superficie de los potenciales bajos de las parcelas cafetaleras son los que mayor área representaron con respecto a la superficie total de la zonificación del área de estudio.

La relación de los rendimientos esperados por cada parcela mostró que los rendimientos de los potenciales bajos ocupan mayor porcentaje (45%), con respecto al total de los rendimientos esperados de todos los potenciales del total de las parcelas cafetaleras. Los rendimientos esperados de los potenciales bajos de las parcelas cafetaleras muestran el mayor porcentaje (8%), con respecto al total de rendimientos esperados de los potenciales de la zonificación del área de estudio.

Consideraciones finales

Los requerimientos agroecológicos de mayor influencia al establecer el trabajo de zonificación agroecológica fueron: (a) respecto al relieve, los rangos de pendientes y de altitudes jugaron un papel esencial al definir los potenciales de la zonificación agroecológica; (b) aspecto climático, los rangos de precipitaciones y temperaturas medias anuales fueron muy importante en cuanto al establecimiento de los distintos potenciales; (c) condición edafológica, las claves jerarquizadas de suelos definieron los diferentes potenciales del área de estudio.

El análisis de los potenciales de las parcelas, con respecto a los potenciales de la zonificación agroecológica del área de estudio, mostró que la distribución y establecimiento de los potenciales bajos de las parcelas cafetaleras son los que mayor área representaron en referencia a la superficie total de la zonificación agroecológica del área de estudio.

El trabajo de zonificación agroecológica realizado se convierte en un instrumento que ayuda a evaluar los potenciales del área de estudio desde el establecimiento de los requerimientos agroecológico; así como la constitución de diferentes variables físicas naturales (relieve, climáticas y edafológicas), en conjunto o por separado, y representadas espacialmente a través de mapas temáticos de potenciales y el establecimiento de un producto final de un mapa de zonificación agroecológica.

La zonificación agroecológica del *Coffea arabica* representa uno de los principales aportes de este trabajo, constituyendo el primer intento guerrerense en el empeño de optimizar la agricultura del café, sus producciones y rendimientos. A su vez, constituye un valioso instrumento de carácter técnico, basado en experiencias nacionales e internacionales, así como en la información sobre las condiciones naturales existentes en el municipio de Atoyac de Álvarez, que indiscutiblemente ayudará al fomento de las plantaciones cafetaleras.

Referencias

Amaya, F., Celis, B., Farrera, R., García, M., Murillo, A., Romero, A., Sánchez, L., Sayago, M., Silva-Acuña, R., Yánez, N., & Zavala, Y. (1998). Paquete tecnológico para la producción de café. *Fonaiap, Serie de paquetes tecnológicos*, (6).

Arango, M. (2007). *Zonificación Agroecológica del café en Puerto Rico y análisis estructural y de composión de especies arbóreas presente en el agroecosistema cafetero* [Tesis de maestría]. Universidad de Puerto Rico.

Arrivillaga, J. (1996). *El Café Sostenible de América Central.* CECSA-INIREB. Primer Congreso de Café Sustentable, México, D.F.

Barradas, V. L., Cervantes, J., & Ramos-Palacios, C. R. (2010). Meso-scale climate change in the central mountain region of Veracruz State, Mexico. En L. A. Bruijnzee, F. N. Scate & L. S. Hamilton (Eds.), *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conversation and Management* (pp. 549-556). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511778384.058

Barradas, V. L., & Fanjul, L. (1986). Microclimatic characterization of shade and open-grown coffe (Coffea arabica L.) plantations in Mexico. *Agricultura and Forest Meteorology, 38*(1-3),101-112.

Blanco, P., Cutié, F., Geler, T., Fernández, R., Martínez, J. M., Necoechea, J., Luid, J. A., de la Colina, A. J., Durán, O., González, J., Lima, L., González, H., Segura, T., & Molina, A. (1999). *Caracterización Gegráfica del Grupo Guamuahaya*. Instituto de Geografía Tropical. https://1library.co/document/yjv58omy-caracterizaci%C3%B3n-geogr%C3%A1fica-del-grupo-guamuahaya.html

Benacchio, V. (1984). *Zonificación agroecológica de cultivos en áreas bajas del trópico húmedo de Venezuela.* Simposio do Trópico Umido, Pará, Brasil.

Benavidez, C. B. (2014). *Identificación de las potencialidades agroecológcas de la zona cafetalea del Cantón Chaguarpamba, Provincia de Loja* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. https://docplayer.es/95650866-Universidad-nacional-de-loja.html

Food an Agriculture Organization. (1997). Zonificación Agroecológica. Guía general. *Boletín de Suelos de la FAO*, (73). https://www.fao.org/3/W2962S/w2962s00.htm#Contents

Fundación PRODUCE | Tecnológico de Monterrey. (2003). *Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología del Estado de Chiapas.* https://www.scribd.com/doc/78295355/Cadena-Agroalimentaria-Dl-Cafe

García, B. J. (1968). Clima Agrícola del cafeto (*Coffea arabica*), y zonas potenciales en los Andes de Venezuela. *Agronomía Tropical, 18*(1), 57-85.

Gómez-Pompa, A. (1997). *La biodiversidad y la agricultura: ¿amigos o enemigos?* [Ponencia]. Curso Internacional sobre agricultura orgánica.

González, H. (2017). *Zonificación Agroecológica del Coffea arabica en la Sierra Atoyac, Municipio Atoyac de Álvarez, Estado de Guerrero, México* [Tesis de Doctorado]. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

González, H. A., & Hernández, J. R. (2016). Zonificación agroecológica del Coffea arabica en el municipio Atoyac de Álvarez, Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas,* (90), 105-118. https://doi.org/10.14350/rig.49329

Granados, R., Medina, M. P., & Peña, V. (2014). Variación y cambio climático en la vertiente del Golfo de México. Impactos en la cafeticultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas,* 5(3), 473-485.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.* INEGI.

ITC. (2001). *Academic User´s Guide*. ITC-ILWIS.

Jiménez-Avila, E., & Golberg, A. D. (Eds.). (1982). *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero.* Continental.

Maestri, M., & Santos, R. (1981). Café. En P. de T. Alvin & T. T. Kozlowski (Eds.), *Ecofisiología de cultivos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Moguel, T. V. (1996). *En busca de un Café Sustentable en México: La importancia de la Diversidad Biológica y Cultural.* CECSA-INIREB, Primer Congreso de Café Sustentable, México, D. F.

Nava, N. (1953). *Cacao, café y té*. Editorial Barcelona.

Otorlani, A. (1968). Clima e zoneamiento agroclimático do estado do Espiritu Santo. Plano diversificado e desenvolvimiento agrícola. *ASPLAN II,* 241-290.

Pérez, E. (1989). *Zonificación agroecológica del cultivo del café en la zona centro de Veracruz* [Tesis de maestría]. Centro de Edafología, Montecillo, México.

Perfecto, I. (1996). Loss of insect diversity in a changing agroecosystem: the case of coffee technification. En R. Rice, A. M. Harris & J. McLean (Eds.), *Proceedings of the 1st Sustainable Coffee Congress.* Smithsonian Migratory Bird Center.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2008). A*genda de Innovación Tecnológica Guerrero 2008-2011.* SAGARPA.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011a). *Plan de innovación en la cafeticultura de México.* SAGARPA.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011b). *Plan de Innovación de la cafeticultura en el estado de Guerrero, México*. SAGARPA.

Servicios Integrales Profesionales para el Desarrollo Regional. (2006). *Estudio de Reconversión Productiva en las Zonas Marginales Productoras de café, Xalapa, Veracruz.* SIPDR.

Sivakumar M. V., & Valentín. (1997). Agroecological zones and assessment of crop production potential. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 352*(1356), 907-916. https://doi.org/10.1098/rstb.1997.0070

Soto, F., Vantour, A., Hernández, A., Planas, A., Figueroa, A., Fuentes, P., Tejeda, T., Morales, M., Vázquez, R., Zamora, E., Alfonso, H., Vázquez, L., & Caro, P. (2001). La Zonificación Agroecológica del Coffea arabica L. en Cuba. Macizo Montañoso Sagua-Nipe-Barcaoa. *Cultivos Tropicales, 2*(3), 27-51.

Capítulo VIII

Hacia la planificación integral de turismo agroalimentario y su aporte al desarrollo territorial en Jiquipilco, México

Leydi Laura López Noyola [A], *Elí Albertina García Soto* [B] *y Sandra Blas-Yañez* [C]

Resumen

Uno de los desafíos de las iniciativas emergentes de turismo en zonas rurales, como estrategias de desarrollo territorial, es la ausencia de propuestas basadas en diagnósticos integrales que consideren tanto la oferta como la demanda de los activos territoriales que se pueden aprovechar, a fin de diseñar emprendimientos viables. Estos emprendimientos deben contemplar el potencial socioproductivo existente, utilizar herramientas de planificación adecuadas para identificar nichos de mercado y fomentar el trabajo coordinado entre los actores locales, promoviendo el empoderamiento, la autogestión y la sostenibilidad de los sistemas socioeconómicos agroproductivos. Este caso de estudio utilizó los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta para documentar y categorizar los recursos bioculturales y agroalimentarios asociados al agave pulquero, que poseen potencial para desarrollar iniciativas de turismo agroalimentario en Jiquipilco, México. Además, se empleó una metodología participativa para priorizar los productos agroturísticos con identidad territorial, y se realizó un estudio exploratorio sobre la demanda potencial turística. Los atractivos territoriales prioritarios identificados para esta propuesta estuvieron relacionados con la cultura agroalimentaria del agave pulquero, los recursos naturales y las manifestaciones culturales tradicionales. Los visitantes potenciales para estos activos agroturísticos territoriales son principalmente jóvenes con educación superior, cuyas motivaciones para visitar la zona incluyen la recreación al aire libre y la degustación de pulque. La mayoría de los encuestados manifestó estar dispuesto a invertir $200 pesos por un día de visita guiada y participación en actividades recreativas agroalimentarias. Estos resultados resaltan la importancia de la relación entre la oferta y la demanda en la gestión sostenible del turismo agroalimentario.

Palabras clave: *turismo agroalimentario, desarrollo territorial, emprendimiento*

* Universidad Politécnica de Atlacomulco

[A] *leydilaulop@gmail.com* [B] *garciaeli696@gmail.com* [C] *sandra.blas@upatlacomulco.edu.mx*

Introducción

El ámbito rural está sufriendo grandes cambios a causa del debilitamiento ambiental, cultural y de lazos sociales, en un contexto de globalización, crisis del estado de bienestar, cambios en el ámbito tecnológico y formas de acumulación de riqueza excluyentes; por ello, se incentiva a la búsqueda de alternativas de impacto positivo, que permitan el equilibrio entre aprovechamiento de recursos territoriales y actividades económicas.

Entre las acciones tendientes a promover este tipo de alternativas de desarrollo territorial en espacios rurales, el turismo agroalimentario surge como actividad dinamizadora de localidades, a partir de la diversificación productiva y reactivación del campo, aprovechando el patrimonio natural y cultural (Guzmán-Hernández et al., 2019; Sandoval et al., 2017), donde el turismo y patrimonio convergen en el diseño de productos turísticos sostenibles, que benefician a ambos sectores (Prats, 2003).

El agroturismo es una estrategia que retoma a la agricultura como fuente de ingresos y promueve el desarrollo sustentable en las regiones menos favorecidas (Buitelaar et al., 2015), al activar sistemas de agroindustria localizados para incentivar y crear lazos de confianza y pertenencia (Boucher & Reyes-González, 2016), fomentar la participación de los turistas en actividades tradicionales, sociales, culturales, productivas y recreativas en torno a los productos y sistemas agroalimentarios con identidad territorial (De Jesús-Contreras et al., 2017; Rodríguez, 2019).

Sin embargo, la planeación y gestión del turismo agroalimentario se ven limitadas por diversos factores, como la competencia con otras actividades económicas, la fragmentación de intereses y cooperación entre actores (Diez & Pong, 2021; Oana, 2017), la falta de diagnósticos integrales y planes de negocios enfocados al comercio y agroturismo, que permitan a los actores locales autogestionar y continuar con la estructuración y organización de propuestas turísticas emergentes de sistemas socioproductivos en el ámbito rural (Morán et al., 2014).

Para aportar a este vacío existente, en la presente propuesta se realizó un diagnóstico de la oferta de productos asociados al ecosistema del agave pulquero con potencial turístico en la zona de estudio, apoyado en una metodología participativa para determinar los productos prioritarios con identidad territorial (PIT), el uso de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica

(SIG) para documentar y diseñar una propuesta turística, así como el estudio del perfil socioeconómico del visitante potencial y su disposición de consumo-gasto para los productos y servicios agroturísticos territoriales identificados, lo que contribuye a la planeación de propuestas viables de agroturismo, en pro del desarrollo territorial.

Consideraciones teóricas

Derivado de la crisis de los sectores económicos tradicionales por la apertura de los mercados de economías abiertas (Monteserín, 2007) y el surgimiento de nuevas dimensiones espacial-productivo (Peroni, 2013) aparecen nuevos enfoques de intervención de desarrollo territorial que privilegian lo local y lo endógeno (Monteserín, 2007).

Desde el enfoque de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL), un producto con identidad es aquel bien, servicio, imagen o información propia de un territorio que permite competir desde sus ventajas únicas (Boucher & Reyes-González, 2016; Morán et al., 2014). Mientras que el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] lo define como los productos agropecuarios, agroindustriales, gastronómicos y artesanales obtenidos en un territorio, que tienen una relación con una tradición y una reputación relacionada con la biodiversidad, su cultura, su historia o su saber-hacer (Morán et al., 2014).

El saber-hacer se refiere a las propiedades particulares de los procesos de elaboración determinadas por la cultura local, que se reproduce generacionalmente y le confiere al producto características exclusivas, culturalmente identitarias de un grupo o región que permanecen en el tiempo (Camacho et al., 2019). Este difiere según el contexto y carece de formalización, al no estar escrito, ya que se comparte entre personas de la comunidad y se transmite por medio de la práctica y el uso cotidiano (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2010).

Los sistemas agroalimentarios que cuentan con productos de identidad territorial han cobrado relevancia en el ámbito del turismo agroalimentario, al crear sinergias entre bienes y servicios para desarrollar actividades de reactivación y dinamización productiva, que aportan a mejorar las oportunidades de desarrollo territorial (Blanco & Riveros, 2011; De Jesús et al., 2017).

El desarrollo territorial (DT) se entiende como un proceso de construcción social, más allá del límite geográfico (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2021), que aporta a la generación de políticas y programas (Soto et al., 2007) que buscan implementar estrategias de emprendimiento, innovación y sustentabilidad involucrando a la sociedad local (Gambarota & Lorda, 2017). Mientras que el turismo surge como un eje articulador de las dinámicas en torno a la valorización del territorio como estrategia de desarrollo (Monteserín, 2007), donde la sostenibilidad ambiental figura como eje para constituir propuestas competitivas, duraderas y dinámicas (Alburquerque & Pérez, 2013). A partir del despliegue de alianzas entre elementos territoriales (actores, agentes e instituciones) para aprovechar los recursos endógenos existentes y gestar o consolidar procesos de innovación social y cultural (Alburquerque & Pérez, 2013).

Sin embargo, las posibilidades de desarrollo territorial se han visto cuestionadas y limitadas a razón de que, los procesos de desarrollo implican la participación o la oposición de las poblaciones locales, problemas en los mecanismos de gobernanza, desarticulación de políticas públicas, falta de proyección sobre el destino e impacto en términos económicos, sociales y ambientales del uso de los recursos endógenos (Torre, 2020), que repercuten en el incumplimiento de los tres pilares del desarrollo sustentable.

De lo anterior, surgen propuestas para el manejo y aprovechamiento sostenible de sistemas productivos locales en Latinoamérica, bajo un enfoque de desarrollo sostenible, con la finalidad de ayudar a las comunidades rurales (Vásquez et al., 2016). Por ejemplo, programas de desarrollo agroturísticos centrados en el uso recreativo de las propiedades campesinas tradicionales, donde los visitantes se involucran en procesos productivos y actividades cotidianas del día a día del productor (Peralta & Li, 2017), así como bioemprendimientos con énfasis en cadenas de valor agroindustriales y biocombustibles (Lombeyda, 2020), los cuales trabajan con iniciativas públicas, privadas, académicas y de la sociedad, con la finalidad de impulsar el desarrollo y la innovación (De Azevedo, 2018) en países como Brasil, Argentina, México, Colombia, Ecuador, Paraguay y Uruguay (Lombeyda, 2020).

Otros trabajos aluden a la implementación de metodologías participativas, como la desarrollada por Morán et al. (2016), en la que plasman y combinan actividades planificadas, con bioem-

prendimientos en los que involucran a los miembros de la comunidad en la operación y comercialización de productos con identidad; con ello, garantizan el desarrollo de capacidades, fortalecen habilidades emprendedoras, generan redes de contacto y diseño de un modelo de negocio y su correcta comercialización en mercados locales, nacionales e incluso extranjeros (Morán et al., 2016).

Del mismo modo, se ha documentado la importancia del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta de desarrollo para encontrar soluciones a problemáticas relacionadas con el territorio, la planificación territorial, la organización y la gestión del espacio geográfico para potencializar nuevos destinos (Méndez-Méndez et al., 2018; Niño & Danna, 2016). Así como la relevancia de considerar el diagnóstico de la demanda de bienes y servicios que los turistas están dispuestos a adquirir en un determinado destino (Secretaría de Turismo [SECTUR], 2021) para determinar:

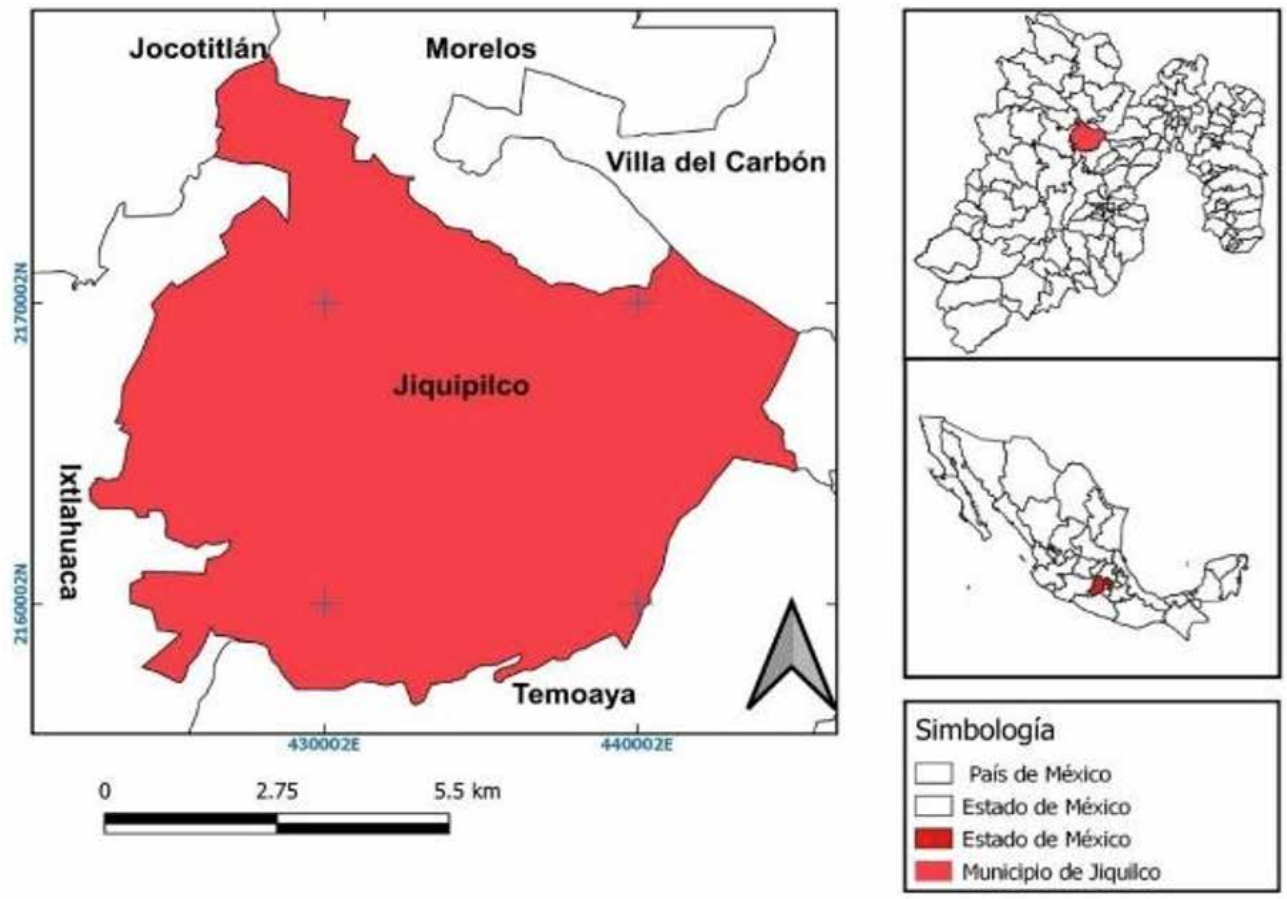
> los consumidores actuales y potenciales que desean, pueden y están dispuestos a disfrutar el conjunto de facilidades, atractivos, actividades, bienes y (o) servicios turísticos en función del precio y su renta, en lugares distintos al sitio de trabajo y residencia habitual durante un cierto período de tiempo. (Rigol, 2009, p.5)

Características físicas y socioeconómicas del área de estudio

El municipio de Jiquipilco se ubica al noroeste del valle de Toluca en el Estado de México, contando con una superficie de 276.46 km² (Figura 1). Dicho municipio se identifica por su vocación productiva ligado a la agricultura, donde el cultivo de maguey y la producción de pulque se posicionan como un sistema productivo de relevancia sociocultural y económica del territorio. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2021) se cuentan con 300 ha de maguey pulquero sembrado, asimismo, entre 2016 y 2020 se logró la reforestación de 15 319 plantas de maguey ayoteco en el territorio, a través del subsidio estatal.

Figura 1

Localización del municipio de Jiquipilco, Estado de México



Nota. Elaborado con base en Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021).

Proceso metodológico

Para dar respuesta a los objetivos planteados, se implementaron cuatro etapas con el fin de determinar la viabilidad de implementar circuitos turísticos agroalimentarios a partir del maguey pulquero, las cuales se describen a continuación.

Identificación, caracterización y geolocalización de productos agroturísticos con identidad territorial

Esta primera fase se basó en datos cualitativos, para determinar la oferta y características de los activos con identidad asociados al agave pulquero. La selección de informantes se realizó a través del método de muestreo no probabilístico de bola de nieve (Goodman, 1961) y participaron doce productores de agave pulquero del municipio de Jiquipilco, Estado de México.

Se realizaron recorridos por el territorio entre agosto y noviembre de 2021, que sirvieron para identificar y georreferenciar bioemprendimientos y atractivos bioculturales. Haciendo uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), se creó una base de datos de productores, servicios que ofrecen y ubicación de los atractivos identificados. Además, se aplicaron cédulas para registrar la disponibilidad y características de recursos con potencial turístico. Se recopiló un archivo fotográfico de cada uno de los predios, atractivos y productos disponibles en cada unidad de producción familiar visitada.

Priorización de productos con identidad territorial (PIT)

Una vez identificados los PIT, se categorizaron y priorizaron; para ello, se retomó la metodología de diseño de productos agroturísticos con identidad territorial de Morán et al. (2016). En la priorización de los PIT participaron los productores de maguey, a quienes se les aplicó un instrumento que contenía una escala de cuatro rangos (30, 20, 10 y 5) sugerida por Morán et al. (2016) para asignar un valor para cada producto identificado, en la cual 30 corresponde al producto de mayor importancia, 20 de importancia media, 10 de importancia baja y 5 a productos con un valor muy bajo. De esta manera, se determinaron como prioritarios los de mayor puntaje.

Para ello, se utilizó el método etnográfico y técnicas de trabajo de campo (observación directa, recorridos, registros, observación participante y cédulas de entrevistas estructuradas y no estructuradas a actores locales y autoridades municipales). Además, se usó el GPS, para el registro de los recursos agroalimentarios, históricos, naturales y culturales-folklore con potencial turístico.

Determinación de la demanda potencial de los activos turísticos identificados

Esta fase implicó la obtención de datos cuantitativos, a partir de un estudio de mercado para identificar la demanda potencial turística de los activos territoriales priorizados. Para ello, se utilizó la técnica de encuesta, donde se diseñó, validó y aplicó un cuestionario dividido en tres apartados: (a) el perfil sociodemográfico del encuestado, (b) las actividades a realizar en el turismo agroalimentario basado en agave pulquero y (c) la disposición de gasto en una visita guiada.

Se utilizó la plataforma *SurveyMonkey* como herramienta para registrar la información de la demanda. El formulario se envió a encuestados aleatorios a través de las redes sociales (*WhatsApp* y *Facebook*) y por correo electrónico, entre septiembre y octubre de 2021, recabando 250 respuestas. La información fue analizada a través de estadística descriptiva, con la que se formularon conclusiones preliminares, toda vez que se trata de una investigación en proceso.

Integración y síntesis de información

Finalmente, se analizó, integró y sintetizó la información cuantitativa y cualitativa obtenida. Los resultados fueron discutidos con las dimensiones de desarrollo territorial, a favor de reflexionar cómo las condiciones socioproductivas y de demanda identificadas pueden contribuir al diseño de una propuesta de turismo agroalimentario, que considere actividades de diversificación y aprovechamiento sostenible del sistema productivo del agave pulquero en la zona de estudio.

Resultados y discusión

A continuación, se muestran los resultados de un diagnóstico que integra la oferta de activos territoriales asociados al ecosistema del agave pulquero en la zona de estudio, y datos sobre el perfil socioeconómico del visitante potencial y su disposición de consumo-gasto en productos y servicios agroturísticos territoriales identificados, que contribuyen a sentar las bases para la planeación integral de una propuesta de agroturismo que: (a) permita crear conciencia ambiental en los distintos grupos de edad y generar un destino sostenible; (b) que fomente la preservación del entorno natural, sociocultural e impulse el desarrollo de bioemprendimientos; y (c) que valore los activos territoriales del municipio, teniendo como elemento dinamizador al turismo (Bochi & Torre, 2012).

Clasificación y valoración de productos con identidad territorial para el aprovechamiento agroturístico

Apoyados en la investigación participativa, se identificaron los productos con mayor importancia en el territorio, desde la perspectiva de los actores locales. Se realizó un inventario de 21 productos agroalimentarios y nueve atractivos territoriales. Los atractivos y productos identificados se clasifi-

caron en agroalimentarios y turísticos. Los primeros se categorizaron en agropecuarios, agroindustriales y gastronómicos (Tabla 1), mientras que los atractivos turísticos se categorizaron en sitios naturales, manifestaciones culturales y folklore (Tabla 2), siguiendo la metodología de diseño de productos agroturísticos con identidad territorial de Morán et al. (2016).

Una vez realizada la categorización PIT, los productores participaron en la asignación de un peso relativo de importancia para cada producto agroalimentario, que fue asignado mediante una tabla de doble entrada, conformada por los criterios de evaluación para cada producto, en una escala de 30 a 5 puntos. El maguey pulquero resultó ser el producto agropecuario de mayor relevancia identitaria. De la categoría agroindustrial, el pulque fue elegido como prioritario y representativo de Jiquipilco; mientras que, en la categoría de gastronomía, la preparación de platillos que retoman ingredientes provenientes del agave se consideró relevante en la cultura alimentaria del territorio (Tabla 1).

Tabla 1

Categorización de los PIT de acuerdo con su importancia en Jiquipilco, Estado de México

	Categoría PIT		
Descripción	**Agropecuario (Maguey)**	**Agroindustrial (Pulque)**	**Gastronómico (Preparaciones con pulque)**
Vínculo con el territorio (exclusividad)	30	30	30
Antigüedad del saber-hacer	30	30	30
Fama del producto	30	30	30
Posibilidades de contribuir al desarrollo de los productores	20	20	20
Demanda (permanente -estacional, local-externa)	30	20	20
Valor de acuerdo con su importancia	140	130	130

Tabla 2

Categorización y valoración de recursos turísticos en Jiquipilco, Estado de México

Activos territoriales	Categoría	Jerarquía	Criterio
• Paisajes de magueyeras • Presa Verde en Santa Isabel • Presa del Jabalí • Formaciones geológicas (cerro de la Bufa caminos escarpados y zonas erosionadas) • Bosque de oyamel, pino y encino	Sitio natural	1	Atractivos que solo son conocidos a nivel local. Pueden complementarse con atractivos turísticos de mayor jerarquía
• Ex hacienda Mañi • Iglesia de Santa Cruz Tepexpan	Museos y manifestaciones culturales	2	Atractivos importantes, pero no motivan por sí solos el viaje turístico, necesitan complementarse con otros de mayor jerarquía.
• Feria del pulque • Feria del hongo	Folklore	3	Atractivos con algún rasgo llamativo capaz de interesar a visitantes de larga distancia, ya sea del mercado interno o externo.

Nota. Elaborado con base en información recabada en campo, 2021.

Categorización y priorización de recursos turísticos con identidad territorial (PIT)

Los activos territoriales identificados en campo se categorizaron en sitios naturales, manifestaciones culturales y folklore. Se jerarquizaron de acuerdo con los criterios descritos en la Tabla 1, lo que permitió ordenarlos según su importancia, representatividad, antigüedad y afluencia turística, retomando las jerarquías propuestas por Quezada (2005, como se citó en Morán et al., 2016).

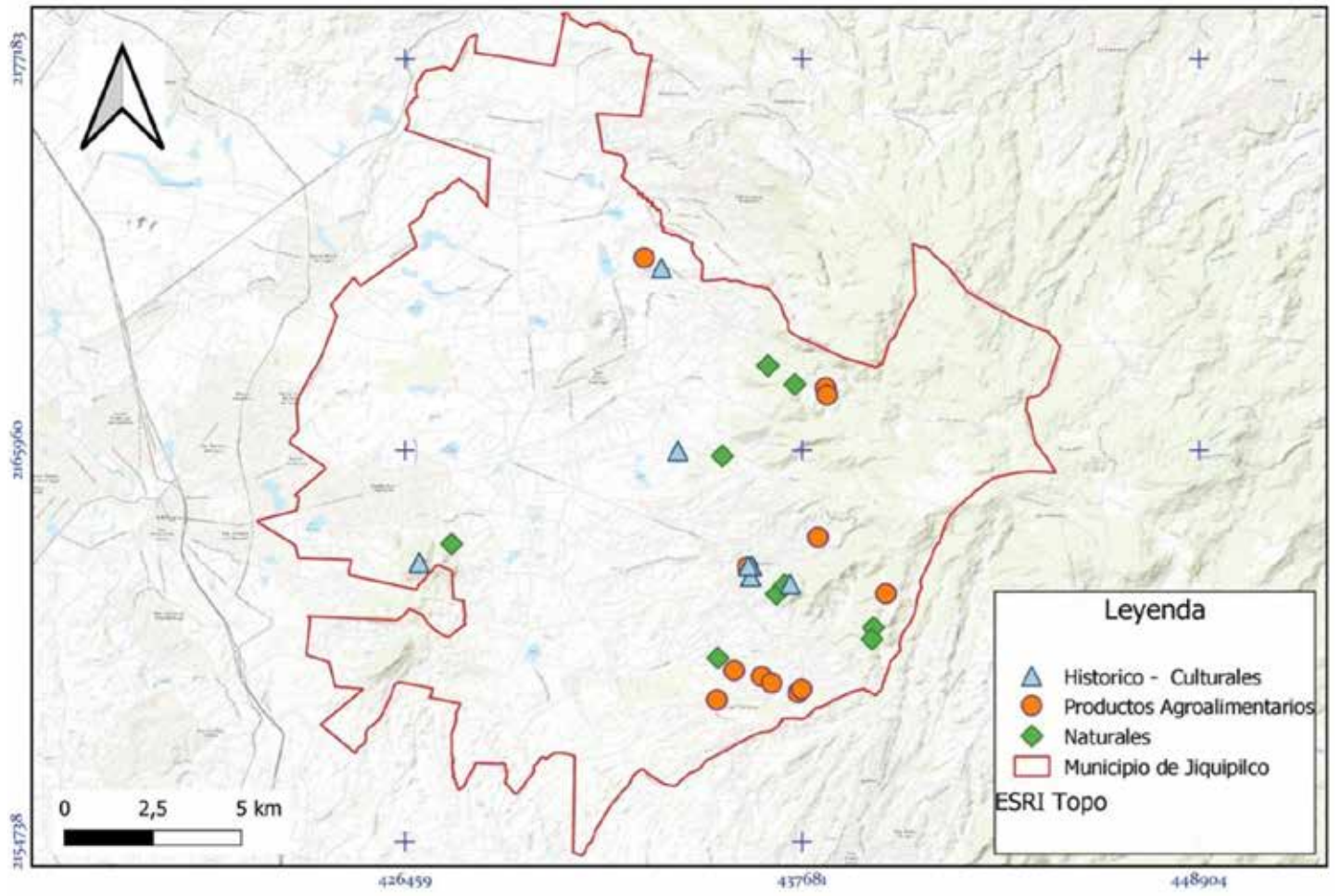
Los sitios naturales con que cuentan las comunidades de Jiquipilco permiten una amplia gama de posibilidades de uso como atractivo turístico, debido a las características naturales y culturales de cada activo territorial (Figura 2), entre las que destacan:

- Paisaje magueyero en diferentes altitudes.
- Tres tipos de bosque, que forma parte del parque estatal Otomí–Mexica, donde se pueden encontrar ríos, manantiales y riqueza micológica.

- Formaciones geológicas asociadas al Sistema Neovolcánico Transversal, con altitudes que oscilan entre los 2800 y 3600 msnm, como un atractivo ecoturístico.
- Monumentos como las exhaciendas e iglesias son importantes por su historia, arquitectura, cultura y belleza paisajística, que motivan a los turistas locales y aledaños al municipio a visitar dichos sitios.
- Ferias agroalimentarias, como la feria del pulque que se celebra anualmente en el mes de marzo desde el año 2010 y la feria del hongo celebrada en agosto en la comunidad de San Bartolo Oxtotitlán, desde el 2016, siendo proyectos emergentes de esparcimiento y recreación para la valorización de productos agroforestales y alimentarios de identidad territorial.

Figura 2

Mapa de localización de productos agroturísticos en Jiquipilco, Estado de México



Nota. Elaborado con información recabada en campo, 2021.

Finalmente, los PIT con mayor puntaje se vincularon con los sitios turísticos jerarquizados para poder efectuar posibles circuitos agroalimentarios para el turismo en el territorio, obteniendo proyecciones de articulación que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Articulación de los PIT prioritarios con los otros atractivos del territorio

Categoría	PIT prioritario	Ámbito de origen	Atractivos complementarios	Actividades recreativas sugeridas a ofertar
Agropecuario	Maguey pulquero	Municipio de Jiquipilco: • Manzana sexta • Las Palomitas • San Bartolo Oxtotitlán	Se relaciona con los diversos sitios naturales, gastronomía propia del lugar, los sitios culturales y las ferias del hongo y del pulque.	a. Recorrido y explicación por plantíos de maguey, bosques y cuerpos de agua b. Participación en procesos de recolección de productos agropecuarios c. Degustación de productos agroalimentarios con identidad territorial d. Compra de productos agropecuarios, gastronómicos y agroindustriales e. Talleres gastronómicos y artesanales f. Visita al museo del agave
Agroindustrial	Pulque	Municipio de Jiquipilco: • Manzana sexta • Manzana segunda • Centro de Jiquipilco • Santa María Nativitas • San Bartolo Oxtotitlán (El Arenal y Loma Hermosa)	Se relaciona con atractivos naturales como: paisajes de magueyeras, Presa Verde, Presa del Jabalí, formaciones geológicas y bosque de pino, oyamel y encino. Asimismo, se complementa con sitios histórico-culturales como son la Iglesia de Santa Cruz Tepexpan y la exhacienda de Mañi y, finalmente, los dos aspectos de folklore de mayor importancia, la feria del hongo y del pulque.	

Nota. Elaborado con base en información recabada en campo, 2021.

El maguey es un cultivo que aporta múltiples beneficios ambientales como la conservación de suelo, además favorece la biodiversidad, proporciona bonos de carbono, permite la recarga de acuíferos y la práctica de agricultura sustentable aun en terrenos con alta pendiente mediante la

construcción de terrazas (Narváez et al., 2016). Las articulaciones propuestas otorgan un valor agregado a cada activo territorial, que de forma aislada pueden no ser relevantes para la generación de atracción turística.

De esta forma, el turismo rural y cultural representa una opción para que los productores aprovechen los recursos territoriales para atraer visitantes, ya que la propia belleza de la planta, el recorrido por las magueyeras, su tradición y cultura, son de interés para los urbanitas que deseen conocer un poco de esta tradición milenaria. Por ello, se formularon como posibles actividades recreativas las articulaciones entre atractivos turísticos identificados y los productos con identidad territorial presentes en Jiquipilco, que se evaluaron para determinar la demanda potencial.

Demanda potencial de los atractivos turísticos identificados

Antes de proceder a la proyección de un destino turístico, se debe conocer plenamente la oferta y la demanda turística (Benito et al., 2011), para permitir la interconexión de forma adecuada de los sectores productivos en la actividad turística (Fernández et al., 2021), lo que permitirá proyectar una propuesta, acorde a las necesidades del consumidor y a las capacidades socioproductivas del territorio, planteando estrategias sostenibles económica, social y ambientalmente.

A partir de las 250 encuestas realizadas, se identificó que la demanda potencial turística provendrá del Estado de México con 78% y el 22% restante de la Ciudad de México y Querétaro. El nicho de mercado está representado por un turista local, proveniente de municipios aledaños como Toluca (25%), Atlacomulco (26%), Aculco (14%) y otros (35%). La proximidad geográfica de estos lugares puede aportar al desarrollo turístico y crecimiento económico del territorio (Jiménez et al., 2015).

El visitante potencial se caracteriza por ser joven con un rango de edad de 15 a 39 años, que corresponde al 79% de los encuestados, el 42% con educación superior o posgrado, cuyos motivos de visita son la recreación al aire libre y degustación de pulque. El segmento de mercado pertenece a la generación *millennial* (nativos digitales), los cuales tienen mayor gusto por la creatividad y los productos locales y desarrollan vínculos ligados a la responsabilidad social (Peñalosa & López, 2016).

Sin embargo, conocer el perfil del visitante potencial no es suficiente para determinar el diseño de estrategias de desarrollo turístico basadas en los activos territoriales. Es importante conocer el nivel de posicionamiento y presencia que tiene el territorio y sus productos identitarios en la mente del público objetivo (Larios-Gómez et al., 2015); lo anterior, permitirá diseñar alguna estrategia de gestión diferenciadora del territorio para captar la afluencia de turistas, inversiones o atracción mediática para mejorar la imagen e incidir en el posicionamiento y competitividad de la propuesta (Cruz et al., 2017).

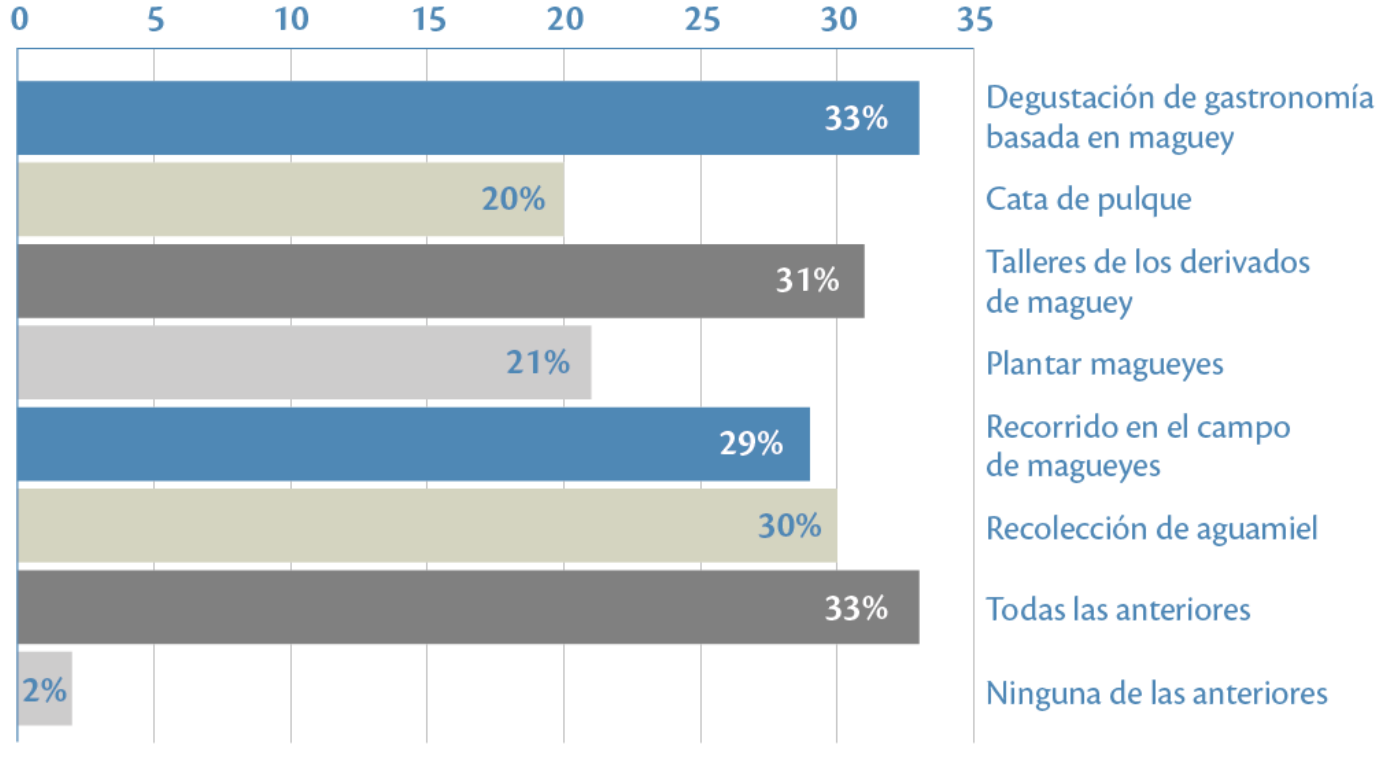
En este sentido, se plantearon preguntas para determinar qué tanto se reconocen los PIT y el atractivo territorial folklórico, que representa la feria del pulque de Jiquipilco. De los 250 encuestados, el 20% reconoció a Jiquipilco como productor de maguey pulquero y derivados como el pulque, mientras que el 80% desconocía los PIT del municipio. De forma similar, solo el 14% conocía la Feria del Pulque Jiquipilco, mientras que el 86% restante desconocía tal atractivo turístico local. Lo anterior indica que dicha feria aún no está posicionada en el Estado de México, sin embargo, los más de 25 000 visitantes reportados en 2020 (Gobierno Municipal de Jiquipilco, 2021) permiten considerarla como un activo turístico, por ello fue considerada como punto de partida para identificar la imagen o reputación que tiene Jiquipilco como productor de maguey y pulque.

Para explorar el interés que los diferentes segmentos de visitantes que pueden tener sobre las actividades de agroturismo propuestas en la Tabla 3, se preguntó sobre la disponibilidad para participar en cada una ellas y la respuesta fue favorable en las actividades complementarias planteadas (Figura 3); esto indica la factibilidad de diseñar una ruta agroalimentaria turística para el fomento de la diversificación productiva en el territorio y la valorización de patrimonio natural y cultural (Alburquerque & Pérez, 2013) del maguey pulquero en la zona de estudio.

En términos de actividades, los encuestados entre 15 a 39 años indicaron que prefieren realizar actividades agroturísticas y visitar la feria del pulque, mientras que los mayores a 40 años señalaron que prefieren visitar el museo y los talleres de los derivados del maguey; es decir, las personas jóvenes quieren actividades físicas, mientras que las personas adultas prefieren no realizar actividades que les propicie un esfuerzo físico.

Figura 3

Disposición de participar en actividades recreativas del sistema productivo del maguey pulquero



Lo anterior es congruente con otros estudios, que han demostrado que los turistas en áreas rurales pueden ser relativamente pasivos y tienden a participar principalmente en actividades informales y no planificadas; por tal circunstancia, los deportes activos y las caminatas solo ocupan la quinta y sexta posición en cuanto a popularidad de las actividades (Frochot, 2005).

Finalmente, para diseñar una estrategia turística con una adecuada orientación al cliente y ofrecer una determinada selección de atributos por los que el visitante potencial esté dispuesto a pagar, se determinó que el groso de los encuestados (64%) están dispuestos a pagar $200 pesos por un recorrido guiado y participar en las actividades agroturísticas del maguey, el 34% estaría dispuesto a invertir entre $300 y $400 pesos y solo el 2% invertiría más de $500 pesos. Lo anterior coincide con diversos estudios que han identificado que los perfiles de los turistas en las zonas rurales tienden a ser visitantes de clase media, quienes son los que menos gastan de todas las categorías de turistas e invierten entre un 20% y un 30% menos en este tipo de turismo (Frochot, 2005).

Conclusiones

Las iniciativas del turismo rural como estrategias dinamizadoras de desarrollo han crecido exponencialmente en los últimos años, sin embargo, los enfoques de diseño y gestión consideran el potencial turístico sin incluir una evaluación objetiva de la oferta real y demanda potencial. Para responder a la necesidad de identificar los elementos socioproductivos del territorio y las preferencias del visitante potencial, este estudio aporta un diagnóstico de la oferta de productos asociados al ecosistema del agave pulquero con potencial turístico en la zona de estudio, aunado a un estudio exploratorio sobre la demanda potencial turística de los activos agroturísticos territoriales identificados en Jiquipilco, Estado de México.

Se espera que este enfoque metodológico, basado en la combinación de actividades participativas y herramientas cuantitativas aplicado a dos entes de análisis que intervienen en la planificación turística, pueda ser retomado por otras comunidades rurales y otros sistemas productivos como guía de apoyo en la etapa de diagnóstico para la adecuada planificación de los proyectos de turismo agroalimentario. Toda vez que el método propuesto se basa en la participación de las comunidades locales como elemento central para el desarrollo y la evaluación de la demanda potencial turística de los activos territoriales, con miras a la innovación y adaptación digital donde los productores harán uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la promoción de sus PIT de forma integral, sostenible y planificada.

Referencias

Alburquerque, F., & Pérez, S. (2013). El desarrollo territorial: enfoque, contenido y políticas. *Revista Iberoamericana de Gobierno Local–RIGL*, (4), 1-24.

Benito, E., Brida, J. G., Camino, A., Riaño, E., & Such, M. J. (2011). Análisis de demanda de turismo rural en los pueblos de la arquitectura negra de Guadalajara. *Cuadernos de Turismo*, (27), 57–75. https://www.redalyc.org/pdf/398/39820898004.pdf

Blanco, M., & Riveros, H. (2011). El agroturismo como diversificación de la actividad agropecuaria y agroindustrial. *Estudios agrarios, 17*(49), 117-125.

Boschi, A. M., & Torre, M. G. (2012). Nuevos destinos turísticos emergentes. Caso: Alto Valle Provincia de Río Negro-Patagonia Argentina. *Gestión Turística,* (18), 71–87. https://doi.org/10.4206/gest.tur.2012.n18-03

Boucher, F., & Reyes-González, J. A. (2016). El Enfoque SIAL como catalizador de la acción colectiva: casos territoriales en América Latina. *Estudios Sociales, Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional, 25*(47), 13-37. https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/307

Buitelaar, R., Echeverri, R. A., Silva, I., & Riffo, L. (2015). Estrategias y políticas nacionales para la cohesión territorial: estudios de caso latinoamericanos. *Desarrollo territorial*, (19), 1-69. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/37849

Camacho, J. H., Cervantes, F., Cesín, A., & Palacios, M. I. (2019). Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios Sociales, Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional, 29*(53), 2-20. https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/700

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021, noviembre). *Desarrollo Territorial.* https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-territorial

Cruz, E., Ruiz, E., & Zamarreño, G. (2017). De la marca comercial a la marca territorio. Una revisión de la literatura conceptual aplicada al caso del vino Málaga. *Revista Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales,* (68-69), 75-97.

De Azevedo, B. (2018, julio). *Bioeconomía basada en el conocimiento en América Latina.* Banco Interamericano de Desarrollo. https://conexionintal.iadb.org/2018/07/27/ideas2-2/

De Jesús-Contreras, D., Thomé-Ortiz, H., Espinoza-Ortega, A., & Vizcarra-Bordi, I. (2017). Turismo Agroalimentario. Una perspectiva recreativa de los alimentos emblemáticos desde la geografía del gusto. *Estudio y Perspectivas en Turismo, 26*(3), 549-567.

Diez, J. I., & Pong, C. (2021). Redes institucionales y desarrollo económico en ciudades pequeñas: los casos de General Acha y Pigüé (Argentina). *Revista Pilquen, 24*(1), 48-69.

Fernández, R., Vilalta, J. A., Quintero, S. A., & Díaz, L. (2021). La demanda turística en una cadena hotelera. Series temporales para un modelo de predicción. *Visión de futuro, 25*(1), 109–134. https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2021.25.01.004.es

Frochot, I. (2005). A benefit segmentation of tourists in rural areas: a Scottish perspective. *Tourism Management, 26*(3), 335-346. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2003.11.016

Gambarota, D. M., & Lorda, M. A. (2017). El turismo como estrategia de desarrollo local. *Revista Geográfica Venezolana, 58*(2), 346-359.

Gobierno Municipal de Jiquipilco. (2021, diciembre). Segundo informe de resultados. *Gaceta de gobierno municipal.* https://www.jiquipilco.gob.mx/files/informes/informe-2020.pdf

Goodman, L. A. (1961). Snowball sampling. *The annals of mathematical statistics, 32*(1), 148-170. https://doi.org/10.1214/aoms/1177705148

Guzmán-Hernández, C., Soto-Albarrán, F., Mendoza-Vilchis, R., López-Ojeda, A., & Hernández-López, R. (2019). Ruta alimentaria en circuitos y producción de traspatio en Donato Guerra, México. *Estudios Sociales, Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional, 29*(53), 1-29. https://doi.org/10.24836/es.v29i53.696

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021, octubre). *Cartografía temática.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/

Jiménez, M., Ruiz, J., & Peña, A. R. (2015). Análisis de las zonas rurales andaluzas y su turismo, desde una óptica de proximidad geográfica a los núcleos urbanos andaluces. *Investigaciones regionales,* (31), 59–74. https://www.redalyc.org/pdf/289/28937737001.pdf

Larios-Gómez, E., Estrada R, S., & Luna, J. E. (2015). La Marca Ciudad Celaya, como Estrategia de Inserción al City Marketing: Diagnóstico Preliminar. En R. Contreras, H. Ruiz-Rueda, & R. Molina (Coords.), *Ejes de crítica y reflexión en torno a la cultura y el desarrollo* (pp. 119-137). Pearson.

Lombeyda, B. (2020). Bioeconomía: una alternativa para la conservación. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (27), 13-30. https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/3984

Méndez-Méndez, A., Serrano de la Cruz Santos-Olmo, M. A., Salinas-Chávez, E., & García-Romero, A. (2018). Propuesta metodológica basada en indicadores para la valoración del potencial turístico del paisaje en áreas rurales: el caso del municipio de Atlautla (México). *Cuadernos de turismo,* (42), 335–354. https://doi.org/10.6018/turismo.42.15

Morán, L., Blanco, M., & Riveros, H. (2014). Valorización turística de productos con identidad territorial: metodología y resultados en el caso de la provincia de Huaura, Perú. En *Desarrollo de los agronegocios en América Latina y El Caribe. Conceptos, instrumentos, proyectos de cooperación técnica* (pp. 127-141). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Morán, L., Blanco, M., Zappino, V., Riveros, H., & González, M. (2016). *Valorización turística de productos con identidad territorial (PIT)*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Monteserín, O. A. (2007). *Turismo y desarrollo territorial: los planes de dinamización turística en la interpretación y puesta en valor del territorio* [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, España. https://eprints.ucm.es/id/eprint/8437/

Narváez, A. U., Jiménez, M. A., & Martínez, T. (2016). El cultivo de maguey pulquero: opción para el desarrollo de comunidades rurales del altiplano mexicano. *Revista de Geografía Agrícola, 56*, 33–44. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75749287005

Niño, S. G., & Danna, J. P. (2016). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en turismo como herramienta de desarrollo y planificación territorial en las regiones periféricas. *CIDADES, Comunidades e Territórios, 32*, 18-39.

Oana, I. (2017). "We make more money now, but we don't talk to each other anymore": on new tourism and capitalism in the Danube Delta. *Revista de Turismo y Cambio Cultural, 15*(2), 122–135. https://doi.org/10.1080/14766825.2016.1260102

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Uniendo personas, territorios y productos. Guía para fomentar la calidad vinculada al origen y las indicaciones geográficas sostenibles.* FAO.

Peñalosa, M. E., & López, D. M. (2016). La generación de los millennials frente al consumo socialmente responsable. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración,12*(23), 73–82. https://www.redalyc.org/pdf/4096/409650120008.pdf

Peralta, J. M., & Li, S. (2017). Agroturismo: una actividad que pone en valor el trabajo de las comunidades rurales. *Estación Experimental Agroforestal Esquel, 10*(1), 45–46. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_eeaf_esquel_agroturismo_092017.pdf

Peroni, A. (2013). Claves del buen desarrollo territorial. *Frontera norte, 25*(49), 57–86. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773722013000100003&lng=es&tlng=es

Prats, L. (2003). Patrimonio + Turismo = ¿Desarrollo? *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, (1), 127–136. https://doi.org/10.25145/j.pasos.2003.01.01

Rigol, L. M. (2009). Conceptualización de la demanda turística. *Ciencias Holguín, 15*(1), 1–8. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517987002

Rodríguez, G. (2019). El agroturismo, una visión desde el desarrollo sostenible. *Centro Agrícola, 46*(1), 62- 65.

Sandoval, M. A., Pimentel, S., Pérez, A., Escalona, M. J., & Sancho, J. (2017). El turismo rural en México: Una aproximación conceptual al debate suscitado sobre las políticas públicas desarrolladas, la irrupción de agentes externos y las nuevas metodologías de acción endógena y participativa. *Estudios Geográficos, 78*(282), 373-382.

Secretaría de Turismo. (2021, noviembre). *DATATUR. Glosario*. https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Glosario.aspx

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). *Producción Agropecuaria del Estado de México 2020.* Secretaría del Campo. https://secampo.edomex.gob.mx/sites/secampo.edomex.gob.mx/files/files/Produccion_Campo/Cierre_Prod_Agro_2020.pdf

Soto, F., Beduschi, L. C., Diez, R., Valenzuela, C., & Palma, A. (Eds.). (2007). *Desarrollo territorial rural: Análisis de experiencias en Brasil, Chile y México.* FAO.

Torre, A. (2020). Nuevas propuestas para analizar el desarrollo territorial. *Eutopía, Revista De Desarrollo Económico Territorial*, (17), 11-24. https://doi.org/10.17141/eutopia.17.2020.4549

Vásquez, A., Aliphat, M., Estrella, N., Ortiz, E., Ramírez, J., & Ramírez, M. (2016). El maguey pulquero planta multifuncional y polifacética: Los usos desde una visión mestiza e indígena. *Scripta Ethnologica, 38*, 65-87.

Capítulo IX

Contaminación atmosférica y salud en la zona metropolitana de la Ciudad de México

* *Carlos Alberto Ruiz Abad* [A]

Resumen

El concepto de salud ambiental se refiere a los aspectos de la salud humana que están determinados por diversos factores presentes en el ambiente, como factores físicos, químicos, biológicos, sociales y psicológicos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud ambiental como la teoría y práctica de evaluar, corregir, controlar y prevenir aquellos factores en el medio ambiente que pueden tener un impacto negativo en la salud de las generaciones actuales y futuras. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento territorial de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de la Ciudad de México e identificar las áreas administrativas que presentan mayor riesgo para la salud. Para ello, se utilizó la metodología del análisis espacial, que implica técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de los datos distributivos en el espacio geográfico. Los resultados muestran que la zona norte y centro de la Ciudad de México presentan una mayor concentración de contaminantes atmosféricos, específicamente de partículas 2.5 y 10. En el centro y sur de la ciudad, la concentración de ozono tiende a ser alta. Algunas de las alcaldías con mayor riesgo para la salud debido a la concentración de contaminantes son Gustavo A. Madero, Coyoacán, Iztapalapa y Cuauhtémoc. Además, se observa que las tasas de mortalidad por infartos más altas se encuentran en alcaldías como Benito Juárez, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco y Coyoacán, con tasas superiores a 1.15 defunciones por cada 100 000 habitantes. En cuanto a las neumonías, las tasas más altas se registran en Ecatzingo, Cuauhtémoc, Tepetlixpa, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztacalco, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco y Coyoacán, con tasas superiores a 0.24 defunciones por cada 100 000 habitantes.

Palabras clave: *salud ambiental, contaminación atmosférica, análisis espacial*

* Colegio de Geografía, Facultad de Filosofia y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México

[A] *carlos.abad56@hotmail.com*

Introducción

La investigación pretende acercar al lector a la importancia de los trabajos sobre los efectos de los riesgos ambientales en la población, en particular de la contaminación atmosférica que ocurre en las ciudades de México y su relación con la salud. El crecimiento de las urbes modifica el microclima y genera periodos de altas concentraciones y exposición a los contaminantes causantes de enfermedades y muertes prematuras. Para el caso de la zona metropolitana de la Ciudad de México (ZMCDMX), los contaminantes que más inciden en momentos de concentraciones de riesgo son las partículas de 2.5 y 10, así como el ozono, que está asociado a las actividades económicas, las características del microclima y a las modificaciones ambientales causadas por la expansión urbana, lo que pone en riesgo la salud de los habitantes.

Contaminación atmosférica: un problema de salud humana

Durante los últimos años, la contaminación atmosférica es un tema relevante en los estudios ambientales y de salud pública a nivel mundial; especialmente, se presta atención a las ciudades debido a su dinámica económica y social que favorece la emisión de estos contaminantes.

Cuando se analiza qué es un contaminante ambiental, es vital estudiar su espacio geográfico porque cada región presenta condiciones distintas. Es en este paso que se alude a una serie de variables como son la referencia de normalidad, las características o componentes y los rangos de variación y umbrales en la evaluación de cada particularidad (Tuleda & Tudela, 2017).

En este sentido, se puede llegar a una aproximación conceptual en donde un contaminante ambiental será aquel que, por su concentración y características, sea capaz de generar un desequilibrio en el ecosistema o en la salud de la población que habita esos espacios.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) indicó que un contaminante atmosférico será aquel elemento o componente de la atmósfera exterior que, a partir de sus concentraciones, es capaz de perjudicar al ser humano o su entorno.

Los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar, según Tuleda y Tuleda (2017), a partir de su origen, esto es:

1. Naturales: se originan producto de la interacción entre la atmósfera y el resto de los sistemas que conforman al planeta. En ellos están las erupciones volcánicas, el levantamiento de material erosivo por acción del viento, los incendios forestales de origen natural, las tormentas eléctricas, entre otros.
2. Antrópicos: surgen por la acción humana producto de sus actividades sociales, económicas o culturales. Ejemplos de estos son las labores del sector industrial, la quema de combustibles fósiles, la movilidad en vehículos de combustión interna, la deforestación, la quema de bosques y actividades agropecuarias, por citar algunas.

Otra manera de clasificar un contaminante atmosférico es según su fuente de origen; se utilizan dos estratos: primario y secundario. El primero es originado por las emisiones directas a la atmósfera por alguna actividad humana o natural, tales como el monóxido de carbono o el dióxido de azufre. El secundario se forma por la interacción de los contaminantes primarios con las características atmosféricas, por ejemplo, el ozono. Este es producto de una reacción fotoquímica entre la radiación solar y contaminantes primarios como el dióxido de carbono (Centro de Investigación del Medio Ambiente [CIMA], 2021).

Dentro de los espacios geográficos donde hay un conjunto de actividades causantes de contaminantes están las grandes ciudades. A partir de esto, surge el interés por estudiar y analizar los efectos de la contaminación atmosférica en la población; prueba de lo anterior son los estudios del ambientalista John Evelyn, que en 1661 publicó su obra *Fumifugium* y expuso los efectos del uso del carbón en el ambiente urbano de Londres.

Evelyn describió los efectos del elemento en la salud de los seres vivos. Respecto a los humanos, se estima que esa ciudad pasó de 75 000 habitantes en 1550 a 200 000 en 1600 y se produjo un aumento de casos de tos, irritación de ojos, entre otras consecuencias en la salud de los habitantes (Tuleda & Tuleda, 2017).

En la actualidad, urbes como Bombay (India), Shanghái (China) o París (Francia) tienen un nivel elevado de contaminantes, que pone en riesgo la salud y la vida de la población (Romero et al., 2006).

Acerca de la Ciudad de México (CDMX), el registro de los efectos y presencia de la contaminación atmosférica existe desde 1940, cuando el Observatorio Nacional de Tacubaya identificó una visibilidad de 4 a 10 kilómetros; esto fue un primer indicador de los altos índices de concentración de contaminación atmosférica en la ciudad (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal [SEDEMADF], 2005).

Una década después, la Dirección de Higiene Industrial de la entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia confirmó la presencia de contaminantes atmosféricos en la capital del país, hecho que motivó en los siguientes años una serie de acciones para el monitoreo atmosférico de los contaminantes promocionada por la autoridad local como por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), que instaló la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire con 10 estaciones (SEDEMADF, 2005).

En esta época, la medición de la contaminación atmosférica de la CDMX está a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente local, que cuenta con poco más de 40 estaciones de monitoreo de contaminantes atmosféricos distribuidos en la zona metropolitana.

La información es publicada en su página de internet, donde se pueden visualizar los datos, índices y concentraciones de la contaminación atmosférica en cada una de las estaciones, así como reportes anuales del comportamiento de estos elementos.

Respecto al origen de los contaminantes en la CDMX, alrededor del 46% de las emisiones son atribuidas a la movilidad constante de vehículos particulares, de carga y públicos. El 21% corresponde a las emisiones generadas por la industria y el 20% es emitido por los hogares (Rivera et al., 2016).

De ellos, las partículas suspendidas menores de 10 micrómetros y de 2.5 son las que presentan una mayor correlación con los efectos en la salud de los habitantes de la ciudad. En su mayoría, estas son generadas por la industria y por las tolvaneras, comunes en la porción norte y oriente de la zona metropolitana que levantan las partículas erosivas del suelo.

Entre los efectos de la contaminación atmosférica a la salud de la población, la OMS indicó en un informe de 2014 que la contaminación atmosférica genera cada año cerca de siete millones de defunciones. Esto quiere decir que la salud de 9 de cada 10 personas está en riesgo por altas concentraciones de contaminación (OPS, 2021).

Para el caso de la región de América Latina, se estima que 1 de cada 9 defunciones está asociada a los efectos de la contaminación atmosférica (OPS, 2021).

El organismo hizo referencia a los impactos directos atribuibles a la contaminación atmosférica, como el cambio climático que se encuentra en la lista de los problemas más importantes a atender debido a las consecuencias que tendrá en la salud de la población más vulnerable.

> En estudios realizados por el Instituto Nacional de Salud Pública en México, se han identificado atribuciones de la contaminación atmosférica a la salud de la población. Este es el caso de los trabajos donde se identificó que la frecuencia cardiaca de personas con problemas isquémicos del corazón en la Zona Metropolitana del Valle de México presenta un decremento significativo asociados a un alza de las partículas 2.5. (Riojas et al., 2006, como se citó en Ruiz, s.f., párr.5)

> "De igual forma [...] se observó un incremento en la mortalidad de niños menores a 1 año por todas las causas asociadas a las partículas 2.5" (Carbajal-Arroyo et al., 2011 como se citó en Ruiz, s.f., párr.5).

A esto se suma la identificación de pesquisas epidemiológicas "donde se evalúan los efectos negativos de la contaminación en la salud de la población, sobre todo en enfermedades del sistema respiratorio y cardiovascular" (Rojas et al., 2007, como se citó en Ruiz, s.f., párr.5).

Condiciones geoclimáticas de la zona metropolitana de la Ciudad de México y su relación con la contaminación atmosférica

Las condiciones climatológicas y meteorológicas de la CDMX permiten la formación de modificaciones atmosféricas que influyen en la difusión, propagación o concentración de los contaminantes de este tipo.

Entre las condiciones ambientales que más influyen en estos procesos están la dinámica regional y local de los vientos y las temporadas de lluvia y secas que presenta la ciudad.

> En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se identifican 3 grandes grupos climáticos según la clasificación climática de Enriqueta García para México; por un lado, en la porción centro-nororiente un clima semiárido (BS1kw) mientras que hacia el sur-poniente se identifican climas del grupo de los templados (C) pasando de los subhúmedos w0, w1 y w2. El clima templado subhúmedo con lluvias de verano y un bajo porcentaje de humedad invernal (Cwo) se distribuye en 32% del territorio, lo que lo convierte en el más abundante. Finalmente, en las zonas montañosas del sur y sur-poniente prevalece un clima semifrío (Cb) provocado por la altitud de la zona. (INEGI, 2010; García, 1988, como se citó en Ruiz, s.f., párr.17)

"Esta condición de los climas que presenta la Ciudad de México está relacionada con dos de los elementos climáticos que más influyen en la dispersión de los contaminantes: el viento y la precipitación" (Ruiz, s.f., párr.18).

En el caso del viento se identificó, con base en los estudios de Jauregui (2000), que durante la temporada seca del año (noviembre a abril) predominan los tipos de valle a montaña. Se genera viento de sur a norte y movimientos ciclónicos en el centro, lo cual permite una concentración de contaminantes durante el día y la tarde, mientras que, para la noche, la dinámica del viento del valle a la montaña genera una dirección hacia el poniente y el sur.

En esta temporada es más frecuente la presencia de masas frías que generen una estabilidad atmosférica asociada a inversiones térmicas, que impide el desplazamiento del aire que influye en la concentración de los contaminantes dentro de la cuenca de la CDMX.

En la temporada húmeda prevalecen los vientos regionales (alisios), con una dirección del NE al SO, lo que permite dispersar los contaminantes debido a la intensidad del viento y a la generación de inestabilidad atmosférica. Por esa razón, de junio a octubre se presenta una menor probabilidad de contingencia ambiental, producto de la baja concentración de los contaminantes (Ruiz, s.f.).

Para el caso de la precipitación y con base en los datos del Servicios Meteorológico Nacional y trabajos como el de Vidal (2005) y Jauregui (2000) se identificaron tres temporadas importantes:

- Seca-fría (noviembre a febrero): las temperaturas tienden a descender hasta los 10 °C o un poco más en las zonas de montaña, esto producto de la entrada de frentes fríos que en su paso por el territorio mexicano pueden generar lluvias aisladas en la ZMCDMX. Estas masas de aire fríos también impactan de manera directa en la inversión térmica, permitiendo momentos de estabilidad atmosférica, lo que impide la precipitación.
- Seca-caliente (marzo a mayo): la precipitación es aislada, especialmente entre marzo y abril. Las temperaturas suben hasta los 28° o 29° centígrados, con énfasis en el centro y norte de la capital del país, generando una isla de calor e intensificando los efectos de las inversiones térmicas y la estabilidad atmosférica. Esto permite un aumento significativo de la concentración de contaminantes en la región.
- Temporada de lluvias (junio a octubre): por efectos de los vientos regionales, las condiciones atmosféricas tienden a ser muy inestables, permitiendo precipitaciones intensas a lo largo del territorio de la ZMCDMX. Esto causa que los contaminantes se mezclen con la humedad y la lluvia, disminuyendo así su concentración en la atmósfera.

Otro aspecto relacionado con la contaminación atmosférica y el clima de la CDMX corresponde a la urbanización, que modifica el comportamiento y tendencias de los elementos climáticos producto del crecimiento urbano y cambios en la cubierta vegetal (Ruiz, s.f.).

Uno de los efectos es la marcha de la temperatura que tiene una tendencia al alza, como lo demuestran las estadísticas del Observatorio de Tacubaya, donde se tienen registros desde de 1887 hasta la fecha de las temperaturas de la capital del país (Ruiz, s.f.); es claro el aumento de la temperatura conforme ocurre la expansión urbana, que causa cambios en el microclima de la cuenca (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2021).

El crecimiento urbano se le atribuye al modelo de sustitución de importaciones de la década de 1940 que influyó en el proceso de industrialización de la ciudad y generó una tasa de 7.3% entre 1950 y 1960, lo que propició flujos migratorios del campo a la ciudad.

Para las siguientes décadas (1960-1970), la tasa de industrialización alcanzó el 8.9% dando como resultado una explosión urbana tal que, para 1980, la Ciudad de México era la más poblada e importante del país por su tamaño y fuerza de atracción poblacional y de inversión (Garza, 1985).

Las transformaciones urbanas que presentó y que mantiene la capital del país a causa de la industrialización y la sobrepoblación dan como resultado la deforestación y los cambios en los patrones de comportamiento de los elementos del clima urbano. Esto tiene efectos colaterales en la salud de la población de mayor vulnerabilidad, ante la presencia de concentración de contaminantes y los cambios en el confort urbano.

Distribución espaciotemporal de la contaminación atmosférica y el riesgo a la salud: resultados del estudio

La metodología aplicada consistió en el análisis de la distribución temporal y espacial de la concentración de contaminación atmosférica de la ZMCDMX. Se obtuvieron los datos mensuales de concentración de ozono y partículas menores (PM) a 10 y 2.5 proporcionados por la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México de 2010 a 2015.

Los datos fueron analizados y verificados; se seleccionaron solo aquellas estaciones que cumplieran con un mayor número de registros y concentraciones lógicas. En total, quedaron 28 estaciones para ozono, 23 para PM 10, y 15 para PM 2.5.

Para el análisis espacial, el proceso metodológico consistió en generar puntos de control mediante la creación de una capa de centroides por municipios y alcaldías, con el propósito de interpolar la información de las estaciones de monitoreo atmosférico mediante el uso de la herramienta *Near* de *ArcGIS*.

Posteriormente, se creó un ráster de dispersión y se calcularon los promedios de concentración de contaminantes por municipios o alcaldías, mediante estadísticas zonales en *ArcGIS*; su objetivo fue diseñar la cartografía que permita analizar las zonas con mayor concentración promedio de dichos contaminantes.

Asimismo, se hicieron mapas con indicadores demográficos y sociales para identificar la población con mayor riesgo por exposición a la concentración de contaminantes atmosféricos.

Como parte de los resultados se identificó que las condiciones ambientales actuales de la CDMX permiten entender el comportamiento de los contaminantes atmosféricos. Desde el punto de vista espaciotemporal, son los meses secos (noviembre a mayo) cuando se tiene una mayor concentración.

Durante el año, la temporada cálida seca (abril y mayo) registra una concentración de ozono más alta que se intensifica aún más por la formación de las inversiones térmicas que son más comunes durante los meses de octubre a mayo y que tardan más tiempo en romperse. Esto propicia la formación de contaminantes y su mezcla con otros, causando así una temporada alta de contingencias ambientales dentro de la ZMCDMX.

De julio a agosto, en la temporada de lluvias, la concentración tiende a disminuir en la mayor parte de la ZMCDMX.

En la Tabla 1, se puede observar que la estación de Xochimilco muestra una concentración promedio por arriba de las 30 partes por billón, en contraste con las estaciones de Cuajimalpa o Atizapán, donde se registran concentraciones menores a las 14 partes por billón.

Para el caso de la distribución geográfica del ozono, este afecta principalmente la zona sur y sureste de la zona metropolitana, tal como se observa en la Figura 1, donde son las alcaldías de Xochimilco, Cuajimalpa y Tlalpan, junto con municipios del Estado de México, donde la concentración del elemento es mayor.

Por lo general, se presenta por la tarde una vez que la incidencia de la radiación solar en la zona interactúa con los contaminantes atmosféricos preexistentes y los vientos lo terminan desplazando hacia esta porción de la CDMX.

Esta concentración de ozono pone en riesgo a la población de esta zona, principalmente a menores de edad y personas adultas mayores que, a largo plazo, tendrán afectaciones en el sistema respiratorio.

Tabla 1

Concentraciones mensuales promedio de ozono en las estaciones de monitoreo, 2010-2015

Estación	Alcaldía-municipio	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TAH	Xochimilco	28.4	32.9	36.0	45.3	48.2	35.7	30.2	31.5	22.9	26.7	24.1	24.8
CUA	Cuajimalpa	26.2	27.3	29.5	44.6	47.4	35.1	29.1	32.1	25.2	31.2	28.9	29.6
TPN	Tlalpan	32.3	36.8	38.1	45.2	46.8	35.7	25.1	22.9	20.3	24.6	23.1	27.0
PED	Álvaro Obregón	26.3	29.1	33.7	41.8	44.0	32.9	26.9	28.6	25.2	27.6	24.7	26.3
MON	Texcoco	24.1	25.5	28.1	40.7	43.6	32.2	26.3	26.2	24.6	26.8	26.8	27.2
ACO	Acolman	26.9	29.2	33.4	39.8	40.5	31.0	26.2	27.4	20.7	21.4	20.9	22.0
UIZ	Iztapalapa	23.2	27.0	30.7	37.9	41.1	31.4	24.8	26.2	23.5	25.5	23.4	23.5
FAC	Naucalpan	23.0	25.7	30.1	37.1	38.6	30.5	25.3	28.1	24.4	25.8	23.3	22.4
COY	Coyoacán	22.0	24.7	30.0	37.1	40.7	30.9	24.4	26.5	23.6	25.3	22.4	22.2
CHO	Chalco	22.9	21.0	25.8	36.7	41.6	30.5	24.7	25.0	22.9	26.5	24.6	25.6
IZT	Iztacalco	20.2	24.0	28.0	35.9	38.3	27.8	21.5	25.1	21.5	23.2	21.2	21.6
SUR	Coyoacán	23.1	26.7	30.2	37.9	36.7	27.3	20.3	21.8	19.6	23.1	20.2	19.4
TLA	Tlanepantla	20.3	23.6	27.9	34.4	36.3	27.1	21.6	23.5	20.9	21.6	19.3	19.2
XAL	Ecatepec	20.1	21.4	25.5	27.1	35.3	26.4	21.8	23.9	22.0	22.9	21.3	18.9
MER	Venustiano carranza	18.7	21.5	26.4	33.3	35.2	26.0	20.4	22.3	19.7	21.0	18.8	18.7
SAG	Ecatepec	14.4	19.2	24.2	29.8	25.5	23.1	18.5	20.5	18.6	19.5	15.4	14.3
NEZ	Nezahualcóyotl	16.1	18.7	19.8	25.1	20.4	13.8	22.1	22.6	20.9	20.0	19.6	19.5
UAX	Coyoacán	13.0	20.4	20.6	27.4	28.8	21.3	19.2	19.2	16.4	16.5	14.0	16.2
SFE	Cuajimalpa	14.9	23.5	23.0	28.2	30.2	20.5	21.1	20.6	12.4	13.3	11.3	13.2
VIF	Coacalco	15.9	17.3	20.0	24.8	25.3	19.6	22.2	23.1	15.6	15.6	15.9	15.8
SJA	Gustavo A. Madero	14.6	16.6	18.7	23.5	23.8	18.2	19.2	21.5	14.8	14.5	13.8	14.0
LLA	Ecatepec	15.2	16.6	19.2	23.3	23.0	16.4	19.0	20.1	15.3	12.8	13.7	14.5
CAM	Azcapotzalco	13.0	15.5	17.3	20.9	22.2	16.4	18.4	19.6	17.9	16.3	15.1	16.1
TLI	Tultitlán	14.0	14.9	18.5	22.5	22.9	17.0	19.9	21.2	14.9	14.0	13.5	13.8
HGM	Cuauhtémoc	9.7	12.1	18.7	23.0	24.3	16.7	16.3	16.6	14.5	13.5	11.6	13.2
LPR	Tlanepantla	8.0	7.7	13.3	16.8	18.8	14.0	17.3	18.5	17.1	16.1	15.0	11.8
CUT	Cuautitán	10.9	12.1	12.2	16.0	16.1	13.6	12.1	11.8	9.4	9.5	9.1	9.0
ATI	Atizapan	12.9	14.8	14.0	18.3	16.9	13.4	13.6	13.8	6.3	7.3	6.5	3.3

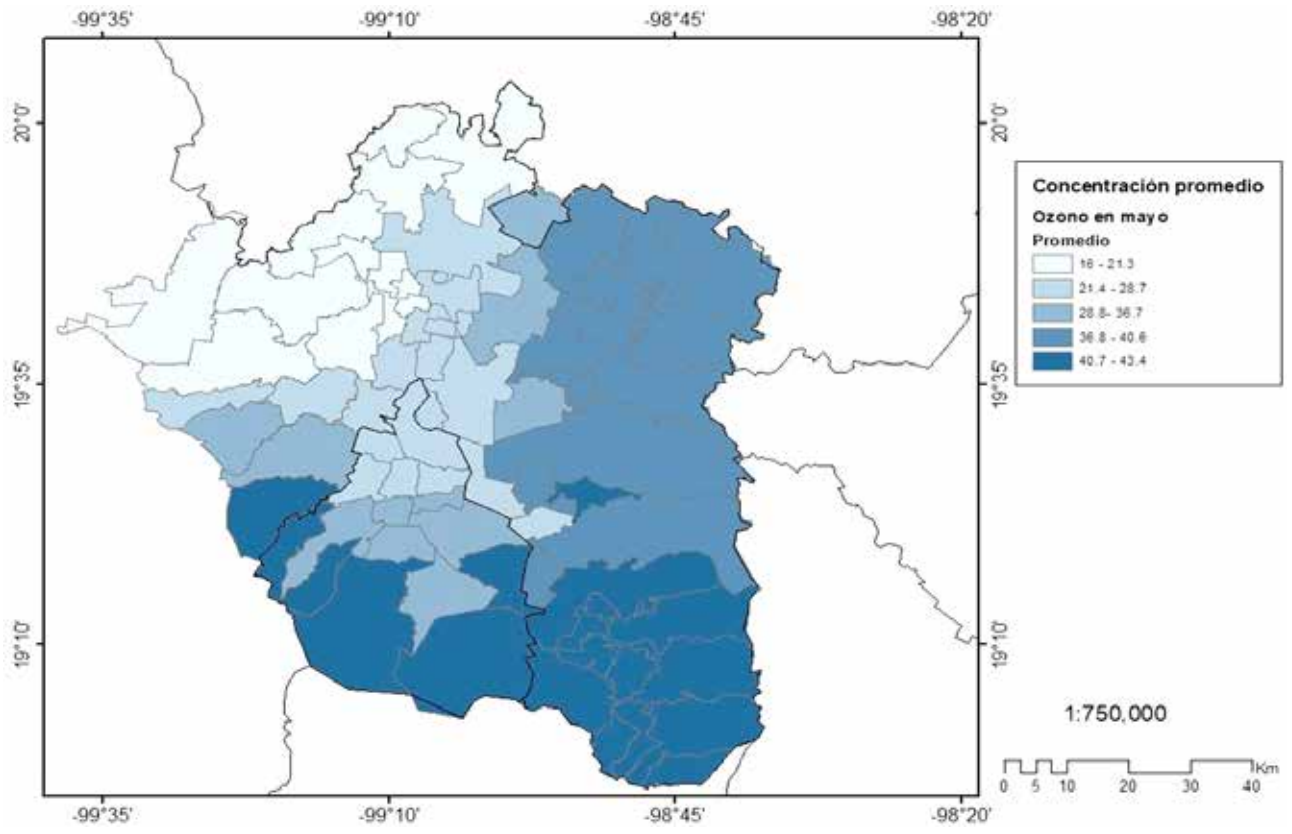
Nota. Elaborado con datos de la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, 2010-2015.

Este es el caso de Ecatzingo, Juchitepec, Ozumba, Chimalhuacán, Valle de Chalco y Chalco, donde se presenta alta concentración de ozono (arriba de 63 ppb) y donde entre 9% y 10% de su población es menor de 5 años; en contraste, para Iztapalapa, Coyoacán y Tlalpan, el riesgo es latente en la población mayor de 60 años, que representa entre el 15% y 20% de su población.

Para el caso de las partículas de 2.5 y 10, su presencia en la ZMCDMX se asociará a la intensificación de los vientos, mezclado con momentos de estabilidad atmosférica que permiten partículas volátiles en la atmósfera, generada por suelos erosivos, cenizas por incendios forestales o actividad económica, llegando a concentraciones altas entre los meses de marzo y mayo; mientras que, por la movilidad de los habitantes, los días martes y jueves tienden a tener una mayor concentración en comparación a los fines de semana, esto con base en el informe *Calidad de aire de la Ciudad de México 2018* (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Figura 1

Mapa de concentración promedio de ozono en mayo en la zona metropolitana de la Ciudad de México, 2010-2015

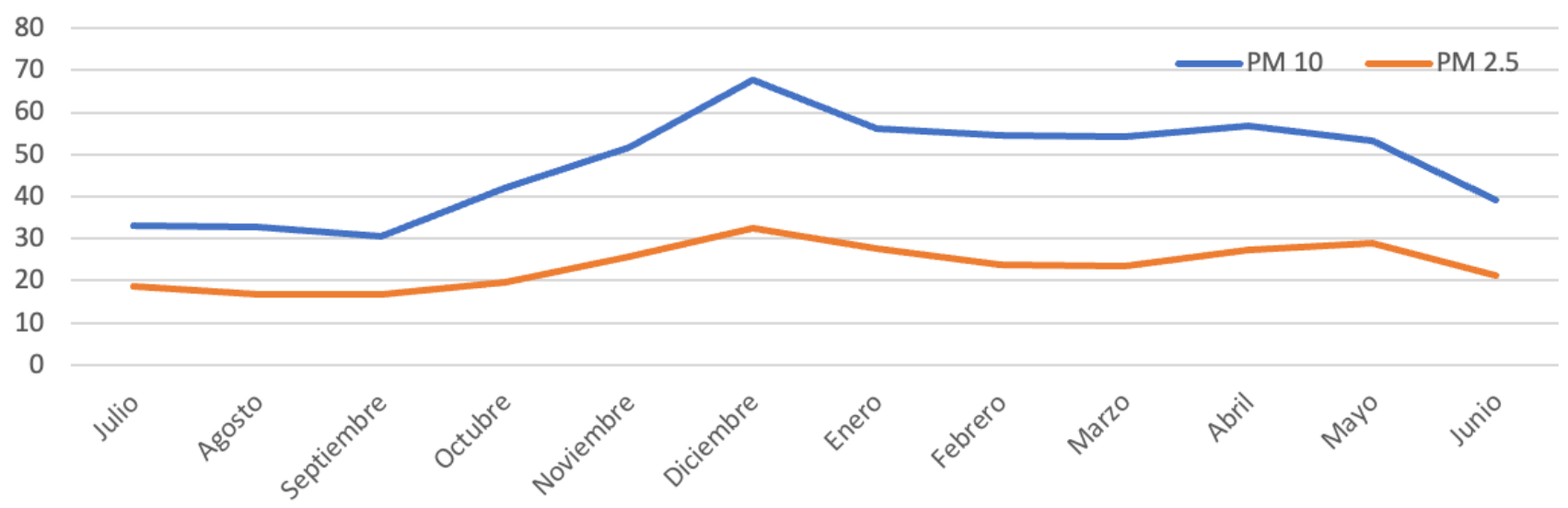


Nota. Elaborado con datos de la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, 2010-2015.

En la Figura 2, se identifica que ambos contaminantes presentan una mayor concentración en los meses invernales del año, asociado a la estabilidad atmosférica y las inversiones térmicas por las masas de aire frío, donde destaca el mes de diciembre; sin embargo, se mantiene relativamente alta la concentración hasta mayo, siendo este mes el fin de un incremento que inicia desde abril para posteriormente empezar un descenso en junio con el inicio de la temporada de lluvias.

Figura 2

Gráfica del patrón mensual de la concentración de contaminantes PM 10 y PM 2.5, 2010-2015



Nota. Elaborado con datos de la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, 2010-2015.

Para el caso de la distribución espacial, los municipios y alcaldías con mayor afectación se localizan en la porción norte, tal como se identifica en la Figura 3, donde se observan a los municipios de Tultitlán, Coacalco de Berriozábal, Tultepec y Ecatepec. Esto se asocia a la alta concentración de zonas industriales en Tultitlán, Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla y Azcapotzalco, espacios semiurbanizados con terrenos baldíos o semiconstruidos.

A esto se suma la constante movilidad que se genera entre esta zona y la CDMX, como se puede apreciar en vialidades de la autopista México-Querétaro, México-Pachuca, avenida Gustavo Baz y la vía Morelos, por donde pasa un flujo significativo de automóviles y transportes de carga que se desplazan a la ciudad y viceversa, generado por cuestiones laborales o la demanda de bienes de

la misma ciudad. Eso se refleja en los horarios de mayor concentración de contaminantes, que son entre las 7:00 a 12:00 horas y de 18:00 a 21:00 horas.

Otro aspecto que se asocia a esta concentración de partículas corresponde al uso de suelo urbano y la presencia de establecimientos económicos. Prueba de lo anterior es la dispersión de contaminantes provenientes del norte de la CDMX, de municipios como Tultitlán, Tlalnepantla, Gustavo A. Madero y Azcapotzalco que, por el aire, llegan hacia el sursureste de la región. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), en sus análisis sobre las unidades económicas por sectores, a esto se suman las condiciones abiertas y erosionadas cercanas a las zonas montañosas y lacustres del lago de Texcoco, así como a la actividad minera.

Estas condiciones de concentración atmosférica ponen en riesgo tanto a poblaciones vulnerables con enfermedades previas en vías respiratorias y cardiovasculares, como a personas adultas mayores.

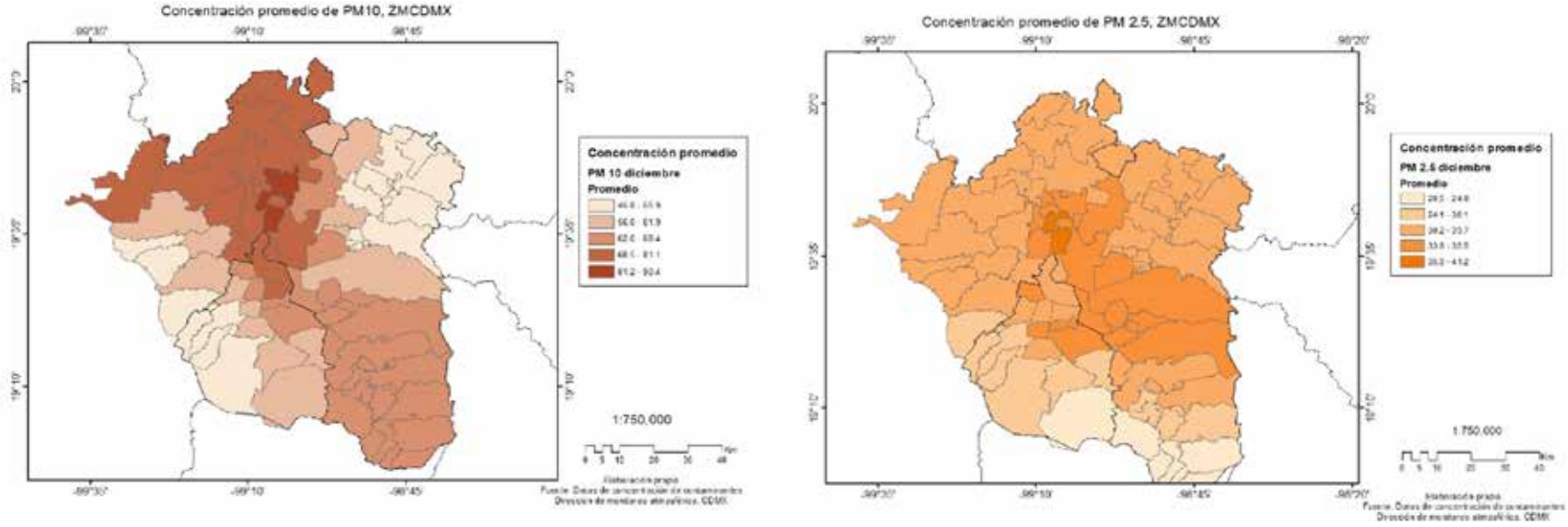
Para el caso de la zona metropolitana se tiende a presentar una concentración importante en las alcaldías del centro-norte de la CDMX y en los municipios circundantes.

En la zona oriente de la ciudad donde las PM 2.5 superan la concentración de 33.5 $\mu g/m^3$ se encuentran municipios y alcaldías con porcentajes de 2% a 9% de viviendas con piso de tierra, lo que potencializa su exposición a las partículas contaminantes tanto en el exterior como en el interior del hogar.

En otro punto, las concentraciones de contaminantes atmosféricos tienen un mayor peso en las enfermedades cardiovasculares, tales como los infartos al corazón, los cuales presentan una tasa de mortalidad entre 0.1 y 1.6 defunciones por cada 100 000 habitantes, siendo Benito Juárez, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Miguel Hidalgo las alcaldías con las tasas más altas, y que en junto con Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, Coyoacán y el municipio de Tlalnepantla, en el Estado de México, están en la zona de concentración de contaminantes altas a muy altas de PM 10 y ozono (arriba de 60 $\mu g/m^3$ de pm 10 y de 30 ppb de ozono).

Figura 3

Mapas de concentración de contaminantes PM 10 y PM 2.5 en la zona metropolitana de la Ciudad de México, 2010-2015



Nota. Elaborado con datos de la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, 2010-2015.

Sobre las enfermedades respiratorias, se identificó a partir de los datos de mortalidad obtenida de la Dirección General de Información en Salud (DGIS, 2021) que la porción norte y oriente de la CDMX y los municipios aledaños presentan las tasas de mortalidad más altas por neumonías (0.21 a 0.45 defunciones por cada 100 000 habitantes), lo que coincide con la zona de concentración de partículas PM 10 y 2.5 que presentan concentraciones por arriba de los 65 $\mu g/m^3$, que están asociadas a padecimientos relacionados con el sistema respiratorio.

De igual forma, en el caso de la morbilidad por enfermedades respiratorias superiores resalta la alcaldía de Gustavo A. Madero con 300 casos por cada 1000 habitantes, así como Venustiano Carranza con 400 casos por cada 1000 habitantes, que están en las zonas con mayor exposición de contaminantes atmosféricos.

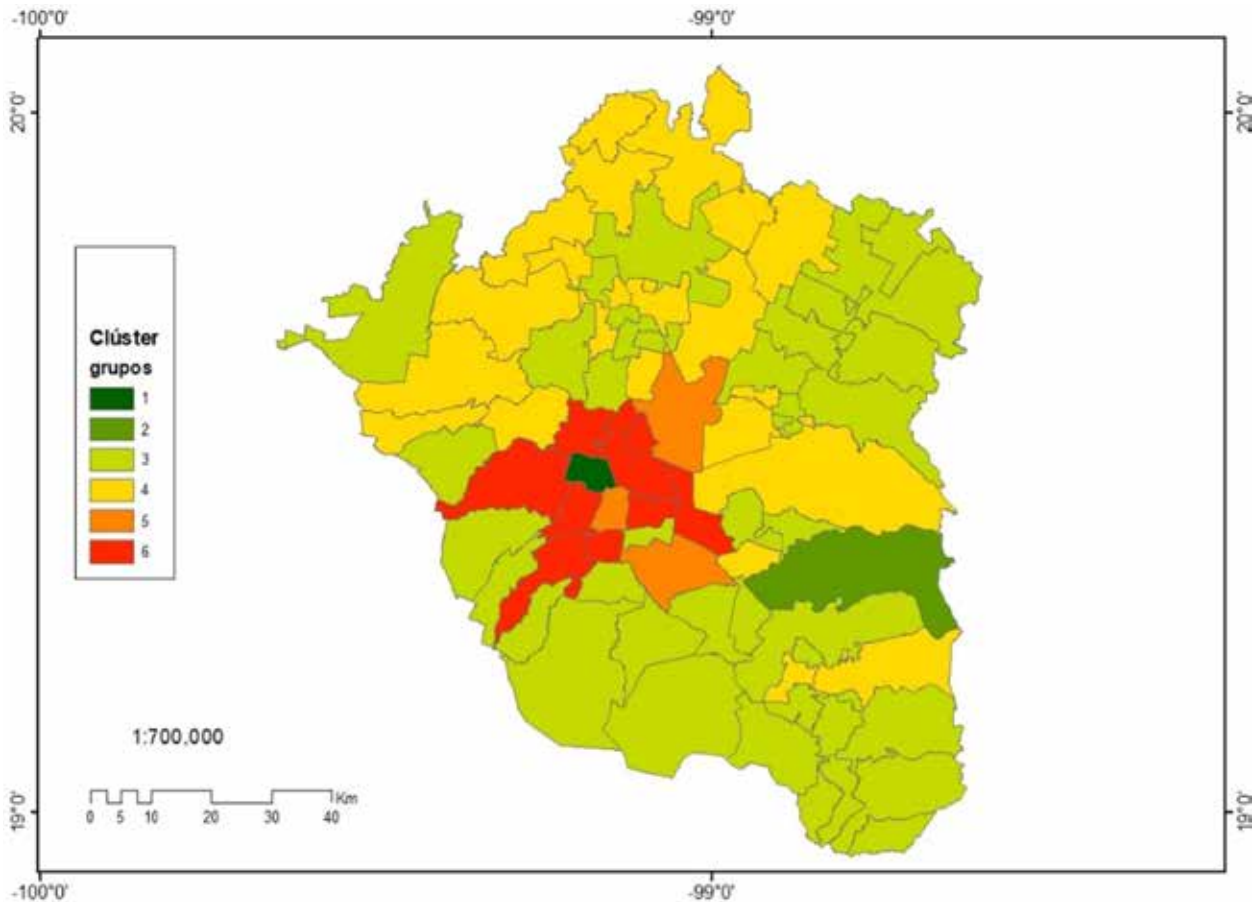
Finalmente, se realizó una agrupación con múltiples variables mediante el clúster jerárquico, ya que este realiza particiones de la red creando:

> una jerarquía de clústeres en un método de abajo a arriba basado en una métrica de distancia y vínculo. El clustering se realiza usando la estrategia aglomerativa (por ejemplo, de abajo a arriba) de acuerdo con los clústeres a los que pertenece cada nodo. En cada paso, los clústeres se fusionan mientras se mueven hacia arriba en la jerarquía. La disimilitud entre clústeres se determina en función del vínculo proporcionado y la métrica de distancia de nodo proporcionada. (Arcgis, 2021, párr.5)

Lo anterior permite una zonificación entre la relación mortalidad, contaminación y variables económicas como actividad económica y características demográficas como la edad, tal como se aprecia en la Figura 4.

Figura 4

Zonificación de contaminación atmosférica, salud y características sociales y económicas en la zona metropolitana de la Ciudad de México



Se decidió dividir en seis grupos, ya que la razón de la suma de cuadrados fue de 0.61, que se considera aceptable; sobre las agrupaciones destaca el grupo 1 y 6, en donde los casos de mortalidad por infartos están por arriba de los 1.2 y 1.0 por cada 100 000 respectivamente, esto se asocia con los porcentajes altos de envejecimiento (más de 80%), tasas de mortalidad por neumonía por arriba del 0.22 defunciones por cada 100 000 habitantes, concentraciones de PM 10 por arriba de 60 µg/m^3 y un predominio de actividades económicas de manufactura y comercio al menudeo, lo que convierte a estas zonas con alto riesgo para la salud.

Los grupos 3 y 5 se consideran zonas de riesgo medio al presentar tasas de mortalidad por infartos entre 0.5 y 0.8 defunciones por cada 100 000 habitantes y concentraciones de ozono que van de 29 a 39 ppb, mientras que en las partículas PM 10 presentan concentraciones entre 58 y 62 µg/m^3.

Finalmente, los grupos 2 y 4 serían los de menor riesgo al presentan menos casos de mortalidad (por debajo de 0.34 defunciones por cada 100 000 habitantes) y concentraciones bajas de contaminantes (menos de 25 ppb en ozono y 60 µg/m^3 en PM 10).

Conclusiones

A partir de esta investigación se evidencia que, para el caso específico de la zona metropolitana de la Ciudad de México, los aspectos que influyen en la generación de contingencias ambientales por concentración de contaminantes están relacionados con los patrones climáticos y la actividad industrial y movilidad urbana.

Respecto al clima, las condiciones secas cálidas y secas frías del año potencializan la concentración de contaminación, debido a la formación de inversiones térmicas y a una movilidad del viento escaso o nulo que genera una estabilidad atmosférica que impide la dispersión de los contaminantes.

En otro rubro, la alta atracción migratoria laboral y de actividades escolares o de recreación de la CDMX causa una entrada y salida continua de automóviles y camiones de carga que aportan la mayor cantidad de contaminantes atmosféricos; mientras que la actividad industrial que se localiza en su mayoría en la porción norte aporta más contaminantes que terminan dispersándose por el

viento hacia el centro-sur de la ciudad; y, en menor medida, la actividad agrícola y la zonas erosionadas del nororiente de la ciudad aportan partículas suspendidas a la atmósfera que se levantan por el viento que proviene de esta zona; esta condición de concentración de contaminantes pone en riesgo la salud de la población adulta y menores de 5 años, así como de personas con enfermedades crónicas del corazón o respiratorias.

Finalmente, se observa una regionalización del riesgo en salud por la concentración de contaminantes en la porción centro norte de la ZMCDMX, al presentarse altas tasas mortalidad por infartos y neumonías de la zona de estudio, así como alcaldías y municipios con porcentajes de población adulta y menores de 5 años relativamente altos, que están en constante contacto con altas concentraciones de contaminantes atmosféricos.

Referencias

ARCGIS. (2021). *Utilizar análisis clúster.* https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/link-charts/cluster.htm

Centro de Investigación del Medio Ambiente. (2021). *Calidad del Aire de Cantabria.* CIMA. https://airecantabria.com/contaminantes.php

Dirección General de Información en Salud. (2021). *Base de datos de defunciones generales (1979-2020).* DGIS. https://pda.salud.gob.mx/cubos/cmortalidadxp.html

Garza, G. (1985). Dinámica industrial de la ciudad de México. En, *El proceso de industrialización en la ciudad de México (1821-1970)* (pp. 157-172). El Colegio de México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx

Jáuregui, E. (2000). *El clima de la Ciudad de México*. UNAM | Plaza y Valdés. http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/51/50/152-1

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Contaminación atmosférica*. https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_2

Organización Panamericana de la Salud. (2021). *La calidad del aire se está deteriorando en muchas de las ciudades del mundo.* OPS. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9558:2014-air-quality-is-deteriorating-in-many-of-the-worlds-cities&Itemid=1926&lang=es#gsc.tab=0

Rivera, C., Sánchez, F., & Andrade, M. (2016). *Contaminación atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México y sus efectos en salud aplicación móvil "Aire Escuelas" como propuesta para mejorar el sistema de información y comunicación en escuelas primarias de la Ciudad de México* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma Metropolitana, México. http://dccd.cua.uam.mx/archivos/Madic/terminal/ContaminacionAtmosfericaZMVM.pdf

Romero, P. M., Diego, O. F., & Álvarez, T. M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista cubana de higiene y epidemiologia, 44*(2), 1-14.

Ruiz, C. A. (s.f.). Contaminación atmosférica: efectos en el cambio climático y la salud en la Ciudad de México. *Revista de la Facultad de Filosofía y Letras.* http://revistafyl.filos.unam.mx/contaminacion-atmosferica-efectos-en-el-cambio-climatico-y-la-salud-en-la-ciudad-de-mexico/#_edn7

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2020). *Calidad del aire en la Ciudad de México, Informe 2018.* Dirección General de Calidad del Aire, Dirección de Monitoreo de Calidad del Aire. http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/informe-anual-calidad-del-aire-2018.pdf

Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2005). Historia del monitoreo atmosférico. En, *Calidad del aire en la zona metropolitana de la Ciudad de México 1986-2005* (pp. 7-37). SEDEMADF.

Servicio Meteorológico Nacional. (2021). *Información Estadística Climatológica.* https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica

Tudela, F., & Tudela, F. (2017). Contaminación del aire: Apuntes conceptuales e históricos. En S. Ponce de León, T. Fortoul, & R. Pérez, *Efectos de la contaminación atmosférica en la salud* (pp. 11-32). Porrúa.

Vidal, R. (2005). *Regiones Climáticas de México.* UNAM.

Capítulo X

La percepción de la población sobre la utilización de los servicios médicos en el municipio de Toluca, México. Antes de la pandemia de COVID-19

* *Giovanna Santana Castañeda* [A] *y* ** *José Antonio Álvarez Lobato* [B]

Resumen

El sistema de salud en México se divide en dos sectores principales: el sector público y el sector privado. El sector público engloba tanto las instituciones de seguridad social que brindan servicios a la población derechohabiente, como aquellas que atienden a la población que no cuenta con este tipo de cobertura. Por otro lado, el sector privado ofrece servicios de salud a aquellos individuos que tienen capacidad de pago, y dentro de este sector se incluyen los consultorios anexos a farmacias (CAF), los cuales han experimentado un crecimiento significativo en la última década. El objetivo de este estudio es analizar el comportamiento de los pacientes en cuanto a la elección entre servicios médicos privados y públicos, justo antes del inicio de la pandemia de COVID-19. Para ello, se realizó una encuesta a 275 personas en el municipio de Toluca en octubre de 2019. Entre los resultados más relevantes, se encontró que el 54% de los encuestados acudió a servicios médicos privados. De este grupo, el 40% asistió a CAF. Además, el 74% de los que asistieron a los CAF tenían algún tipo de derechohabiencia, es decir, contaban con algún tipo de seguro médico. Por otro lado, el 47% de los encuestados con ingresos más bajos optaron por acudir a los servicios de salud públicos, y la mayoría de ellos lo hizo debido a alguna enfermedad considerada grave. Esto indica que existe una demanda proyectada hacia el sector público por parte de personas con menores recursos económicos y que requieren atención médica para condiciones de salud más serias.

Palabras clave: *sistema de salud, servicios médicos privados, servicios médicos públicos*

* Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México

** El Colegio Mexiquense A. C.

[A] *gsantanac@uaemex.mx* [B] *jalvar@cmq.edu.mx*

Introducción

La normatividad de los servicios médicos en México se ve reflejada en la reforma sanitaria de 1983, establecida en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos mediante el derecho a la protección de la salud precisado jurídicamente en la Ley General de Salud (LGS); la última reforma publicada fue en mayo de 2022 (LGS, 2022). A pesar de los logros, el servicio está condicionado a la disponibilidad de recursos del estado mexicano y a la capacidad organizativa del propio sistema de salud; en este sentido, está caracterizado por la fragmentación y la desarticulación de estos, padeciendo de duplicidad de información y desperdicio de recursos (Ochoa, 2017).

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2010), la fragmentación de los servicios de salud es una causa importante de su bajo desempeño y esto afecta el rendimiento general de los sistemas de salud. Aunado a ello, algunas de las consecuencias de esta fragmentación son las dificultades de acceso a los servicios, la baja calidad técnica, el uso irracional e ineficiente de los recursos, la baja satisfacción de los usuarios, entre otros (Montenegro et al., 2011).

En México, tal como lo detallaron Gómez et al. (2011):

> El sector público comprende a las instituciones de seguridad social [Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Secretaría de Marina (SEMAR) y otros], que prestan servicios a los trabajadores del sector formal de la economía, y a las instituciones que protegen o prestan servicios a la población sin seguridad social, dentro de las que se incluyen el Seguro Popular de Salud (SPS), la Secretaría de Salud (SSa), los Servicios Estatales de Salud (SESA) y el Programa IMSS-Oportunidades (IMSS-O). El sector privado presta servicios a la población con capacidad de pago. (párr.1)

Otro problema es la disponibilidad de médicos y enfermeras, estos indicadores se definen como el resultado de dividir el número total de médicos/enfermeras en contacto con el paciente

en un periodo determinado entre el total de población en ese mismo periodo, multiplicando un cociente de 1000 (Secretaría de Salud [SSA], 2003). De acuerdo con la Organización de Cooperación Económica (OCE), en México, para 2015 existen 2.2 médicos y 2.6 enfermeras por cada 1000 habitantes, cifras que están por debajo del promedio internacional que es de 3.2 médicos y 8.8 enfermeras por el mismo factor (Ochoa, 2017). Este mismo autor mencionó que:

> Ante la insuficiente disponibilidad y acceso de atención médica institucional han proliferado los establecimientos privados denominados Consultorios Adyacentes a Farmacias (CAF). Estos ofrecen consultas médicas, exámenes de laboratorio y gabinete y medicamentos de bajo costo, que en su gran mayoría no cumplen con las normas vigentes de calidad y seguridad del paciente. (Ochoa, 2017, párr.12)

Lo antes mencionado, aunado al mal trato por parte del personal de los servicios médicos de carácter público, los largos tiempos de espera, así como la falta de medicamento, médicos, horarios de atención y equipamiento, brindan una oportunidad para que sigan prosperando los CAF, que centran su atención en la enfermedad más que en la prevención; además, este tipo de servicios se encuentra segmentado por la capacidad de pago y las condiciones socioeconómicas de la población de bajos recursos (Santana & Álvarez, 2021).

Cabe mencionar que en el año 2010 había 4370 CAF y para el año 2014 se incrementó exponencialmente a 15 000 puntos de servicio, según la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) (Sigler, 2015). Este aumento representó el 17% de consultas del total nacional de visitas ambulatorias (Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], 2012).

De acuerdo con la COFEPRIS, en México, alrededor de 10.6 millones de personas acuden mensualmente a estos locales, superando incluso al número de pacientes que acuden al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) o al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (Díaz, 2018).

Aunado a ello, en los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) se indicó que los usuarios de los CAF gastaron con más frecuencia en medicamentos (96%) que los usuarios de otro tipo de servicios (SS, 27.5%; IMSS, 11.1%). En promedio 190 pesos, inferior a los usuarios de CAFSP (350), pero mayor a los de la SS (150 pesos) (INSP, 2012).

Se considera lo antes expuesto para analizar la elección que toma el paciente al asistir a un servicio médico de tipo privado o público y, dentro de esta elección, cuál es el papel de los consultorios adyacentes a farmacias, mediante un cuestionario que se aplicó en octubre de 2019, es decir, poco antes de que iniciara la pandemia de COVID-19.

El texto muestra de forma sintética las consideraciones teóricas y metodológicas para realizar esta investigación, así como la discusión de los resultados y las principales conclusiones.

Consideraciones teóricas

La base teórica de esta investigación parte de la *geografía de la salud*, la cual se ve como un punto de inflexión y reflexión, en donde se abordan problemas del área de la *geografía física* y de la *geografía humana*. No necesariamente como un área científica general o focal, sino ambas, es decir, dentro de lo general nos brinda la oportunidad para la interdisciplinariedad con diferentes ciencias y, dentro de lo local, enfatiza aspectos puntuales en el territorio, como pueden ser la cultura, la sociedad, la economía, entre otros (Barcellos et al., 2018; Buzai, 2015; Iñiguez, 2008; Olivera, 1993; Pickenhayn, 2009; Santana et al., 2014).

En sus inicios, la *geografía médica* se asocia al estudio de enfermedades y es plasmada en mapas de distribución que ayudan a difundir los hallazgos. Su auge más importante se dio fundamentalmente en el siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, con las topografías médicas, que eran realizadas principalmente por médicos, con una gran contribución a la geografía.

A partir de 1980, la investigación amplió el abanico hacia las problemáticas de la localización y el uso de los servicios de salud; para 1995, las investigaciones abordaron con más importancia las inequidades en salud, la accesibilidad, el análisis y explicación de los patrones de distribución de las enfermedades y las muertes, la organización, el acceso y la utilización de los servicios de salud y, más

recientemente, la optimización de la localización de las instalaciones sanitarias y planificación de servicios de salud.

De este modo, el objeto de la geografía de la salud, en conjunto con los servicios de salud, está relacionado al estudio geográfico de la distribución y el acceso a los servicios de salud y también al análisis de las desigualdades en salud. Esto también puede incluir temas como equidad y utilización de los servicios, modelos de optimización de la localización, planeación de los servicios médicos y políticas en salud, entre otros.

Métodos

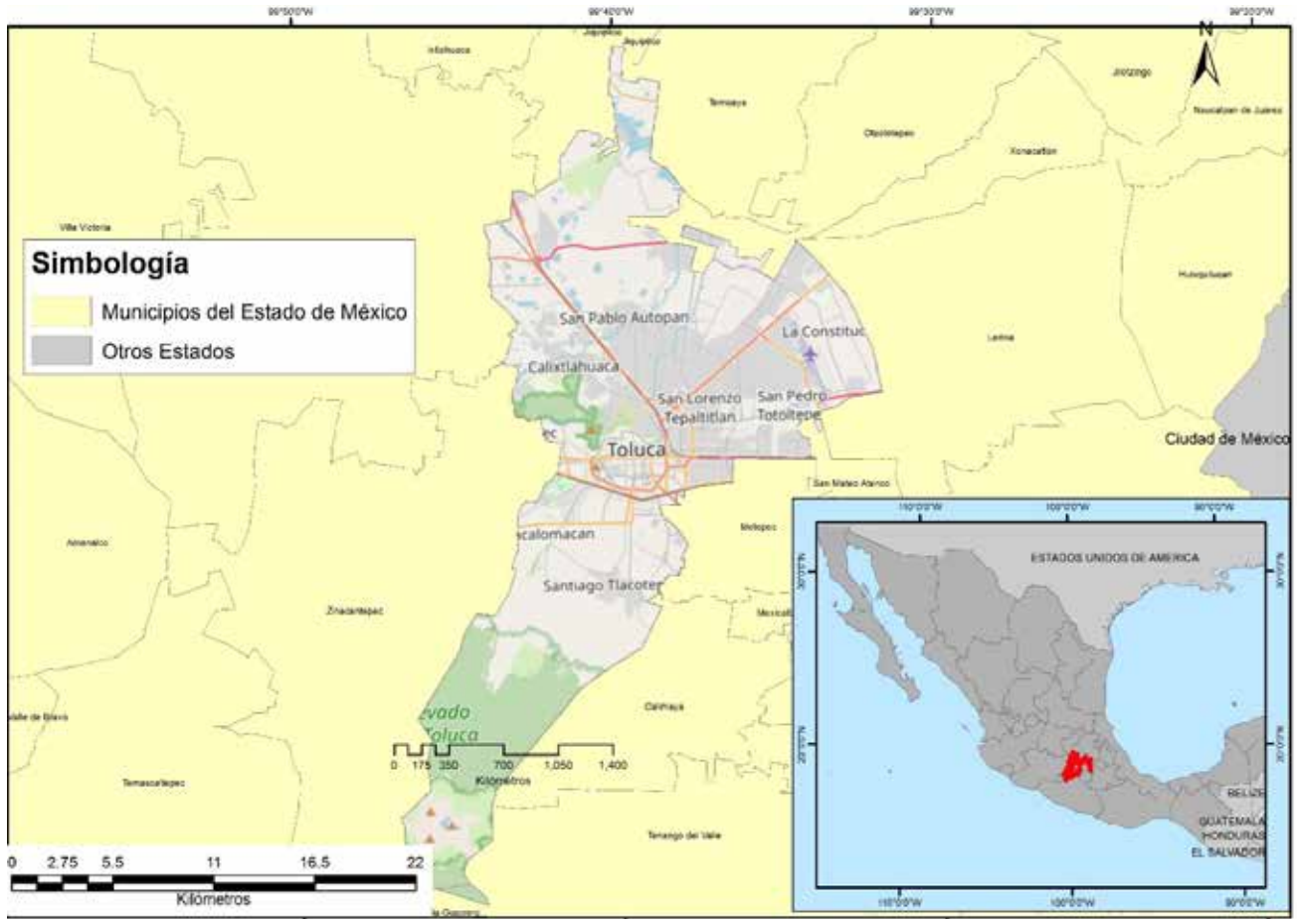
El municipio de Toluca está constituido por 910 608 habitantes y, según el censo de población y vivienda 2020, el 52% son mujeres. En general, el Estado de México cuenta con 16 992 418 habitantes, esto deja al municipio de Toluca con un 5.4% del total de población y del 2010 al 2022 hubo un incremento de 11.1% (Figura 1). Además, para el municipio de Toluca el índice de envejecimiento[1] es de 45.1, ligeramente por debajo del Estado de México que tiene un valor de 46.6 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020a; 2020b).

Para noviembre de 2020, con datos del INEGI (2020c) a través del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) y de los registros de establecimientos de servicios de salud, el 59% pertenece a los consultorios de medicina general del sector privado, dentro de los que se encuentran las Farmacias Similares, Farmacias GI, Fundación BEST, entre otros. Otro porcentaje significativo le pertenece a "Otros consultorios del sector privado para el cuidado de la salud" con un 25%, mientras que el 12% está considerado para "Consultorios de medicina general del sector público", "Clínicas de consultorios médicos del sector público", y "Otros consultorios del sector público para el cuidado de la salud".

1 El índice de envejecimiento es la relación de la población de 60 años y más de edad, entre la población de 0 a 14 años, cuyo resultado generalmente se expresa por cien (INEGI, 2020a).

Figura 1

Universo del estudio



Nota. Elaborado con base en INEGI (2020b).

Se estructuró un cuestionario con 18 preguntas (Tabla 1), se diseñó en gabinete y se aplicó en el municipio de Toluca. Se codificó e implementó una base de datos, a partir de ello, se generaron los resultados para ser analizados y comparados. El tipo de muestra es probabilística estratificada, debido a que todos los elementos de la población tienen las mismas posibilidades de ser escogidos.

En total se obtuvo una muestra de 275 personas encuestadas en octubre de 2019, de las cuales el 37% es del sexo masculino y el 63% del femenino. El rango de edad de las personas encuestadas fue entre 16 y 67 años, con un promedio de 32 años. El 28% de los encuestados terminó la preparatoria, mientras que el 27% concluyó la secundaria. Por otro lado, el 43% tenía derechohabiencia al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el 17% al Seguro Popular y el 17% no contaba con esa prestación. Respecto a la ocupación, el 36% era estudiante, el 24% era empleado, el 14% hacía labo-

res del hogar y el 12% se dedicaba al comercio. Con relación a los ingresos, el 46% indicó que ganaba menos de $3,060 pesos mexicanos al mes, el 20% menos de $6,120, el 17% menos de $9180, el 12% menos de $12,240 y solo un 4% ganaba más de $12,240.

Tabla 1

Cuestionario aplicado en el municipio de Toluca

Entrevistado: edad y sexo	
1. ¿Cuándo fue la última vez que asistió a consulta médica?	10. ¿Cuánto tiempo duró la consulta?
2. ¿En dónde se atendió?	11. ¿Consiguió todos los medicamentos?
3. ¿Cuenta con alguna derechohabiencia?	12. ¿Dónde los consiguió?
4. ¿Asistió a algún consultorio dependiente de farmacias?	13. Después de la última atención que recibió, ¿considera que su estado de salud mejoró?, ¿cuánto?
5. ¿Cuál fue el principal motivo por el que recibió atención médica?	14. ¿La persona que le dio la consulta le dijo claramente cuál era su enfermedad?
6. ¿Por qué motivos se atendió en este lugar?	15. Con relación a su tratamiento, ¿la persona que le dio la consulta le dio explicaciones y se entendieron todas?
7. En total, ¿cuánto pagó para llegar hasta el sitio en que lo atendieron?	16. ¿Ha tenido alguna repercusión a causa de la atención que le brindaron?
8. Aproximadamente, ¿cuánto tiempo tardó en llegar al lugar en donde se atendió?	17. ¿Regresaría al mismo lugar para recibir consulta médica?
9. Una vez en el lugar de atención, ¿cuánto tiempo aproximadamente tuvo que esperar para que se atendiera?	18. ¿En qué condiciones usted considera que se encuentra el lugar donde se atendió?

Resultados

Respecto al perfil de los entrevistados, el 37% es hombre y el 63% mujer, con un rango de edad entre 16 y 67 años. Dentro de las personas del sexo masculino y femenino, el 33% y el 38% era estudiante, el 31% y el 21% era empleado, el 14% y el 9% se dedicaba al comercio y el 2% y el 19% se dedicaba a las labores del hogar, respectivamente.

El mayor porcentaje de entrevistados hombres (29%) terminó la secundaria, mientras que el mayor porcentaje de mujeres terminó la prepa (29%). El nivel de ingreso que tuvo mayor porcentaje fue el menor, en mujeres con un 50% que ganaba menos de $1,530.00 pesos mexicanos al mes y en hombres con un 41%.

Los motivos principales por los cuales asistieron los hombres a los servicios de salud fueron: 24% por infección respiratoria, 14% por infección en el estómago, 12% por influenza y 5% por fracturas, chequeo general o de rutina. Por otro lado, los motivos de las mujeres fueron los mismos, sin embargo, los porcentajes fueron diferentes, es decir, 44% por infección respiratoria, 9% por infección en el estómago y 4% por caídas, chequeo general o fracturas.

Una pregunta que brinda un panorama más amplio es respecto al lugar donde asistieron la última vez que requirieron una consulta médica, al respecto, 6 de cada 10 personas entrevistadas asistieron a servicios de salud de tipo privado. Esto tiene mucha relación con las afecciones por las cuales asistieron a estos servicios, es decir, las personas con derechohabiencia que acudieron a los servicios privados, asistieron por enfermedades "no graves", por ejemplo, alguna infección respiratoria o estomacal, por ansiedad, por rutina, o por un certificado médico. Sin embargo, aquellas personas con derechohabiencia que acudieron a los servicios públicos, lo hicieron por embarazos, accidentes o enfermedades como diabetes, gastritis o hipertensión arterial, es decir, regularmente acudieron por seguimiento a enfermedades crónicas degenerativas, las cuales se consideran "graves" y costosas.

Ochoa (2017) mencionó que una fortaleza del sistema de salud público es la cobertura en derechohabiencia del 79.5% de su población, lo que implica que alrededor de 98 millones de mexicanos tienen acceso a algún tipo de servicio público de salud; ese dato ha ido en aumento gracias a las afiliaciones del Instituto de Salud para el Bienestar, antes Seguro Popular.

Esto muestra que las personas encomiendan sus necesidades a un servicio privado cuando consideran que la enfermedad no es "grave"; por su parte, si la enfermedad requiere mayor seguimiento o gasto monetario proyectan estos requerimientos en el servicio público.

Otro punto que se debe tomar en consideración es si regresarían al mismo tipo de servicio en función de si mejora su calidad de salud. En este sentido, entre las personas cuyo estado de salud mejoró completamente existe una tendencia de regresar al servicio en donde fue atendido si este fue de tipo privado; en contraparte, para los servicios públicos, el comportamiento es heterogéneo, es decir, el 42% indicó que es probable que regrese, a pesar de que solo el 22% mejoró su estado de

salud. Los otros rangos con porcentajes altos son el indiferente ante regresar al mismo servicio con 25% y muy probable para regresar al mismo servicio con un 23%; aunado a ello, el estado de salud mejoró en un nivel intermedio en un 27% y mejoró mucho en un 40% de los encuestados. Es decir, que las personas que se atendieron en los servicios privados expresaron que es completamente probable que regresen al lugar en donde fueron atendidos y que mejoró su estado de salud; lo mismo sucede con las personas que asistieron a los servicios públicos, pero con menor intensidad.

Al comparar a las personas que acudieron a los servicios públicos contra los privados, a las que cuentan con alguna derechohabiencia contra los que no, y respecto al ingreso económico, se obtuvo que el 23% (el mayor porcentaje) que asistió a un servicio privado no contaba con derechohabiencia y sus ingresos estaban por debajo de los $3,060.00; el 16% que acudió a los servicios privados tenía derechohabiencia y ganaba menos de $1,530.00; y es de destacarse, que existe un 10% que contaba con alguna derechohabiencia, que ganaba menos de $7,650.00 y que asistió a los servicios privados. Por otro lado, de los que asistieron a los servicios públicos, solo un 2% no cuenta con derechohabiencia y gana por debajo de los $1,530.00 y el otro 98% cuenta con este beneficio. Es importante resaltar que en México se puede acceder a las instituciones de la Secretaría de Salud (SSA) aún sin tener derechohabiencia.

Los principales motivos para asistir al servicio médico público fueron que tenían derechohabiencia (64%) y tenían su expediente para dar seguimiento (9.5%); mientras que los motivos para asistir a los servicios privados fueron la cercanía (49%) y que conocían al médico (15%).

Lo antes mencionado nos lleva a una reflexión sobre los CAF y las oportunidades que se han abierto para este tipo de servicios, debido al mal trato por parte del personal de los servicios médicos de carácter público, a los largos tiempos de espera y a la falta de medicamento, médicos, horarios de atención y equipamiento (Coto, 2022).

Dentro de los resultados en la encuesta, se encontró que los servicios médicos privados fueron los más concurridos con un 54%; de ellos, el 40% asistió a algún CAF, mientas que el 14% acudió a otro consultorio particular.

Otro dato que resulta importante es que, del total de participantes, el 83% cuenta con alguna derechohabiencia al sector público y que del total de los que asistieron a algún CAF, el 74% cuenta con derechohabiencia; esto sugiere que, a pesar de tener la opción de asistir a los servicios públicos, los participantes prefieren asistir a los servicios privados.

Los CAF más concurridos por los encuestados fueron los de las Farmacias Similares, (56%), las Farmacias del Ahorro (28%) y los GI (12%).

Los motivos principales por los que asistieron a los CAF fueron los siguientes: que está cerca (29%), los atienden rápido (21%), les gusta la atención (20%), es barato (9%), conocen al médico (8%), no cuentan con derechohabiencia (3%); además, algunos encuestados mencionaron que la atención es efectiva todos los días del año y que asisten por recomendación.

Conclusiones

En México existe un problema estructural, en donde el Estado mexicano se había desentendido y se muestra indiferente al no garantizar el mínimo de dotación en este tipo de servicios. La estrategia empresarial de los CAF desde hace años ha sido un éxito con una expansión cada vez más acelerada que deja vulnerable a los servicios médicos públicos, que en su mayoría no han podido reaccionar, a pesar de tener el conocimiento de que la población prefiere los CAF porque atienden rápido y es relativamente de bajo costo.

También existen CAF muy bien aclientados, debido a que los usuarios han mejorado su estado de salud y ellos mismos lo recomiendan; en estos establecimientos, los usuarios se pueden esperar hasta una hora para ser atendidos y el precio de los medicamentos genéricos ayuda a controlar los costos y fomenta la competencia.

El negocio de los CAF gira en torno a la idea de que es un servicio para mejorar la salud de la población de escasos recursos y accesible a un bajo costo; sin embargo, considerando la localización geográfica de los CAF, no se ajusta a esta imagen, pues se ubican en zonas eminentemente urbanas, y concentradas en áreas menores a los 20 minutos de distancia caminando; mientras que las localidades rurales que se encuentran distribuidas de manera dispersa, en donde hay poca población y en condiciones multicarenciales, quedan totalmente desprotegidas de los servicios de salud privada.

Las personas asisten a los CAF debido a afecciones “no graves” y relativamente de fácil cuidado, sin embargo, la falta de un diagnóstico correcto o la falta de un seguimiento adecuado genera en la población usuaria repercusiones que pueden desencadenar en enfermedades graves como las de tipo crónico-degenerativo. Los pacientes con enfermedades graves y de bajos recursos proyectan su demanda en el sector público, ya sea en los servicios médicos de primer nivel, pero preferentemente en los hospitales generales o especializados; por lo tanto, se presume que esto generará al Estado más gastos en un futuro.

El estado debe vislumbrar que debe invertir en los servicios de primer contacto, que han estado muy descuidados y que es en donde acude o acudía la mayor parte de la población, donde fomentar la prevención es lo más importante, para no generar más gastos posteriores y tampoco tener población en edad productiva enferma.

A lo largo de la historia se han hecho importantes logros en materia de salud, sin embargo, es importante mencionar que no se deben únicamente al Sistema Nacional de Salud, sino que existen otros factores que resultan importantes para el desarrollo de la población, por ejemplo, los determinantes sociales de la salud como las características de la vivienda, el nivel educativo, así como los estilos de vida que incluyen la alimentación, la urbanización, el empleo, entre otros.

Por otra parte, es importante que se trabaje en la integración de un sistema único de salud en todos los niveles, incluyendo el operativo, en donde exista una cobertura universal que esté cobijada bajo un esquema de seguridad social efectivo, y se cuente con la infraestructura necesaria para atender a toda la población.

Asimismo, es importante realizar un diagnóstico de la dotación de servicios para determinar las áreas de oportunidad o de vacíos de este servicio para incrementar el área de cobertura, sobre todo de los servicios públicos.

También se requiere mejorar la atención en general y llevar un seguimiento oportuno con un expediente digital, incrementar el número de médicos, enfermeras, camas y consultorios, para alcanzar por lo menos los mínimos estándares requeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y que también se haga difusión de los servicios y programas que se ofertan.

Referencias

Coto, D. (2022). Farmacias Similares: Cómo funciona su modelo de negocio. *Negocios inteligentes*. https://negocios-inteligentes.mx/farmacias-similares-como-funciona-su-modelo-de-negocio/

Barcellos, C., Buzai, G., & Santana, P. (2018). Geografía de la salud: bases y actualidad. *Salud Colectiva, 14*(1). https://doi.org/10.18294/sc.2018.1763

Buzai, G. (2015). *Análisis Espacial en Geografía de la Salud*. Lugar Editorial.

Díaz, I. (2018). SSa y Cofepris elaboran convenio para consultorios anexos a farmacias. *Saludiario, el medio para médicos*. https://www.saludiario.com/ssa-y-cofepris-elaboran-convenio-para-consultorios-anexos-a-farmacias/

Gómez, O., Sesma, S., Becerril, V., Knaul, F., Arreola, H., & Frenk, J. (2011). Sistema de salud de México. *Salud Pública de México, 53*(2), 220-232. http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53s2/17.pdf

Instituto Nacional de Salud Pública. (2012). Consultorios médicos en farmacias privadas: efectos inesperados en el uso de servicios de salud y el acceso a medicamentos. En *Encuesta nacional de salud y nutrición*. INSP. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2012/doctos/analiticos/UsoConsultorio.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020a). *Censo de población y vivienda, 2020*. INEGI. https://censo2020.mx/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020b). *Mapa digital de México*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/temas/mapadigital/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2002c). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx

Iñiguez, L. (2008). Territorio y contextos en la salud de la población. *Revista Cubana de Salud Pública, 34*(1). https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21420865006

Ley General de Salud. (2022). Nueva Ley publicada el 7 de febrero de 1984. Texto vigente: última reforma publicada. *Diario Oficial de la Federación,* DOF 16-05-2022. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf

Montenegro, H., Holder, R., Ramagem, C., Urrutia, S., Fabrega, R., Tasca, R., Salgado, O., Alfaro, G., & Gomes, M. A. (2011). Combating Health Care Fragmentation through Integrated Health Service Delivery Networks in the Americas: Lessons Learned. *Journal of Integrated Care, 19*(5), 1-11. https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/Combating-HCF-IHSDNSrArticle-2011.pdf

Ochoa, J. A. (2017). Principales logros y deficiencias del sistema de salud mexicano. *Boletín CONAMED-OPS,* (15), 6-7. http://www.conamed.gob.mx/gobmx/boletin/pdf/boletin15/numero_completo.pdf

Olivera, A. (1993). *Geografía de la salud*. Editores Síntesis.

Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Redes Integradas de Servicios de Salud: Conceptos, Opciones de Política y Hoja de Ruta para su Implementación en las Américas.* OPS. https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/APS-Redes_Integradas_Servicios_Salud-Conceptos.pdf

Pickenhayn, J. (2009). *Salud y enfermedad en geografía*. Lugar Editorial.

Santana, G., & Álvarez J. A. (2021). Patrones espaciales de los consultorios médicos adyacentes a farmacias: Análisis de dos ciudades mexicanas. *Hygeia - Revista Brasileira De Geografia Médica E Da Saúde, 17,* 181–197. https://doi.org/10.14393/Hygeia17058158

Santana M., Santana P., & López, L. (2014). *Introducción a la Geografía de la salud: territorio, salud y bienestar.* UAEMEX.

Secretaría de Salud. (2003). *Salud: México 2002. Información para la rendición de cuentas.* SSA. http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dedss/descargas/rcs/sm2002.pdf

Sigler, E. (2015). Se cuadruplican consultorios anexos de farmacias privadas. *El financiero.* http://www.elfinanciero.com.mx/economia/se-cuadruplican-consultorios-anexos-de-farmacias-privadas.html

Parte 3:

Vulnerabilidad y riesgo socioambiental y educativo

Capítulo XI

La cartografía de riesgo a inundaciones en Luján (Buenos Aires, Argentina) y su vinculación con la planificación territorial

* *Noelia Principi* [A] *y* ** *Gustavo D. Buzai* [B]

Resumen

El estudio analiza la relación entre el subsistema físico-natural y el subsistema humano, en sintonía con la definición ecológica de la Geografía, que estudia la interacción sociedad-naturaleza. Utilizando Sistemas de Información Geográfica, se realizó un análisis espacial del riesgo de inundaciones en la ciudad de Luján, en Buenos Aires, Argentina. Se relacionaron la amenaza de inundaciones en el subsistema físico-natural y la vulnerabilidad socioeconómica de la población en el subsistema humano. Además, se realizó una modelización del crecimiento urbano hasta 2030 y su asociación con escenarios de inundaciones extremas para evaluar tendencias y niveles de riesgo futuros. Los resultados muestran cuatro sectores de la ciudad que se identifican como áreas prioritarias de planificación, donde reside aproximadamente el 25.94% de la población urbana total. Estas áreas tienen altos niveles de vulnerabilidad socioeconómica, con un 32% de la población compuesta por niños menores de 14 años. Es importante abordar la vulnerabilidad, ya que se observa una clara asociación entre las áreas inundables, especialmente en zonas de expansión urbana reciente, y la población con mayores niveles de vulnerabilidad socioeconómica.

Palabras clave: *cartografía de riesgo, análisis espacial, planificación territorial*

* Instituto de Investigaciones Geográficas, Universidad Nacional de Luján

** Universidad Nacional de Luján / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

[A] *nprincipi@unlu.edu.ar* [B] *gdb@unlu.edu.ar*

Introducción

El presente capítulo pone su foco de atención en la problemática de las inundaciones en la ciudad de Luján, particularmente en la dimensión espacial del riesgo. El estudio contempla la situación actual y realiza un abordaje prospectivo basado en una modelización aplicada a esta ciudad de tamaño intermedio de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se presentan consideraciones teóricas respecto al vínculo de la Geografía Aplicada con el ordenamiento territorial, el concepto de riesgo desde un enfoque geográfico y la cartografía de riesgo, como representación empírica.

La modelización de la realidad permite abordar espacialmente el riesgo a partir de relacionar el subsistema físico-natural —representado por la amenaza de inundaciones, determinada con un procedimiento de simulación de niveles de agua, utilizando la herramienta "*Simulate water level rise/ Flooding*" del software *Global Mapper*— y el subsistema humano, a partir de la caracterización de la vulnerabilidad socioeconómica de la población, considerando variables de índole social, económica, educativa y habitacional integradas con una metodología de análisis multivariado desarrollada por García de León (1989), denominada Valor de Índice Medio (Principi, 2019; Principi & Buzai, 2020). Asimismo, la posibilidad de simular escenarios de amenaza —considerando datos históricos de eventos de inundación— y asociarlos espacialmente con modelos predictivos de expansión urbana al 2030 —mediante la utilización de autómatas celulares y redes neuronales artificiales— permite proyectar, por medio del modelado cartográfico, la evolución futura de niveles de riesgo, desde una mirada actual y prospectiva.

La cartografía de riesgo, realizada como resultado del análisis espacial cuantitativo con Sistemas de Información Geográfica (SIG), sintetiza un abordaje teórico-metodológico aplicado que supera la representación espacial (Rabella, 2016) y se toma el rol de herramienta fundamental para el análisis y la toma de decisiones como nexo entre la Geografía y el ordenamiento territorial.

Consideraciones teóricas

Geografía Aplicada y ordenamiento territorial

Un aporte valioso de la Geografía como ciencia aplicada es su aptitud para las prácticas del ordenamiento territorial, cuya finalidad consiste en actuar positivamente para mejorar los niveles de

justicia socioespacial. Según Phlipponneau (2001), este resulta ser el ámbito en el cual el geógrafo muestra sus mayores posibilidades de intervención empírica.

El ordenamiento territorial se estructura a través de dos grandes componentes, la planificación territorial basada en conocimientos científico y la gestión territorial vinculada a la toma de decisiones políticas (Gómez, 2008; Tapiador, 2001). La Geografía como campo científico y tecnológico aporta directamente al primero y puede hacerlo indirectamente al segundo, desde donde surgen las bases para la ejecución. Por su parte, en la planificación territorial se realizan secuencialmente las etapas del diagnóstico y propuestas, mientras que en la gestión se encuentra la implementación y su posterior administración. Todas estas acciones tienen la finalidad de apoyar a la toma de decisiones que lleven a generar una estructura territorial armónica para el desarrollo de las diversas actividades realizadas por la población (Buzai & Baxendale, 2013).

El vínculo más estrecho entre la Geografía y el ordenamiento territorial se produce en la etapa de planificación territorial, principalmente al momento de realizar el diagnóstico de la estructura socioespacial ya que, en esta tarea, la Geografía aporta diversos procedimientos del análisis espacial orientado a la interpretación de la situación actual del área de estudio. Los SIG ocupan un papel relevante en este proceso mediante la realización de inventarios físico-naturales y sociales, en los cuales se lleva a cabo la aplicación de técnicas de análisis espacial. Los trabajos se asientan en cinco conceptos principales: *localización* (sitio y posición), *distribución espacial* (cartografía temática y análisis univariado), *asociación espacial* (superposición temática y correlaciones), *interacciones espaciales* (flujos horizontales) y *evoluciones espaciales* (dimensión temporal). El trabajo lleva a la formulación de propuestas que apoyan el proceso de toma de decisiones para lograr una mayor eficiencia en las relaciones espaciales, a partir de minimizar las fricciones que se interpongan en su correcto desarrollo.

Para finalizar, se destaca la importancia del geógrafo en este proceso como profesional que cuenta con una perspectiva global de las relaciones sociedad-ambiente, tanto desde un punto de vista teórico como del dominio de las tecnologías para su aplicación (Tapiador, 2001). El aprovechamiento de grandes volúmenes de datos en el entorno de los SIG y el uso de modelos espaciales dan lugar a la posibilidad de monitoreos en tiempo real (Principi, 2022b) para actuar eficazmente en el presente y apuntalar una ciencia prospectiva que genere alternativas para el futuro.

El análisis del riesgo en Geografía

La definición de riesgos no se encuentra plenamente consensuada, a pesar de que la temática cuenta con una larga tradición en los estudios geográficos.

> Hay aproximaciones con énfasis en conocimientos técnicos relacionados a la dinámica de diferentes eventos geofísicos, con un apoyo importante de disciplinas como la Climatología, Geomorfología, Hidrología, adoptando una mirada naturalista y, en ocasiones reduccionista, que contribuyen a caracterizar amenazas; otras aproximaciones se centran en aspectos sociales, incorporando el análisis de la vulnerabilidad con sus múltiples dimensiones y considerando los significados e identidades de los lugares, con especial importancia en aspectos subjetivos del riesgo a nivel individual o grupal. (Principi, 2022a, p.43)

Los principales conceptos que permiten abordar la temática de riesgos son el peligro o la amenaza, la vulnerabilidad, la exposición, la resiliencia (capacidad de adaptación), la prevención y la mitigación. Dentro de las diferentes líneas de análisis, todas coinciden en considerar dos de los aspectos mencionados anteriormente como partes indisociables del riesgo: la amenaza y la vulnerabilidad (Principi, 2019). En este trabajo, se adhiere a la clásica definición de White (1974), ampliamente aceptada, que entiende al riesgo como resultado de multiplicar la amenaza por la vulnerabilidad (riego = amenaza x vulnerabilidad), de esta manera, la amenaza aumenta notablemente al incorporar la vulnerabilidad. Teniendo una similar amenaza, el riesgo se presentará con más intensidad en aquellos espacios y poblaciones que presenten una mayor vulnerabilidad.

La cartografía de riesgo

Es una herramienta fundamental en las diferentes etapas del ordenamiento territorial, al presentar diferenciaciones espaciales que permiten definir áreas con distintas prioridades de intervención. Es de destacarse la metodología propuesta por la Subsecretaría de Gestión del Riesgo y Protección Civil (SGRPC) del Ministerio de Seguridad de la República Argentina (Renda et al., 2017).

El manual publicado por la SGRPC brinda las indicaciones necesarias para la realización del mapa de riesgo. En general debe cumplir con (1) la determinación de la amenaza a través de su origen, causa, espacialidad e intensidad y (2) la caracterización de la vulnerabilidad a través de las condiciones de vida o actividades productivas de la población. La cartografía de la amenaza y la vulnerabilidad tendrán diferencias en la resolución, según sea el riesgo estudiado. Por un lado, se verá la distribución espacial de aspectos sociales y naturales que apuntalan la amenaza y, por otro, la distribución espacial de las condiciones socioeconómicas y de equipamiento físico que favorecen las condiciones de vulnerabilidad. La asociación espacial por tabulación cruzada de ambos mapas muestra la totalidad de combinaciones como indicador de los diferentes niveles de riesgo.

Aspectos metodológicos

La metodología empleada para caracterizar la amenaza de inundaciones en la ciudad de Luján fue la simulación del nivel del agua, a través del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) aerofotogramétrico del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN).

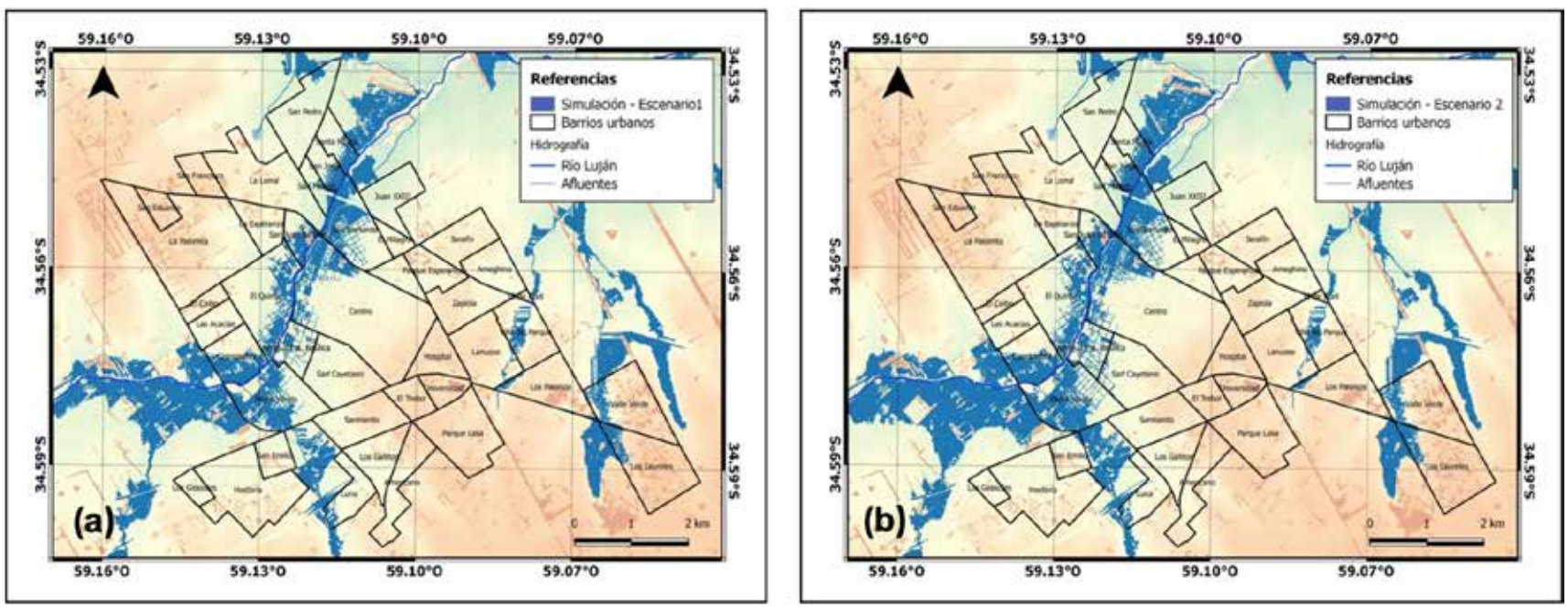
El objetivo fue evaluar la expansión ante la crecida diferencial de los cursos de agua, considerando características que generan impedimentos al escurrimiento —como el relieve, el espacio adaptado (edificaciones) y los sistemas de flujos (vías de circulación)— y aplicando un procedimiento específico para la simulación en el software *Global Mapper*.

Se simularon dos escenarios de inundación (Figura 1), uno con características similares a la última gran inundación de la ciudad, ocurrida en agosto del 2015 (escenario 1) y otro que tomó como referencia la mayor inundación histórica de la que se tienen datos en Luján, acontecida en noviembre de 1985 (escenario 2), según datos de la Asociación de Bomberos Voluntarios de Luján. Los detalles metodológicos de esta aplicación se encuentran en Principi (2021).

A través de los diferentes resultados de la modelización, se verificó la existencia de zonas urbanas donde las inundaciones son una clara amenaza potencial, desde zonas céntricas, en cercanías al río Luján, y barrios periféricos, asentados a orillas del arroyo Gutiérrez (en el suroeste de la ciudad) y el arroyo Lanusse (en sureste). Al tratarse de un relieve plano, las zonas inundadas permanecen anegadas por largos periodos.

Figura 1

Mapa de simulación de amenaza de inundación



Nota. Escenario 1 (izq.) y Escenario 2 (der). Elaboración con base en el MDE aerofotogramétrico del IGN (2017).

Mapa de vulnerabilidad socioeconómica

Para la caracterización espacial de la vulnerabilidad socioeconómica de la ciudad de Luján (Figura 2), se utilizó la metodología multivariada del Valor de Índice Medio (VIM). Se consideraron ocho indicadores que incluyen datos de educación, hogares, viviendas y empleo, extraídos de la base de datos del último *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del 2010*, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC,2010). El desarrollo completo de la aplicación del VIM en Luján fue explicitado en Principi (2019) y Principi y Buzai (2020).

Siguiendo las características generales del mapa social de las ciudades latinoamericanas (Buzai, 2014), se observa un aumento escalonado de la vulnerabilidad desde el centro hacia la periferia en el cual se presenta, a grandes rasgos, un modelo de anillos concéntricos con dos ejes de expansión periférica de buenas condiciones (Griffin & Ford, 1980), sudeste y sudoeste, y con algunas excepciones concretas en barrios como Valle Verde, Los Girasoles, San Emilio y La Hostería, que se incorporaron tardíamente al ejido urbano de la ciudad como áreas residenciales orientadas a población con nivel socioeconómico medio y medio-alto. Los barrios que presentan condiciones de vulnerabilidad

socioeconómica muy alta y alta son San Fermín, San Jorge, Santa Marta, San Pedro, Serafín, 12 de abril, Ameghino, Villa del Parque, Padre Varela, Los Gallitos, Luna, La Palomita, San Eduardo, Americano, Parque Lasa, Lanusse, Los Laureles y Constantini, donde residen 20 149 personas, que corresponden aproximadamente al 25% de población urbana.

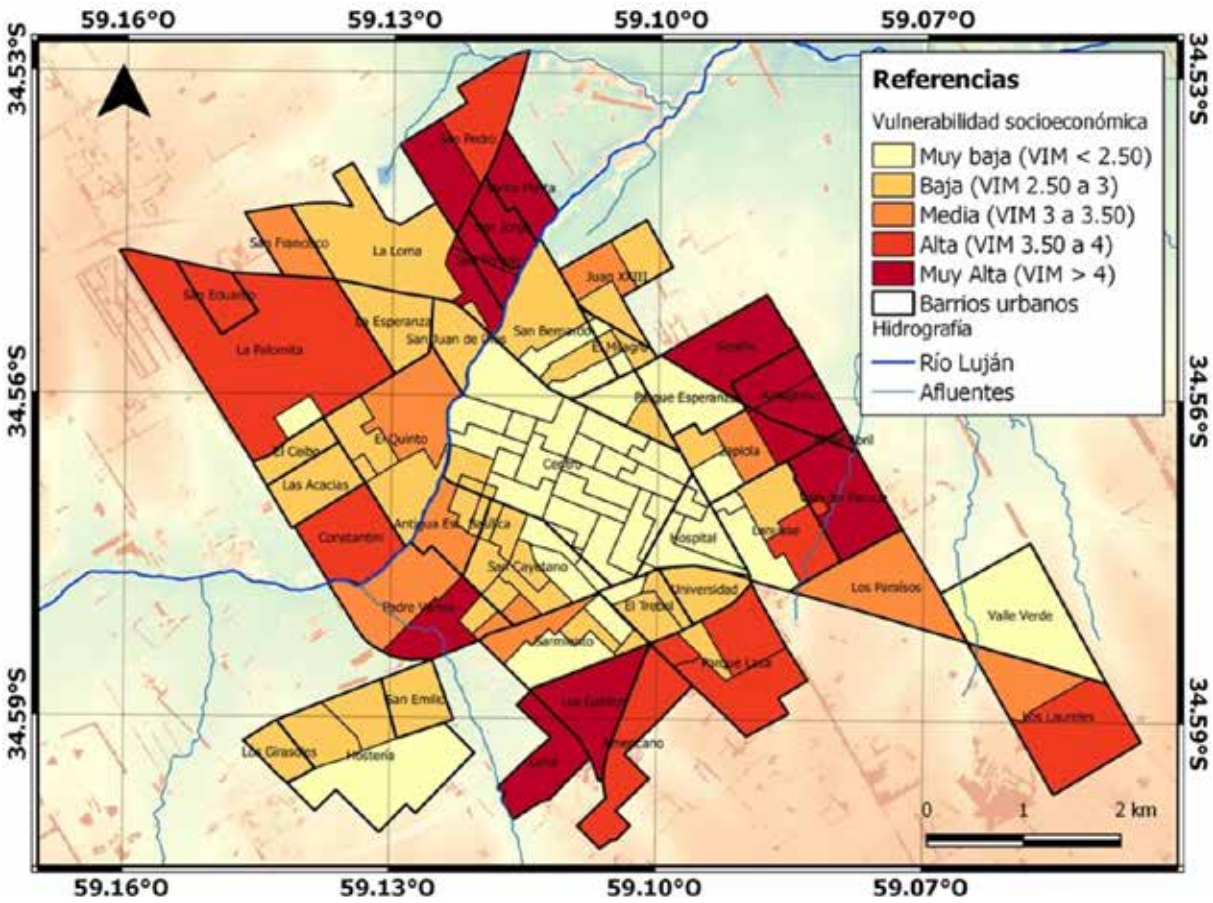
Resultados

Mapa de riesgo actual

En esta instancia, y con información geoespacial obtenida, es posible aplicar el modelado cartográfico para obtener el mapa de riesgo (Figura 3), definido como el modelo de riesgo actual, a partir de asociar espacialmente la amenaza de inundaciones, del escenario 1 (Figura 1) por la vulnerabilidad socioeconómica (Figura 2).

Figura 2

Mapa de vulnerabilidad socioeconómica

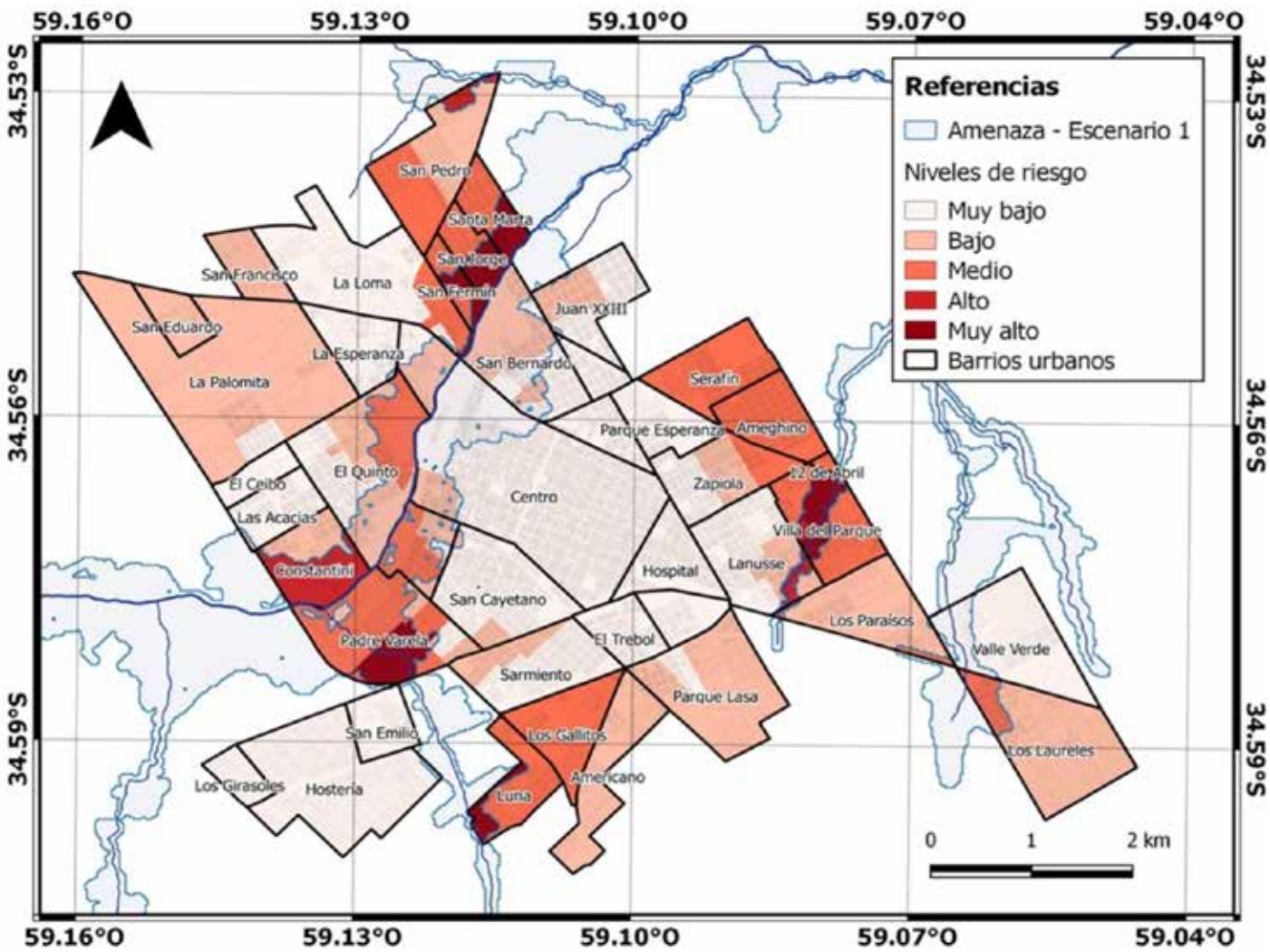


Nota. Elaboración con base en INDEC (2010).

Pueden verificarse grandes diferenciaciones socioespaciales cuando son correlacionados el nivel de vulnerabilidad con las áreas expuestas a potenciales inundaciones. Esta situación lleva a contemplar situaciones diferenciales ante la necesidad de enfrentar la ocurrencia de un evento de inundación, características que se presentan, en general, de manera estructural y no coyuntural como podría ser considerado a partir del evento.

Figura 3

Mapa de riesgo actual



Nota. Elaboración con base en la cartografía del INDEC, ajustados por el Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG) de la Universidad Nacional de Luján. Datos del Censo Nacional de Población, Viviendas y Hogares 2010 a nivel radio censal.

Mapa de expansión urbana al 2030

Se aplicó un modelado de crecimiento urbano basado en autómatas celulares y una red neuronal artificial, perceptrón multicapa, que permitió obtener la configuración espacial de la expansión de la aglomeración de Luján hacia el 2030, considerando un abordaje multicriterio.

Para ello, se utilizó la herramienta MOLUSCE (*Methods Of Land Use Change Evaluation*) del *software QGIS 2.18* con altas capacidades para modelar la dinámica espacial de los usos del suelo. Este modelado permite ampliar el resultado del mapa de riesgo actual incorporando un enfoque prospectivo que evidenciará aquellas áreas de la ciudad que se expandirían, según la tendencia, si no hubiera intervención territorial.

Las etapas procedimentales que se realizaron para obtener la proyección de expansión urbana se encuentran detalladas en Principi (2022b), los factores explicativos considerados fueron: (a) distancia al área urbana actual; (b) distancia a las áreas complementarias, consideradas en el Código de Ordenamiento Urbano (COU) del partido de Luján del 2019,[1] como áreas de posible expansión urbano-residencial; (c) distancia a las principales vías de comunicación, (d) pendiente del terreno; (f) Distribución de las áreas protegidas y de recreación; y (g) distribución del uso urbano disperso. En la Figura 4, se presenta el mapa de uso urbano 2020, utilizado como dato de entrada junto con en el mapa de uso urbano 2010, y el resultado del modelado de expansión urbana al 2030.

Los datos obtenidos en las diferentes etapas del modelado muestran que la expansión urbana fue de 5.24 km^2 en el periodo 2010-2020, lo que representa un 18% del total de superficie (27.82 km^2) y, según la simulación realizada, la expansión será de 6.72 km^2 para el 2030, llegando a incrementarse en un 20%.

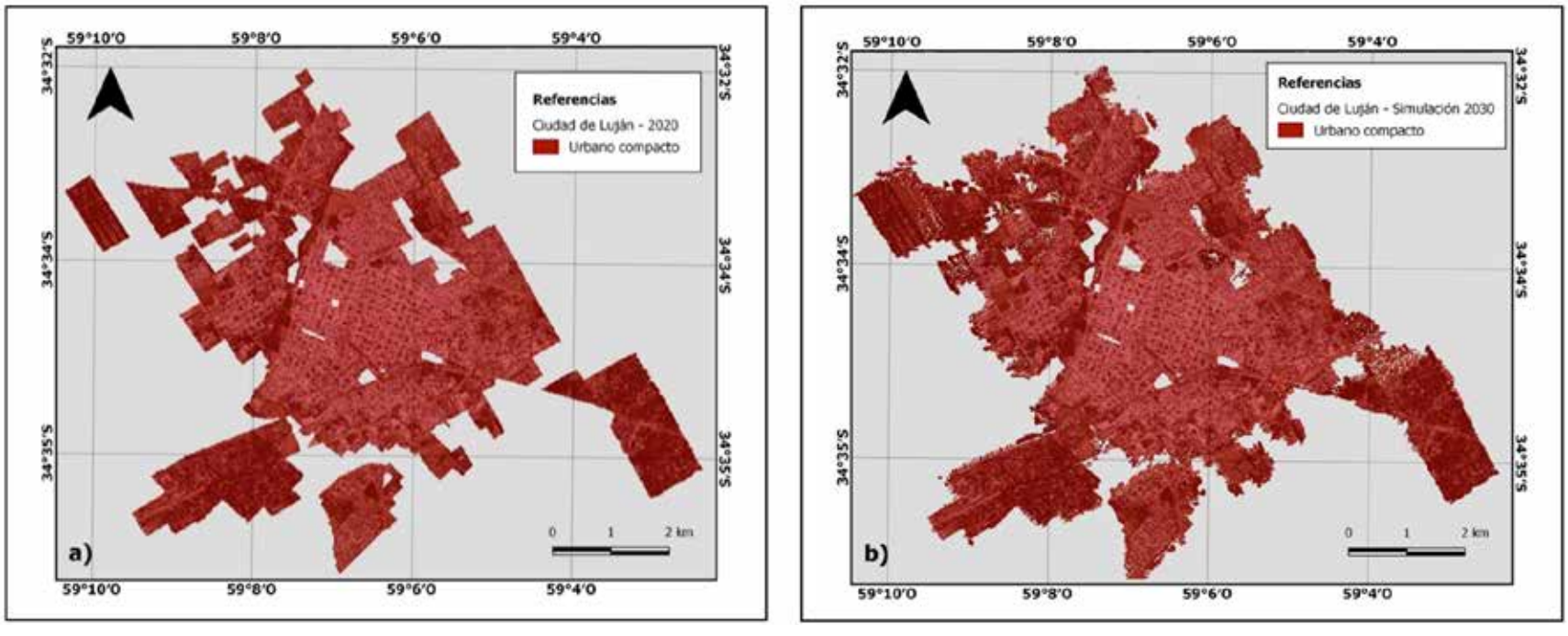
La expansión urbana de dos décadas y su proyección representa el ejemplo del importante dinamismo que presentan, en Argentina, las ciudades de tamaño intermedio.

---

1 El COU 2019, del partido de Luján está disponible en: http://luj-bue-datos.paisdigital.innovacion.gob.ar/dataset/codigo-de-ordenamiento-urbano

Figura 4

Mapa de riesgo actual



Nota. a) Suelo urbano 2020; b) Modelado de suelo urbano 2030.

Mapa de riesgo potencial

El mapa síntesis que se presenta contiene elementos puntuales correspondiente a la localización de instituciones públicas y privadas: educativas (inicial, primario, secundario, terciario y universitario), salud (centros de atención primaria de salud, CAPS), comedores comunitarios y sociedades de fomento de cada barrio de la ciudad.

La asociación espacial por superposición temática entre la cartografía de riesgo y la expansión de la aglomeración urbana hacia el año 2030 genera áreas con diferentes niveles de riesgo, en las cuales se aprecia una correlación positiva relacionada a la tendencia del crecimiento. Estas fueron simbolizadas mediante flechas que indican sus direcciones y características. Las verdes no presentan inconvenientes, mientras que las rojas muestran una expansión sobre zonas potencialmente inundables y, de esta manera, indican el mayor riesgo urbano a las inundaciones.

Al momento de atravesar situaciones de adversidad real, la gestión utiliza el Polideportivo Municipal como centro de evacuación, el cual se incluye como localización puntual en el mapa.

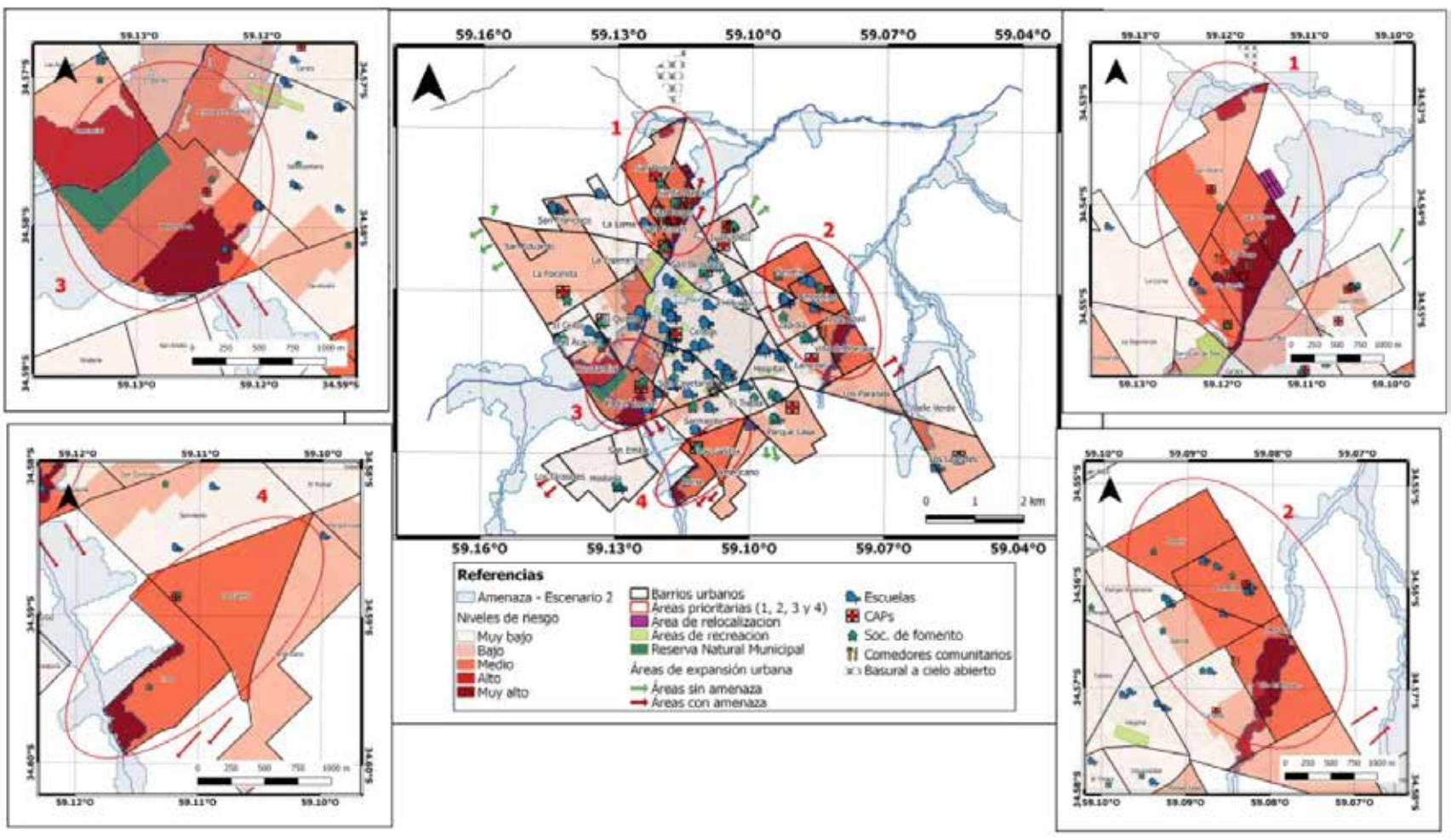
Asimismo, se presenta un área, lindante al barrio Santa Marta, para la relocalización de la población afectada por las inundaciones.

De esta forma, se obtuvo un mapa de riesgo, con perspectiva actual y futura, donde se identificaron cuatro áreas que deberían considerarse como áreas prioritarias de planificación (Figura 5).

Si bien no existe posibilidad de calcular el nivel de vulnerabilidad socioeconómica en áreas despobladas, se puede apreciar que el crecimiento urbano evidenciado por el modelo predictivo generaría nuevas áreas de riesgo en los sectores noreste, sudeste y sudoeste, abarcando espacios cercanos a los que fueron clasificadas con altos niveles de vulnerabilidad.

Figura 5

Mapa de riesgo potencial y áreas prioritarias de planificación



Nota. En el mapa central se identificaron las cuatro áreas que deberían considerarse como áreas prioritarias de planificación. En los mapas (1-4) se amplía cada una de estas áreas. Adaptado de Principi (2022a).

El resultado cartográfico presenta áreas urbanas con altos niveles de riesgo que generan contextos espaciales peligrosos a los que se exponen gran cantidad de instituciones de interés social. En la Figura 5(1) se amplía el área prioritaria 1 que incluye el sector este del barrio La Loma y los barrios San Fermín, San Jorge, Santa Marta y San Pedro.

> Esta área de la ciudad es la que presenta los niveles de riesgo más altos, vinculado, por un lado, al emplazamiento de una parte importante de los barrios sobre la planicie de inundación del río Lujan y, por otro, a niveles de vulnerabilidad socioeconómica altos y muy altos. (Principi, 2022a, p.48)

En la Figura 5(2) se presenta al área prioritaria 2 que contiene los barrios Serafín, Ameghino, 12 de abril, Villa del Parque y un sector de los barrios Zapiola y Lanusse.

El arroyo Lanusse, afluente del río Luján, afecta negativamente al barrio Villa del Parque, a partir de tener recurrentes desbordes y anegamientos motivado tanto por su funcionamiento sistémico como por el efecto de precipitaciones extraordinarias (Subdirección de Emergencia y Defensa Civil, 2017). Este impacto espacial se observa en la cartografía. En la Figura 5(3), se presenta el área prioritaria 3, que incluye los barrios Padre Varela, Constantini y Antigua Estación Basílica, con importantes superficies con probabilidad de soportar inundaciones o anegamientos. En esta área, se encuentra la Reserva Natural Municipal Quinta Cigordia, un importante reservorio de biodiversidad y un área de protección de humedales que absorba los excedentes hídricos producidos por la inundación. Finalmente, en la Figura 5(4) se presenta el área prioritaria 4, que incluye el barrio Luna y el barrio Los Gallitos, ambos presentando una importante vulnerabilidad. El barrio Luna, como puede observarse en la cartografía, basa su expansión en una modalidad sectorial al seguir el trazado de la Ruta Nacional 5, evidencia un área con muy alto riesgo con una continua amenaza de inundación por la posibilidad de desborde del arroyo Gutiérrez. Junto al barrio Los Gallitos se ubican, entre el trazado de la ruta mencionada y la Ruta Provincial 47, barreras al drenaje natural del agua.

En estas cuatro áreas prioritarias se contabilizan 20 351 habitantes (25.94% del área de estudio), de los cuales 6687 (32%) corresponden a población entre 0 y 14 años. La modelización de inundaciones permite ver que estas también afectan el centro urbano, aunque a pesar de existir la amenaza, las bajas condiciones de vulnerabilidad hacen que el nivel de riesgo sea mínimo.

Conclusiones

Aunque la Geografía Aplicada al ordenamiento territorial, a través de los SIG, realiza su principal aporte en la etapa del diagnóstico, avanza con claridad hacia la etapa propositiva. Las modelizaciones se realizan para comprender la situación presente y llegar a generar configuraciones espaciales futuras, tal como fue realizado en el presente trabajo. Las propuestas de alternativas futuras permiten actuar positivamente sobre las condiciones de vida de la población.

En este sentido, se remarca lo planteado por Domingo et al. (2021) respecto a que las simulaciones de cambio de uso de suelo urbano ofrecen información útil para los tomadores de decisiones espaciales, aunque muchas veces la planificación no se integra concretamente a los procesos de modelado. En Argentina, por ejemplo, a escala municipal, los datos de zonificación suelen no encontrarse disponibles digitalmente, a pesar de que es información importante y que permitiría integrar las regulaciones de zonificación, presentes en los códigos de ordenamiento urbano o documentos similares, en una simulación de escenarios urbanos futuros.

Por su parte, los SIG, mediante sus análisis centrados en la dimensión espacial, presentan capacidades para la modelización de la estructura socioespacial actual y prospectiva, generando estructuras alternativas a futuro.

El análisis espacial aplicado permitió obtener como resultado el mapa de riesgo de la ciudad de Luján. Asimismo, la correlación entre la modelización prospectiva del crecimiento urbano y los potenciales espacios inundables permitieron captar la tendencia del sistema socioespacial.

El mapa síntesis de riesgo se presenta como una herramienta cartográfica para el apoyo a la toma de decisiones espaciales. En el presente trabajo es un instrumento de referencia al momento de considerar las áreas urbanas prioritarias para actuar sobre la problemática en cuestión.

Teniendo en consideración que la vulnerabilidad es el componente de mayor importancia en la definición del riesgo y que la localización de la ciudad lleva a su población a estar bajo una permanente amenaza, es imperioso que los organismos de planificación avancen en realizar acciones para la disminución de la vulnerabilidad y, asociado a ello, la disminución del riesgo (Principi, 2022a).

Existen soluciones físicas como la realización de obras que lleven a mejorar el drenaje urbano y la planificación que permita orientar la expansión de la aglomeración urbana, teniendo en cuenta la dinámica ambiental del sistema cuenca, al mismo tiempo que resulta fundamental actuar sobre la vulnerabilidad poblacional considerando variables socioeconómicas. Esto queda demostrado cartográficamente a través de la asociación espacial entre la expansión urbana y la más alta vulnerabilidad.

La problemática es multidimensional. En este sentido, fue abordada como sistema complejo (García, 2006) con centralidad en la dimensión espacial. Este nivel de análisis brinda una gran posibilidad para los aportes teóricos y metodológicos desarrollados por la Geografía y puestos a disposición de las prácticas del ordenamiento territorial. En esta aplicación, brindando elementos para disminuir el riesgo vinculado a inundaciones y avanzar en la mejora de la calidad de vida de la población.

Referencias

Buzai, G. D. (2014). *Mapas Sociales Urbanos.* Lugar Editorial.

Buzai, G. D., & Baxendale, C. A. (2013). Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial. *Persona y Sociedad, 27*(2), 113-141. https://personaysociedad.uahurtado.cl/index.php/ps/article/view/43

Domingo, D., Palka, G., & Hersperger, A. M. (2021). Effect of zoning plans on urban land-use change: A multi-scenario simulation for supporting sustainable urban growth. *Sustainable Cities and Society, 69,* 102833.

García, R. (2006). *Sistemas Complejos.* Gedisa.

García de León, A. (1989). La metodología del Valor Índice Medio. *Boletín del Instituto de Geografía UNAM, 9,* 69-87.

Gómez, D. (2008). *Ordenación Territorial*. Ediciones Mundi-Prensa.

Griffin, E., & Ford, R. (1980). A model of Latin American city structure. *Geographical Review, 70*(4), 397-422.

Instituto Geográfico Nacional de Argentina. (2017). *Modelo Digital de Elevaciones Aerofotogramétrico del sector AMBA 1.3. Especificaciones técnicas.* IGN. https://www.ign.gob.ar/AreaServicios/VuelosFotogrametricos

Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del 2010.* INDEC. https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135

Phlipponneau, M. (2001). *Geografía Aplicada.* Ariel.

Principi, N. (2019). Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Sus aportes al estudio de riesgos. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG), 11*(13), 1-3. https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-13-2019

Principi, N. (2021). *Análisis socioespacial y modelización prospectiva del contexto de riesgo por inundaciones en la ciudad de Luján (Buenos Aires, Argentina) 2010-2030* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional del Sur. https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5560

Principi, N. (2022a). Cartografía de riesgo a inundaciones como herramienta de apoyo a la planificación territorial. Aplicación a la ciudad de Luján (Argentina). *Revista Geográfica Digital, 19*(37), 42-59. https://doi.org/10.30972/geo.19375202

Principi, N. (2022b). Modelado de expansión urbana mediante autómatas celulares y redes neuronales artificiales. *Revista Universitaria de Geografía, 31*(1), 95-113.

Principi, N., & Buzai, G. D. (2020). Análisis espacial de la vulnerabilidad socioeconómica de la ciudad de Luján (Argentina): interpretación modelística a partir del mapa social para la identificación de áreas prioritarias de planificación. *Estudios Socioterritoriales,* (28), 1-16.

Rabella, J. M. (2016). Mapa y SIG: medio siglo para un reencuentro… o del mito a un gran triunfo. *Boletín Red GESIG,* (4) 6-8.

Renda, E., Rozas, M., Moscardini, O., & Torchia, N. (2017). *Manual para la elaboración de mapas de riesgo*. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Ministerio de Seguridad de la Nación. https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf

Subdirección de Emergencia y Defensa Civil. (2017). *Arroyo Lanusse: Gestión del riesgo en los barrios Lanusse y Villa del Parque. Informe.* Municipalidad de Luján.

Tapiador, F. J. (2001). El papel del geógrafo en las directrices de ordenación territorial. *Boletín de la AGE-Asociación de Geógrafos Españoles, 31,* 137-147.

White, G. (1974). *Natural Hazards: Local, national, global.* Oxford University Press.

Capítulo XII

Estrategias de restauración ecológica del manglar para contrarrestar la vulnerabilidad y el riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en la localidad El Carrizal, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México[1]

** Benjamín Castillo-Elías [A], * Herlinda Gervacio-Jiménez [B] y ** José Ángel Vences-Martínez [C]*

Resumen

Los ecosistemas de manglar en México desempeñan un papel crucial al proporcionar servicios ecosistémicos que ayudan a mitigar los daños causados por fenómenos hidrometeorológicos como huracanes, marejadas, inundaciones y erosión costera. También son hábitats importantes para la pesca comercial. Sin embargo, la destrucción de estos ecosistemas ha aumentado la vulnerabilidad de las comunidades costeras. El objetivo del estudio es identificar las causas de la degradación en una zona de manglar en la localidad de Carrizal, Guerrero, y diseñar una estrategia de restauración ecológica para este ecosistema. Se utilizó una metodología cualitativa que incluyó observación participante, análisis de imágenes aéreas, registro de afectaciones mediante fichas de campo, obtención de evidencia visual a través de fotografías y realización de entrevistas a informantes clave. Se identificó un sitio degradado de aproximadamente 2.51 hectáreas debido a actividades antrópicas. Se recomendó investigar y abordar las causas específicas de la degradación del manglar, así como aplicar técnicas de ingeniería ecológica y evaluar los riesgos para prevenir futuras afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos. Cabe destacar que las recomendaciones de restauración y evaluación de riesgos aún no se han implementado, lo que deja a la localidad vulnerable debido a la destrucción de una zona de manglar que actúa como una barrera biológica contra los embates del oleaje durante los huracanes.

Palabras clave: *restauración ecológica, manglares, fenómenos hidrometeorológicos*

* Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales Acapulco, Universidad Autónoma de Guerrero

** Escuela Superior en Desarrollo Sustentable Campus Tecpan, Universidad Autónoma de Guerrero

[A] *bcastillo@uagro.mx* [B] *lindagj09@gmail.com* [C] *vences_angel@hotmail.com*

Introducción

Los manglares han presentado pérdidas de su cobertura en los últimos años, disminuyeron a nivel mundial de 139 777 km^2 en 2000 a 131 931 km^2 en 2014 (Menéndez et al., 2020), lo que ha incrementado el riesgo y vulnerabilidad de las poblaciones costeras (Spalding et al., 2010).

Los ecosistemas de manglar en México son de gran importancia, otorgan bienes y servicios ecosistémicos, mitigan los efectos de huracanes, marejadas, inundaciones y erosión costera, constituyen la zona de crianza de especies de pesca comercial y actúan como soporte alimenticio de las comunidades ribereñas (Calderón et al., 2009). La destrucción de estos ecosistemas, que representan una barrera natural ante los fuertes vientos, lluvias y oleajes, ha aumentado la vulnerabilidad extrema de la población ante la fuerza de los fenómenos hidrometeorológicos; esto ha causado impactos por inundaciones costeras debido al aumento en el desarrollo costero y el crecimiento de la población (Neumann et al., 2015).

Según Menéndez et al. (2020), el 90% de los beneficios totales de los manglares es para la protección contra ciclones tropicales y el 10% es para la protección contra condiciones regulares no ciclónicas, es decir, estos ecosistemas reducen los daños anuales esperados por inundaciones de ciclones tropicales y protegen a millones de personas.

Por otro lado, se debe considerar lo que se entiende por peligrosidad y vulnerabilidad relativos a los riesgos naturales; la peligrosidad hace referencia a la probabilidad de que un determinado fenómeno natural de una cierta extensión, intensidad y duración con consecuencias negativas se produzca; mientras que la vulnerabilidad hace referencia al impacto del fenómeno sobre la sociedad (Pérez, 2000).

De esta manera, "el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido [...] como resultado de [...] fenómenos naturales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas [o por actividades antrópicas] (Moreno-Casasola & Peresbarbosa, 2006; Ochoa, 2010)" (como se citó en Castillo-Elías et al., 2021, pp.4-5).

---

1 Se agradece a la Dirección Municipal de Ecología del H. Ayuntamiento de Coyuca de Benítez, Guerrero (Administración 2018-2021), la invitación a participar en el diagnóstico y diseño de la propuesta metodológica para intervenir en la zona de manglar afectada.

> De acuerdo con la Society for Ecological Restoration (2004), la Comisión Nacional Forestal-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010) y Gann et al. (2019), se deberían considerar los pasos para seguir e instrumentar un proyecto de restauración ecológica, el cual puede ser dividido en tres etapas: planeación, instrumentación y monitoreo. (Castillo-Elías et al., 2021, p.5)

Para el Estado de Guerrero, Castillo et al. (2021) han realizado estudios de ecosistemas de manglar, en específico sobre propuestas de restauración ecológica; observándose la falta de investigaciones referentes a indicadores de mitigación de riesgo y vulnerabilidad ante los efectos hidrometeorológicos en estos ecosistemas costeros.

El objetivo del presente trabajo fue identificar las causas que provocaron la degradación en una zona de manglar en la localidad de Carrizal, Municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, para diseñar una estrategia metodológica de restauración ecológica orientada a este ecosistema.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área bajo estudio se ubica entre las coordenadas geográficas (latitud/longitud): 16º 57’ 27” N; 100º 07’ 20” O y 16º 58’ 03” N; 100º 08’ 29” O. Con una extensión territorial aproximada de 230 ha, dentro de la cual se ubica una zona representativa de humedales, las localidades de El Carrizal y Playa Azul, el canal meándrico del sistema lagunar Mitla-Coyuca, zonas agrícolas, áreas de establecimiento de estanques camaronícolas y zona Federal Marítimo Terrestre (Figura 1). El clima de esta zona es cálido subhúmedo tipo A (Wo), con temperatura mayor a 20 °C (García, 2004). Se encuentra en la región hidrológica Nº 19: Costa Grande, situada al suroeste del Estado, comprende el 20% del territorio; sus límites son la región del Balsas al norte y occidente y la región hidrológica Nº 20 Costa Chica al oriente (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2005).

Figura 1

Ubicación del área de estudio

Nota. Elaborado con datos tomados en campo y diseñado con software QGIS v. 3.22.

Muestreo

Se realizaron recorridos vía terrestre en el área de estudio, a lo largo de la zona afectada, a través de la técnica de observación participante (Gómez, 2012; Hernández-Sampieri et al., 2018; Taylor & Bogdan, 2000). Se utilizó una metodología cualitativa descriptiva mediante un análisis exploratorio e inductivo (Monje, 2011). A través de imágenes aéreas se determinó la superficie de manglar de la zona y mediante fichas de campo se registraron las afectaciones sobre la vegetación de manglar; asimismo, se tomaron fotografías para obtener evidencias visuales (González, 2008).

Reuniones participativas

Para lograr el objetivo, se realizaron reuniones con habitantes de la comunidad de Carrizal, autoridades de Coyuca de Benítez, Guerrero, representadas por la Dirección Municipal de Ecología, y autoridades ambientales federales, representadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Comisión

Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), y representantes de la comunidad de Carrizal, representadas por el Comisario Ejidal.

Se aplicaron entrevistas a informantes clave, es decir, a funcionarios representantes de SEMARNAT, PROFEPA, CONANP y Ecología Municipal de Coyuca de Benítez, Guerrero, quienes participaron en la identificación de la problemática.

Además, se presentó una propuesta de restauración ecológica para implementarse en la zona afectada de acuerdo con la metodología de Castillo-Elías et al. (2021) y se emitieron recomendaciones metodológicas sobre la evaluación de riesgos para prevenir posibles afectaciones originadas por fenómenos hidrometeorológicos en la zona de estudio, basada en la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014).

En esta propuesta se contempló el diseño de matrices de normalización y de comparación para determinar parámetros de niveles de importancia de comparación de unidades espaciales y cálculo de los parámetros en la matriz, considerando parámetros y descriptores a través del modelo de jerarquización por pares SAATY (Saaty, 1980), con la implementación del método numérico Delphi, que consiste en comparaciones de pares y sus índices de consistencia con base en el grado o nivel de importancia de una variable respecto a otra (Reguant-Álvarez & Torrado-Fonseca, 2016).

Este proceso metodológico considera la elaboración del diseño de mapas temáticos para la evaluación de riesgo, mapas que indiquen peligros generados por fenómenos naturales; en este caso, se centraría en los generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos. Asimismo, se propuso la elaboración de un sistema matricial que contempla una matriz de peligros y riesgos y una matriz de vulnerabilidad.

Resultados y discusión

Identificación de las problemáticas

En los meses de marzo a junio del 2021, en coordinación con personal de SEMARNAT, PROFEPA, CONANP y la Dirección de Ecología Municipal de Coyuca de Benítez, se realizaron recorridos vía terrestre a lo largo de la zona de manglar degradada en la parte norte y sur, se recolectó evidencia y se registró en fichas de campo.

Durante estos recorridos, se observó la construcción de una vialidad rústica de terracería, que comunica a la localidad de Carrizal con Playa Azul, sobre la zona forestal de manglar. De acuerdo con los habitantes de la zona, esta fue construida de manera ilegal desde hace 20 años, con material pétreo y escombro, que seccionó la zona de humedal costero y causó modificaciones en el hidroperiodo de la zona de manglar.

Además, se encontró que los márgenes de esta brecha han sido utilizados como sitios de depósito de residuos sólidos urbanos a cielo abierto y que, aparentemente, fue la causa de un incendio forestal. Con base en la georreferenciación espacial y las imágenes aéreas de la zona, se determinó que un costado de la brecha tiene una afectación aproximada de 10 530 m^2 ubicada en las coordenadas 16° 57' 41.83" N y 100° 8' 42.21" O y, del costado contrario, una superficie de 14 570 m^2 ubicada en las coordenadas 16° 57' 38.66" N y 100° 8' 35.66" O; esto degradó alrededor de 2.51 ha de zona de manglar y dañó diversas especies de árboles, arbustos, plantas rastreras, herbáceas, entre otras especies de flora de acompañamiento, resultando *Laguncularia racemosa* como especie dominante.

Respecto al incendio forestal, se determinó que fue ocasionado debido a que los habitantes de la zona, por usos y costumbres, prenden fuego a los residuos sólidos que arrojan a cielo abierto de manera clandestina en los márgenes de la brecha anexa con zona del manglar.

De acuerdo con las evidencias registradas, se afectó una vegetación propia de una zona de manglar y selva baja caducifolia, considerada la especie de mayor importancia maderable a *Laguncularia racemosa*, característico de un bosque de manglar tipo ribereño. Según Castillo et al. (2018), en el área siniestrada predominaba una composición estructural de 10 especies de flora, con un total de 274 individuos. Se determinó que *Laguncularia racemosa* fue la más afectada, debido a su dominancia natural en el sitio; esta especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2010), con un estatus de riesgo y bajo protección.

Los hallazgos del recorrido en campo y las evidencias se dieron a conocer a través de tres reuniones en distintas fechas que comprendieron los meses de abril, mayo y junio del 2021; estas reuniones fueron coordinadas por las autoridades del H. Ayuntamiento de Coyuca de Benítez, a través de la Dirección de Ecología Municipal, y los pobladores de la comunidad de Carrizal.

Propuestas y recomendaciones para la restauración

De acuerdo con la *Society for Ecological Restoration* (SER, 2004), la Comisión Nacional Forestal-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Conafor-Semarnat, 2010) y Gann et al. (2019), se propuso el procedimiento para seguir e instrumentar un proyecto de restauración ecológica en la zona de manglar degradada (como se mencionó en Castillo-Elías et al., 2021):

> Esta propuesta está basada en estudios de restauración ecológica fundamentada en la metodología de ingeniería y ecología forense para la restauración de manglares citada por [...] Teutli-Hernández y Herrera-Silveira (2016). Para el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del agua lagunar se consideraron la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (Secretaría de Salud [Ssa], 1994) y los criterios ecológicos CE-CCA-001/89 (Instituto Nacional de Ecología [INE], 1989). El análisis microbiológico del agua lagunar se fundamentó en la NOM-127-SSA1-1994 (Secretaría de Salud [Ssa], 1994) y en el método de determinación de bacterias coliformes CCAYAC-M-004-2006 (Secretaría de Salud [Ssa], 2006); asimismo, se recomendó el análisis de suelo adjunto al ecosistema afectado contemplando los parámetros fisicoquímicos propuestos por Ruiz-Ochoa et al. (2006). (p.9)
>
> Se recomendó considerar los indicadores de hidrología, topografía, calidad del sustrato y dinámica de nutrientes, calidad de agua, vegetación y fauna como medidas para intervenir en la zona de manglar, planteando las siguientes acciones:

1. Convocar reuniones de trabajo entre los actores clave, como son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno estatal de Guerrero (SEMAREN), Procuraduría de Protección Ambiental del Estado de Guerrero (PROPAEG), Comisión Nacio-

nal Forestal (CONAFOR), Presidencia Municipal de Coyuca de [Benítez] a través de la Dirección de Ecología Municipal, sector salud estatal y Federal (SSA), sector académico y autoridades ejidales de la comunidad, con la finalidad de tomar decisiones colegiadas respecto a esta problemática [e implementar la propuesta de restauración ecológica planteada a las autoridades correspondientes].

2. Realizar el monitoreo de calidad del agua seleccionando diferentes estaciones de muestreo del cuerpo [lagunar anexo a la zona de estudio], a través de la medición de parámetros fisicoquímicos. […]

   Del análisis de calidad del agua, […] se recomienda considerar nueve parámetros fisicoquímicos con sus respectivos valores de referencia (límites permisibles de calidad) de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (Secretaría de Salud [Ssa], 1994), criterios ecológicos CE-CCA-001/89 (Instituto Nacional de Ecología [INE], 1989) y métodos de prueba correspondientes y aplicables a los cuerpos lagunares.

   Se incluye la determinación de sustancias tóxicas como metales pesados, plaguicidas y bacterias coliformes, debido a las evidencias de aplicación de fertilizantes y herbicidas encontradas en las huertas cercanas al lugar de la afectación, [así como descargas de aguas residuales de las casas anexas con la zona]. En este punto, para el análisis de los parámetros microbiológicos de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) se recomendó considerar la NOM-127-SSA1-1994 (Secretaría de Salud [Ssa], 1994) y el método de determinación de bacterias coliformes CCAYAC-M-004-2006 (Secretaría de Salud [Ssa], 2006) para definir la viabilidad del agua para recreación y consumo humano.
3. Considerar la topografía y el análisis de suelo adjunto al ecosistema afectado contemplando los parámetros correspondientes de acuerdo con Ruiz-Ochoa et al. (2006), determinando los métodos en la determinación de propiedades edáficas (descripción del perfil del suelo) del manglar, humedad, salinidad (mg L-1), conductividad eléctrica CE (µS cm-1), materia orgánica MO (%) y pH.

4. Realizar un diagnóstico de todo el embalse de la cuenca para identificar el comportamiento del flujo hidrológico y poder determinar acciones para restaurar las condiciones hidrológicas y la rehabilitación del ecosistema de manglar, ya sea por desazolve y/o apertura de canales.
5. Considerar evaluar una línea base seleccionando el bosque de referencia para tener el comparativo de la zona no perturbada y determinar el proceso de restauración ecológica asistida.
6. Rescatar las plántulas de mangle que se están desarrollando en el sitio dañado y que no se han afectado para evitar su destrucción, así como recolección de semillas y esquejes en buenas condiciones para ser reubicadas a un vivero temporal y tener propágulos para la restauración y reforestación correspondiente.
7. Realizar el cálculo del volumen maderable afectado y su remoción como medida de saneamiento para la apertura de espacios y canales entre la vegetación muerta de manglar.
8. Identificar los sitios adecuados para restaurar y reforestar.
9. Monitorear, dar seguimiento y evaluar las acciones implementadas del programa de restauración para medir los avances, resultados e indicadores de éxito, que permitirán realizar los ajustes correspondientes para evitar o minimizar un posible fracaso en la restauración ecológica.
10. [Realizar una capacitación técnica para los pobladores de las localidades rurales anexas con el sitio degradado]. (Castillo-Elías et al., 2021, pp.12-14)

Propuestas y recomendaciones para la evaluación de riesgos

Se planteó la propuesta y recomendaciones para la evaluación de riesgos ante un posible fenómeno hidrometeorológico en la zona de manglar dañada, mostrando un sistema matricial que consistiría en la elaboración de matriz de comparación por pares, matriz de normalización y matriz de niveles de peligro, con la finalidad de determinar parámetros y elementos indicadores que permitirían la elaboración de un mapa de diseño de zonas de niveles de peligro.

Seguimiento a las propuestas metodológicas

Con la finalidad de dar seguimiento a las propuestas metodológicas anteriormente citadas, durante agosto de 2021, se aplicaron entrevistas a funcionarios municipales de Coyuca de Benítez, quienes participaron en la identificación de la problemática de la zona de manglar para verificar si se atendió la propuesta planteada de restauración; los entrevistados manifestaron que debido al cambio de administración no fue posible continuar con la gestión de las propuestas de intervención en el área afectada. Asimismo, al entrevistar a los funcionarios de SEMARNAT, PROFEPA y CONANP, estos reconocieron que no se continuó con el proceso de intervención en el sitio afectado.

Ante la falta de atención al sitio de manglar degradado, la localidad de Carrizal queda vulnerable y expuesta ante la presencia de marejadas, altos oleajes y tsunamis sobre la línea de costa por causa de fenómenos hidrometeorológicos o sísmicos, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Ubicación del área de estudio

Nota. Elaborado con *Google Earth*.

Lo anterior se sustenta en la NOM-022-SEMARNAT-2003 que "establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar" (SEMARNAT, 2003); de este modo lo refiere la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA, 2021), en su capítulo segundo, citando obligaciones derivadas de los daños ocasionados al ambiente:

> La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño. (Art.13)

Asimismo, se establece en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2018), en el Capítulo II referente a los incendios forestales y del manejo del fuego en su Artículo 117, y en el Capítulo II en su Artículo 155; siendo infracciones aplicables a la degradación del sitio bajo estudio lo establecido en las siguientes fracciones:

> I. Realizar en terrenos forestales o preferentemente forestales cualquier tipo de obras o actividades distintas a las actividades forestales inherentes a su uso, en contravención de esta ley, su reglamento o de las normas oficiales mexicanas aplicables. […]
> IX. Realizar las quemas en terrenos agropecuarios en forma negligente que propicie la propagación del fuego a terrenos forestales vecinos y en terrenos temporalmente forestales. […]
> XII. Causar daño o deterioro grave a los ecosistemas forestales. […]
> XX. Evitar prevenir, combatir o controlar, estando legalmente obligado para ello, las plagas, enfermedades o incendios forestales. […]

> XXIII. No realizar trabajos de restauración o de mitigación estando obligados a ello.
> XXIV. Provocar incendios forestales. [...]
> XXVII. Depositar residuos peligrosos en terrenos forestales o preferentemente forestales.

De la misma manera, se respalda en el Código Penal Federal (CPF, 2008) en materia de delitos ambientales en su capítulo quinto, referente a las disposiciones comunes a los delitos contra el ambiente:

> Además de lo establecido en los anteriores capítulos del Título Vigésimo Quinto, se impondrán las siguientes penas y medidas de seguridad: I. La reparación y, en su caso, la compensación del daño al ambiente, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. (Art.421)

Igualmente, la Ley General de Protección Civil (LGPC, 2020) y la Ley General de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Protección Civil (LGGIRPC, 2020) se fundamentan en la gestión integral de riesgos ante la presencia de un fenómeno perturbador contemplando los siguientes puntos: (a) Conocimiento del origen y naturaleza de los riesgos, además de los procesos de construcción social de los mismos; (b) Identificación de peligros, vulnerabilidades y riesgos, así como sus escenarios; (c) Análisis y evaluación de los posibles efectos; (d) Revisión de controles para la mitigación del impacto; (e) Acciones y mecanismos para la prevención y mitigación de riesgos; (f) Desarrollo de una mayor comprensión y concientización de los riesgos; y (g) Fortalecimiento de la resiliencia de la sociedad.

Conclusiones

Hasta el momento, la propuesta y recomendaciones metodológicas para restaurar la zona de manglar no han sido implementadas; ante esta situación, la localidad de Carrizal se encuentra desprotegida por la destrucción de una zona representativa de manglar que actúa como una barrera biológica ante los embates del oleaje y huracanes.

"Sin duda, la participación de la comunidad, autoridades ambientales de los tres niveles de gobierno y académicos especializados en el tema de restauración de manglar es fundamental" (Castillo-Elías et al., 2021, p.20) ya que, a partir del trabajo colaborativo y transdisciplinar de los actores clave, se logrará el éxito deseado; sin embargo, en este proyecto no se involucraron todos los actores necesarios.

Además, el sitio afectado no se intervino debido a la falta de compromiso, seguimiento y supervisión de las autoridades ambientales correspondientes, quienes conocían la problemática, pero solo se centraron en tomar nota del suceso sin tomar acciones; por ello, se desconoce su postura ante la situación de degradación de los manglares de la localidad de Carrizal.

En este caso, la CONAFOR, como institución federal responsable del financiamiento de programas de compensación y servicios ambientales, debió dar soporte económico al gobierno Municipal de Coyuca de Benítez en las acciones y actividades de implementación del programa de restauración ecológica en el área perturbada por el incendio forestal, provocado por la acción del hombre. Por lo tanto, es necesario desarrollar e implementar una agenda de política climática enfocada en el manejo, conservación y restauración de los ecosistemas de manglar en México.

Referencias

Calderón, C., Aburto, O., & Ezcurra, E. (2009). El valor de los manglares. *CONABIO, Biodiversitas, 82,* 1-6 https://cesarjaro.files.wordpress.com/2013/04/manglares-art.pdf

Castillo, E. B., Gervacio, J. H., & Bedolla, S. R. (2018). Estructura forestal de una zona de manglar en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 9*(45), 63-96. http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/140

Castillo-Elías, B., Gervacio-Jiménez, H., & Vences-Martínez, J. A. (2021). Diagnóstico de áreas degradadas de manglar y propuestas de restauración ecológica en el estado de Guerrero, México. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 10*(20), 1-29. https://doi.org/10.23913/ciba.v10i20.108

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*. CENEPRED. https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

Código Penal Federal. (2008). Nuevo Código Publicado el 14 de agosto de 1931. Última reforma publicada. *Diario Oficial de la Federación*, DOF 05-11-2018. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/422557/CODIGO_PENAL_FEDERAL.pdf

Comisión Nacional Forestal-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Manual Comunitario de Restauración de Manglares. Plan de Acción Regional para la Restauración de los Manglares de Nayarit*. Conafor-Semarnat. http://centro.paot.org.mx/documentos/conafor/MANUAL_COMUNITARIO.pdf

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology, 27*, S1-S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM. http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1

Gómez, B. S. (2012). *Metodología de la investigación*. Red Tercer Milenio. http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf

González, G. T. (2008). El papel de la fotografía en la investigación cualitativa. *El Ser Enfermero, 1*(4), 5-9. https://www.researchgate.net/publication/273575762_El_papel_de_la_fotografia_en_la_investigacion_cualitativa

Hernández-Sampieri R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2018). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Estadística Geografía. (2005). *II Conteo de Población y Vivienda, estadísticas censales a escalas geo electorales, resultados por localidad*. INEGI. http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2005

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. (2021). Nueva Ley publicada. *Diario Oficial de la Federación,* DOF 07-07-2013. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (2018). Nueva Ley publicada. *Diario Oficial de la Federación,* DOF 05-06-2018. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/493529/Ley_General_de_Desarrollo_Forestal_Sustentable.pdf

Ley General de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Protección Civil (2020). Decreto. *Gaceta Parlamentaria,* 03-12-2020. http://consejoincide.com/2020/12/05/ley-general-de-gestion-integral-del-riesgo-de-desastres-y-proteccion-civil/

Ley General de Protección Civil. (2020). Nueva Ley publicada el 6 de junio de 2012. Última reforma publicada. *Diario Oficial de la Federación*, DOF 06-11-2020. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/593503/LGPC_061120.pdf

Menéndez, P., Losada, I. J., Torres-Ortega, S., Narayan, S., & Beck, M. W. (2020). The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. *Scientific Reports, 10*(4404). https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6

Monje, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Guía didáctica.* Universidad Surcolombia. https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf

Neumann, B., Vafeidis, A. T., Zimmermann, J., & Nicholls, R. J. (2015). Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment. *Plos One, 10*(6), e0131375. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118571

Pérez, E. (2000). *Derecho ambiental*. McGraw-Hill.

Reguant-Álvarez, M., & Torrado-Fonseca, M. (2016). El mètode Delphi. *REIRE Revista d'Innovació I Recerca En Educació, 9*(1), 87–102. https://doi.org/10.1344/reire2016.9.1916

Saaty, T. L. (1980). *The analytical hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation.* McGraw-Hill.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. *Diario Oficial de la Federación*, DOF 10-04-2003. http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3281/1/NOM-022-SEMARNAT-2003.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, DOF 30-12-2010. https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf

Society for Ecological Restoration. (2004). *Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. SER. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf

Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). *Atlas mundial de manglares*. International Society for Mangrove Ecosystems and International Tropical Timber Organization.

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación.* Paidós.

Capítulo XIII

Mineral de Angangueo, Michoacán: el desastre que impulsó el Barrio Sustentable Monarca

*Alan Castillo Ferraez [A], *Paola Hernández Martínez [B] y **Laura Susana López Orozco

Resumen

Angangueo, municipio de Michoacán, tiene una historia minera que ha moldeado su morfología y expansión urbana, y que lo ha posicionado en un estado de riesgo significativo. A pesar de la extinción de la actividad minera, la región aún posee un gran potencial turístico debido a su ubicación en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca. Sin embargo, este potencial no se ha aprovechado plenamente en beneficio de toda la población. En 2010, el municipio fue declarado área de emergencia debido a deslizamientos de tierra, flujos de lodo e inundaciones que causaron pérdidas humanas y la posterior reubicación de la población afectada. Esto condujo a la creación del "Barrio Sustentable Monarca", un proyecto de desarrollo urbano que buscaba brindar un entorno habitable y seguro para los residentes. El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de las diversas implicaciones relacionadas con la actividad minera pasada, el decreto de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, el potencial turístico de la región, el desastre ocurrido en 2010, la designación de Angangueo como pueblo mágico y la implementación del proyecto de reubicación de la población afectada del 2010 en el "Barrio Sustentable Monarca".

Palabras clave: *urbanización, sustentabilidad, desastre, reubicación*

* Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

** Facultad de Arquitectura, UNAM

[A] *ap.11@hotmail.com* [B] *paohdzmtz@gmail.com*

Introducción

Angangueo, Michoacán fue un importante enclave minero durante el porfiriato. El pueblo creció en torno a dicha actividad, siguió los nuevos descubrimientos de vetas de mineral y generó asentamientos humanos sobre las laderas de los cerros y cañadas; esto llevó al deterioro ambiental y a evidenciar la escasa o nula planeación territorial.

En febrero de 2010, debido a lluvias extraordinarias se originaron deslizamientos, flujos de lodo en laderas e inundaciones súbitas, que condujeron al pueblo a pérdidas humanas y materiales; esto afectó en mayor medida a población con fuertes condiciones de vulnerabilidad, en un contexto en el que no había planes de emergencia (Alcántara et al., 2012).

Después del desastre, en 2012, Mineral de Angangueo se incorporó al *Programa Pueblos Mágicos* con el objetivo de reactivar la economía turística sustentada en el patrimonio natural e histórico, en el cual destaca su pasado minero y la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca.

En el presente capítulo se analizan las implicaciones de la actividad minera, el decreto de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y su potencial turístico, el desastre de 2010, así como su posterior denominación como pueblo mágico y la apuesta por la reubicación de la población afectada del 2010 en el "Barrio Sustentable Monarca".

Marco teórico

En la actualidad existen muchas interpretaciones teóricas del concepto *riesgo*, Tilling (1989) lo definió como la posibilidad de pérdida de vidas humanas y propiedades dentro de un área determinada sujeta a un peligro natural. Crozier (1989), desde un enfoque aplicado a los procesos de remoción en masa, lo expresó como la probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno de gran magnitud, en combinación con la posibilidad de generar daños en la población. Por su parte, Smith (1996) consideró que el riesgo representa la exposición de la población a un peligro ya sea natural o humano, el cual en ocasiones se combina con otras causas o fenómenos que pueden generar pérdidas tanto físicas como humanas.

De esta manera, el análisis integral del riesgo consiste en una visión multidisciplinaria en la cual se toman en cuenta no solo los procesos geodinámicos de la tierra, sino también se hace una

revisión y valoración de las actividades humanas vinculadas a la generación del riesgo de desastre.

En esta investigación, el interés se encuentra en los riesgos asociados a la inestabilidad de ladera o procesos de remoción en masa, los cuales el Atlas Nacional de Riesgos (s.f.) define como:

> la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presentan en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos. (párr.1)

Para Brunsden (1979), desde una perspectiva geomorfológica, los procesos de remoción en masa son "aquellos movimientos de los materiales formadores de las laderas bajo la influencia de la gravedad y sin la asistencia primordial de algún agente de transporte fluido como el agua, el aire o el hielo" (como se citó en Alcántara, 2000, p.9).

Para entender el evento ocurrido en febrero de 2010 en Angangueo, es importante tener en cuenta que el análisis integral del riesgo consiste en tomar variables de diferentes aspectos que giran en torno a los desastres, lo cual representa en un principio una dificultad, ya que no existe un consenso metodológico que aborde en su totalidad los factores que influyen en la generación del riesgo. No obstante, en este capítulo se hace una caracterización de los elementos impulsores del riesgo, que pudieron acentuar o atenuar los impactos del deslizamiento, los cuales parten desde su origen como asentamiento humano hacia su actualidad.

La metodología de Investigaciones Forenses de los Desastres (IRDR, 2011), FORIN por sus siglas en inglés, fue propuesta en el marco del programa "Análisis integral de riesgos de desastre" implementado por el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), la cual examina las causas de fondo para identificar características, procesos sociales, actores institucionales y sociales, así como los procesos dinámicos que dan cabida a impulsar el riesgo que atenúan o aceleran los impactos y que, en combinación con los patrones de vulnerabilidad y el grado de exposición de la población, dan como consecuencia los desastres.

Este tipo de análisis involucra la realización de una reconstrucción de los hechos que permita identificar los acontecimientos, tanto desde la perspectiva de la amenaza como desde la vulnerabilidad, que en conjunto determinan la ocurrencia del desastre; por lo cual, este trabajo apuesta por la caracterización de aquellos factores que pudieron detonar el desastre de 2010 y su posterior intervención para su pronta recuperación.

Ubicación geográfica

Dentro del bosque, como uno de sus significados de origen Purépecha, Angangueo tradicional pueblo minero desde 1792,[1] se extiende a lo largo de 7681 ha.[2] Su ubicación geográfica se da al oeste del Estado de Michoacán, limitando al norte con el municipio de Senguio, al sur con Ocampo, al oeste con Aporo, y al este con San José del Rincón, Estado de México (Figura 1).

Para el año 2020, registró un total de 10 892 residentes, con 63% de población rural y 37% urbana (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). Esta última tuvo un descenso del 14%, desde el año 2010, lo que lo convierte en un municipio mayoritariamente rural.

Potencial turístico: entre minas y mariposas

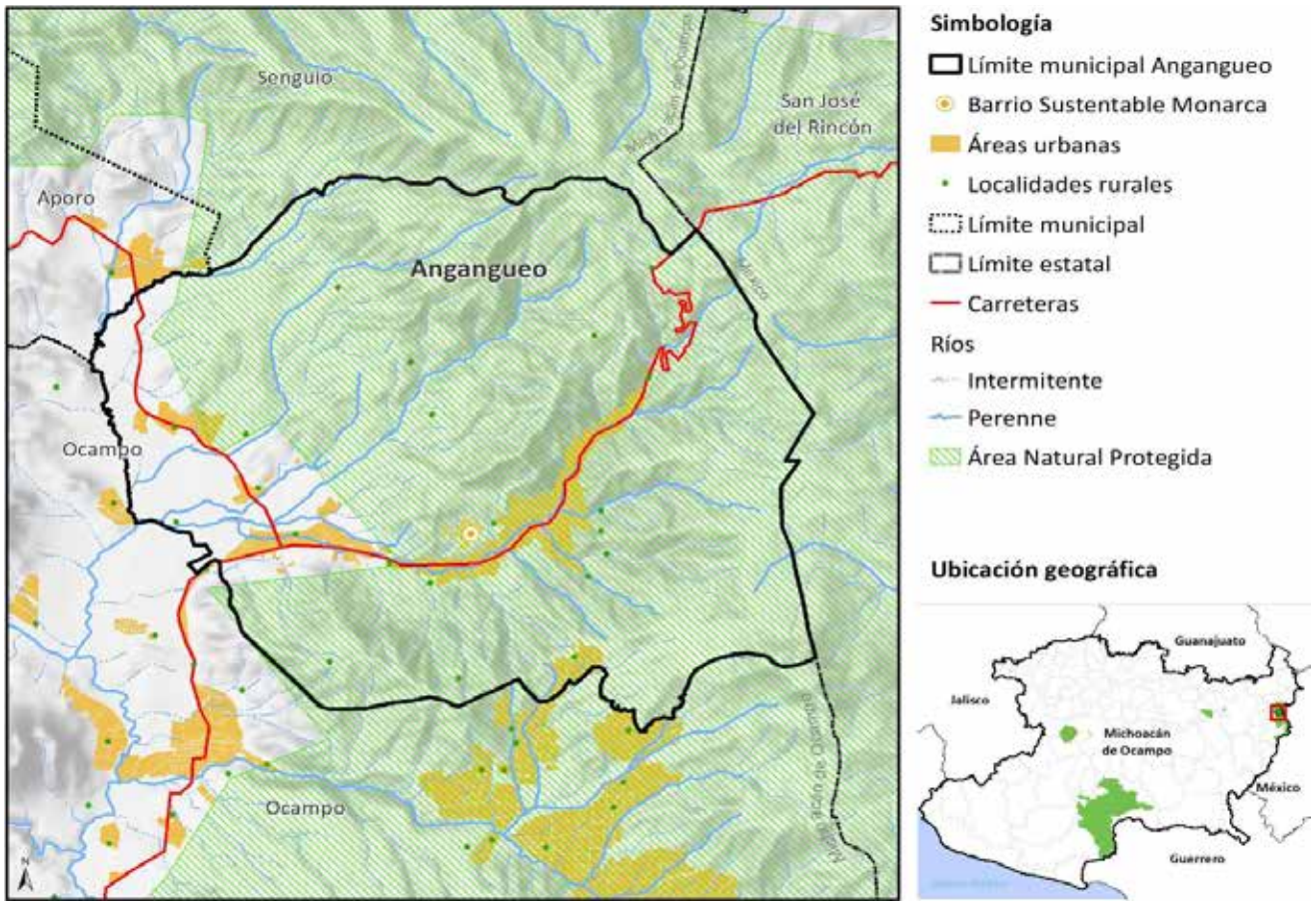
Para Angangueo, la minería ha sido una actividad longeva, aunque no siempre estable; su época de mayor auge se ubica durante la primera década del siglo XX, en donde incluso a pesar de la recesión que algunos centros mineros michoacanos tuvieron por la batalla revolucionaria, Angangueo, junto con Tlalpujahua, continuó con sus actividades de explotación (Servicio Geológico Mexicano [SGM], 2020). Para el año 1955, tras la catástrofe que llevó a la muerte a 25 mineros en 1953, se crea la Impulsora Minera de Angangueo, la cual dejó de operar hasta 1991 (Gobierno Municipal de Angangueo, 2022).

1 Varias fuentes coinciden en que el año de origen de Angangueo fue 1972; sin embargo, el Programa de Desarrollo Municipal Angangueo, Michoacán 2015–2018 hace referencia a un documento histórico expedido por el Rey Felipe IV de España, en donde se señala la dotación de mercedes a los naturales de la población en el año 1632, lo que definiría la presencia de residentes en la zona previo a su constitución como pueblo minero (Gobierno Municipal de Angangueo, 2015).

2 Cálculo de la superficie municipal a partir de la cartografía del Marco Geoestadístico Municipal (INEGI, 2020).

Figura 1

Ubicación geográfica del municipio de Angangueo, Michoacán



Nota. Elaborado a partir de cartografía digital del Marco Geoestadístico (INEGI, 2020).

A partir del Programa Municipal de Desarrollo Urbano (Gobierno del Estado de Michoacán, 2011) y el Programa de Desarrollo Municipal Angangueo, Michoacán 2015-2018, existe la intención de reactivar la actividad con la intervención del gobierno federal, estatal y municipal, en donde Industrial Minera México es la principal promotora.

La importancia de la minería para Angangueo es innegable; sin embargo, a partir de ello, el pueblo creció sin ningún tipo de orden, pues carece de traza y sus viviendas se encuentran cerca de los yacimientos "obedeciendo la natural necesidad de los hombres de buscar habitación cerca de sus minas" (Carreño, 1983, p.93), es así que su presencia definió su imagen urbana, la cual abre la posibilidad de reutilizar las antiguas instalaciones con la intención de reincorporarse a la economía mediante actividades turísticas que beneficien a la población, aunque no debe olvidarse que "la

disposición de la traza urbana lineal de la localidad de Mineral de Angangueo sobre el Río Puerco, genera vulnerabilidad a un fuerte estado de riesgo" (Gobierno del Estado de Michoacán, 2011, p.5).

Aunado a lo anterior, el Plan de Desarrollo Turístico (Gobierno del Estado de Michoacán, 2012), a través de su programa "Creación de nuevos productos turísticos", señaló la incorporación de la tradición minera mediante corredores, recorridos y elaboración de artesanías, mientras que el Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) 2011[3] determinó dentro de su zonificación secundaria la dedicación de 4.88 ha como potencial turístico minero, con la intención de que las instalaciones e inmuebles de la antigua industria se reutilicen; de tal modo que este uso de suelo abre la posibilidad de albergar usos relacionados con los servicios turísticos y culturales, y también deja abierta la posibilidad de la reactivación de la minería hacia el mediano plazo, aunque con sus correspondientes condicionantes ante los posibles impactos ambientales y urbanos que la actividad pueda generar.

Como instrumento para la planeación del territorio de Angangueo, en el PMDU se planteó como objetivo general guiar al municipio hacia el desarrollo integral con condiciones propicias para la generación de empleos en convivencia con el potencial ambiental de la región y, además, definió una serie de objetivos particulares, por ejemplo, obtener el reconocimiento del Programa de Pueblos Mágicos y posicionarse al largo plazo como polo turístico a través de los santuarios de la Mariposa Monarca y de su tradición minera.

Es así como sus objetivos inclinados hacia el sector turístico dejan claro la necesidad de potencializar este tipo de actividades, comparado con su tímido interés por rescatar la actividad minera, no así su historia.

Considerado como uno de sus objetivos logrados, en 2012, Angangueo es reconocido como Pueblo Mágico, por lo que resulta propicio hacer un breve recorrido del comportamiento del turismo antes y después de su nombramiento.

---

3 El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Angangueo Michoacán (2011) deroga al hasta entonces vigente Plan Director de Desarrollo Urbano de Angangueo (1997).

Las unidades económicas del sector privado y paraestatal que tuvieron actividades relacionadas con el turismo de 2004 a 2009, previo a ser Pueblo Mágico, tuvieron un crecimiento de 24%; del año 2009 a 2014 el crecimiento porcentual fue de 16%, pero de 2014 a 2019, una vez consolidado el nombramiento, subió a 21% (Datatur, 2019a).

A pesar de que de 2014 a 2019 el crecimiento de unidades económicas disminuyó en comparación con el periodo de 2004 a 2009, su producción bruta total aumentó en un 112% y el número de personas ocupadas se incrementó en 52%, lo que evidencia el crecimiento del sector turístico (Datatur, 2019a). De esta manera, se tiene que Angangueo tiene una participación dentro del Producto Interno Bruto (PIB) municipal de 90.73%, a través de las actividades turísticas para 2019 (Datatur, 2019b).

Las cifras comprueban la consolidación del turismo y reafirman la estrategia planteada desde los instrumentos de planeación del municipio; no obstante, en 2010, el 64% de la población estaba en condición de pobreza y para 2015 pasó a 69%, incluso la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para 2017 identificó la necesidad de abatir carencias en la vivienda por acceso al agua entubada, por servicio de drenaje y por tipo de material en pisos (SEDESOL, 2017), lo que refleja que la actividad no ha logrado frenar la desigualdad de su población, como posible resultado de su condición de temporada definida por la llegada de la mariposa monarca.

Según INEGI (2020), se reconoce un 7.13% de viviendas con piso de tierra, 1.04% sin agua y 2.07% sin sanitario ni drenaje, además de que el 8.5% de las viviendas presenta hacinamiento. La importancia de los datos radica en que estas viviendas se sitúan lejos de los beneficios otorgados por el nombramiento como Pueblo Mágico, lo que significa que están lejos de la cabecera municipal.

De la política de conservación a una nula reducción del riesgo

A partir de las líneas estratégicas del PMDU (Gobierno del Estado de Michoacán, 2011), en función del Desarrollo Económico del municipio, el territorio de la mariposa monarca adquiere un papel preponderante. Con la definición en 1980, de la Zona de Reserva y Refugio de Fauna Silvestre para la protección de sus sitios de hibernación, su posterior declaración en 1986 como Área Natural

Protegida, su catalogación como Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca en 2000 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2001) y su última modificación en 2009 (Presidencia de la República, 2009), y su inclusión, en 2006, a la Red Mundial de reservas de la biosfera a partir del Programa El Hombre y la Biosfera (MAB) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2022a) y en 2008 al Patrimonio de la Humanidad (UNESCO, 2022b) fue desarrollando, a lo largo de tres décadas, una serie de políticas ambientales, cuyo objetivo general ha sido establecer estrategias y acciones de planeación para su adecuada operación y el manejo de sus recursos naturales.

A pesar de ello, y de que Angangueo cuenta con el 87% de su territorio dentro de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, su población sigue sin percibir los beneficios socioambientales que prometía el estar dentro de ella, pues prevalece la pobreza, el incumplimiento de las leyes y, al mismo tiempo, la incongruencia de estas en relación con los problemas que se viven en la región, además de la existencia de conflictos entre comunidades y de estas y el gobierno.

Asimismo, se destaca que alrededor de 671.1 ha de la reserva de Angangueo se ha visto afectada por la deforestación de bosque de oyamel, el cual ha sufrido procesos de degradación al perder sus características de bosque primario por cambios de uso de suelo entre los años 1970 y 2000 (SEDESOL, 2012). Lo anterior, no solo pone en riesgo el nombramiento de la UNESCO como patrimonio mundial, sino también al ecosistema y a la población asentada en el municipio y en la reserva, pues la relación entre la deforestación y los procesos de remoción en masa es alta.

Por su parte, los riesgos son resultado de la interacción de una amenaza natural y una población vulnerable, en donde no importa el nivel socioeconómico que posea una población o la importancia mundial que pueda tener una ciudad. Cuando estos se materializan se convierten en desastres y en función de su magnitud y frecuencia provocan estragos sociales, económicos y territoriales (Alcántara-Ayala, 2008).

Para el análisis del riesgo, es importante conocer la distribución espaciotemporal de las amenazas, así como identificar y caracterizar poblaciones vulnerables, y contar con inventarios de los

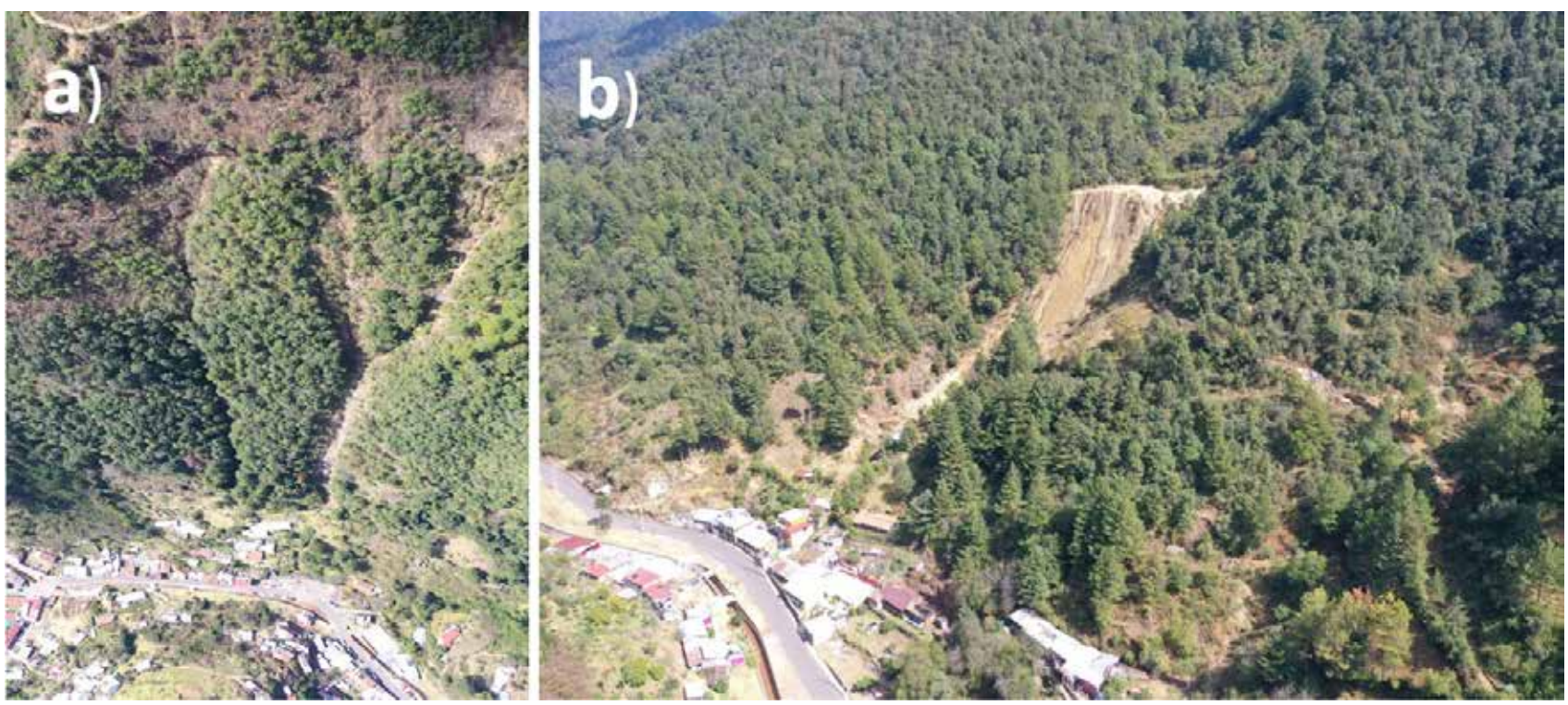
desastres ocurridos, con la finalidad de implementar estrategias que ayuden a prevenir o aminorar su impacto en el territorio.

Con base en ello y considerando que el Atlas de Riesgos Naturales de Angangueo posiciona como principal fenómeno perturbador, de origen geológico, a los procesos de inestabilidad de laderas, se menciona una serie de eventos relacionados con este fenómeno originados en localidades de Angangueo:

1. Carrillos: los movimientos gravitacionales han generado pérdidas parciales en viviendas; se reportan daños durante los años 2013, 2015 y 2016.
2. Cerro del Melón: los deslizamientos provocan la obstrucción parcial de caminos; estos eventos han ocurrido en 2007, 2012, 2015 y 2016.
3. El Sauz: reporta la ocurrencia de deslizamientos de poca envergadura durante la temporada de lluvias.
4. El Rescate: manifiesta la presencia de eventos en la periferia [de la cabecera municipal], pérdida de vegetación y procesos de fluidificación del suelo que han ocasionado daños en algunas viviendas durante los años 2015 y 2016.
5. Lerdo y Pareceres: reportan la obstrucción de una calle en agosto de 2016 por flujo de lodo.
6. San Pedro: reporta la afectación a viviendas y vías de comunicación de forma periódica.
7. Segunda Manzana de Nicolás Romero (Cañada del Muerto): indican que flujos de lodo provocan afectación en terrenos agrícolas. (Espinosa et al., 2021, p.267).
8. Cerro de Guadalupe: se declara a Angangueo en estado de emergencia por los deslizamientos, flujos e inundaciones que provocaron pérdidas humanas y materiales debido a lluvias extraordinarias ocurridos en los días 3 y 4 de febrero de 2010 (Figura 2), afectando mayormente a población con fuertes condiciones de vulnerabilidad (Alcántara-Ayala et al., 2012). Los pobladores, incluyendo a los funcionarios públicos, no contaron con los elementos técnicos, cartográficos o de prevención alguna para que se dispusiera la evacuación de la población hacia zonas seguras (SEDESOL, 2012).

Figura 2

Deslizamientos y flujos en Cerro de Guadalupe (2010)



Nota. a) Deslizamiento y flujo al norte del Río Puerco; b) Deslizamiento al sur de Río Puerco. Fotografías por Jesús Andrés Barranco.

A propósito del desastre, se llevó a cabo una serie de acciones para poder aumentar la seguridad de la población, en el que se incluyó la edición del Atlas de Riesgos Naturales de Angangueo, la construcción de muros de contención y presas, y la reubicación de viviendas. Dentro de las propuestas para mitigar los efectos de los procesos de remoción en masa se tienen: la reforestación para disminuir la escorrentía y la erosión, que al mismo tiempo favorece la recarga de acuíferos; la estabilización del talud para disminuir su pendiente y los procesos gravitacionales; el mejoramiento de caminos que conectan las localidades al interior del municipio para un mejor acceso o traslado de personas; la realización de campañas, talleres y pláticas para informar y concientizar a los habitantes del riesgo que existe en las localidades; así como la reubicación de algunas de ellas (SEDESOL, 2012). No obstante, al tener en cuenta el listado de eventos posteriores a aquel del 2010, se puede notar que a pesar de que sus afectaciones no han sido altas, el riesgo sigue latente y fortalece la idea de reubicar por completo a la localidad.

A manera de contexto, el *Programa de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales* se impulsó en 1990, siendo el primer ejemplo de la vinculación entre la planeación urbana y la reducción del riesgo a través de lo que se denominó emergencias urbanas. Para 1994, con el *Programa 100 Ciudades*, desarrollado por la SEDESOL, se establecieron los lineamientos para la reducción del riesgo en el documento denominado *Prevención y mitigación de desastres a través de la regularización del uso de suelo*, donde la intención era incorporar en los programas de desarrollo urbano a las zonas con un potencial peligro y riesgo para poder disminuir su vulnerabilidad.

Con el programa *Hábitat* de la misma secretaría, en 2003 se apoyó a los municipios para la elaboración de los atlas de peligros naturales, así como para generar obras de mitigación, cursos y talleres relacionados con la reducción del riesgo. Sin embargo, de acuerdo con sus reglas de operación, solo se consideraban a los municipios urbanos con más de 15 000 habitantes, hecho que dejó fuera a todos aquellos con menor población. Por lo tanto, en 2011 se creó el programa *Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos* (PRAH), el cual ha financiado 222 atlas (Ruiz et al., 2015), entre ellos el de Angangueo, el cual permitió que su plan de desarrollo urbano cuente zonificaciones específicas en las que se advierte y define el riesgo como parte del uso de suelo.

Posteriormente, con la fusión de los programas *Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos* (PRAH) y *Ordenamiento Territorial y Esquemas de Reubicación de la Población en Zonas de Riesgo* (POTER) que operaban individualmente hasta el año 2015 y que ahora lleva el nombre de *Programa de Prevención de Riesgos*, se pretende evitar la ocupación de zonas que no son aptas para el desarrollo, así como fortalecer los instrumentos de planeación para una ocupación ordenada del territorio.

Aunado a lo anterior, la Ley General de Protección Civil (2021) incluye la planeación urbana como un elemento para la reducción de riesgos en asentamientos humanos, mencionados en los siguientes artículos:

> Se consideran como delito grave la construcción, edificación, realización de obras de infraestructura y los asentamientos humanos que se lleven a cabo en una zona determinada sin elaborar un análisis de riesgos y, en su caso, definir las medidas para su reduc-

ción, tomando en consideración la normatividad aplicable y los Atlas municipales, de las entidades federativas y el Nacional y no cuenten con la autorización de la autoridad correspondiente. (Art. 84)

En el Atlas Nacional de Riesgos y en los respectivos Atlas de las entidades federativas y Municipales de Riesgos, deberán establecerse los diferentes niveles de peligro y riesgo, para todos los fenómenos que influyan en las distintas zonas. Dichos instrumentos deberán ser tomados en consideración por las autoridades competentes, para la autorización o no de cualquier tipo de construcciones, obras de infraestructura o asentamientos humanos. (Art. 86)

En el caso de asentamientos humanos ya establecidos en Zonas de Alto Riesgo, las autoridades competentes con base en estudios de riesgos específicos, determinará la realización de las obras de infraestructura que sean necesarias para mitigar el riesgo a que están expuestas o, de ser el caso, deberán formular un plan a fin de determinar cuáles de ellos deben ser reubicados, proponiendo mecanismos financieros que permitan esta acción. (Art. 87)

A pesar de lo que estipula el artículo 87, en el cual se plantea la reubicación de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, estas reubicaciones se distinguen principalmente porque son posteriores a eventos que han generado daños al asentamiento. Debido a ello y por el carácter de urgencia por el que se realizan, el proceso de la reubicación no siempre mejora las condiciones de vida de los reubicados; esto, por el poco involucramiento de la población en la gestión del proyecto, debido a que las autoridades temen que se pueda frenar su avance (Rodríguez et al., 2016).

Reubicación posdesastre del Barrio Sustentable Monarca

El Barrio Sustentable Monarca (Figura 3), ubicado en el predio Las Mesas, es un desarrollo habitacional de interés social en el cual se apostó por la reubicación de las familias que perdieron su patrimonio a raíz del desastre de 2010. En este predio, se proyectaron 575 viviendas con superficies de entre 65 y 70 m^2 en lotes de 160 a 190 m^2 (CONURBA, 2010). Este tipo de reubicación de la población, posdesastre, fue de manera involuntaria, hecho que cambió el modo de vida de sus ahora residentes y que no garantizó que estuvieran exentos de algún riesgo. Respecto a este último punto, Rodríguez et al. (2016) destacaron que el área está asociada a deslizamientos conformados por depósitos de suelo y que el terreno se ha visto afectado por varios escurrimientos superficiales y subsuperficiales, que pueden ocasionar humedad en las viviendas, así como salitre en muros y losas. Asimismo, se advierte que el proyecto hizo uso de cartografía escala 1:25,000, la cual se aleja del contexto general del municipio y minimiza la presencia de fallas geológicas en el sitio, así como eventos pasados y el análisis de pendientes, las cuales son básicas para una evaluación de peligros por inestabilidad de laderas e inundaciones.

Figura 3

Barrio Sustentable Monarca y Mineral de Angangueo, 2021

Nota. Fotografía por Jesús Andrés Barranco, 2021.

Discusión

El Barrio Sustentable Monarca, a pesar de la designación en 2012 como Pueblo Mágico para impulsar la economía, no logró insertarse en la dinámica social que caracteriza a Mineral de Angangueo. Según datos de Datatur (2019a), tras el nombramiento como Pueblo Mágico, el turismo ha mejorado al grado de ser la principal actividad en términos del PIB; no obstante, no se ha logrado disminuir el rezago de su población ni superar su calidad de temporada.

Aunado a lo anterior, aquellas personas que no están relacionadas directamente con el cuidado de la reserva y con las actividades del ejido destinadas a la actividad turística, no pueden acceder a los recursos dispuestos por los programas gubernamentales, ya que las leyes ambientales en las que está involucrado el municipio así lo dictaminaron, principalmente después de su designación de Área Natural Protegida.

A pesar de la conservación y de que se ha visto un incremento en la masa forestal debido a la reducción de la actividad agrícola, la deforestación ha prevalecido, ya sea por las actividades relacionadas al aprovechamiento de madera, en algunos casos para la obtención de leña y en otros por la presencia de pequeños talleres de carpintería que ayudan a la población a tener recursos extra por falta de empleos en la zona.

Cabe mencionar que, en el PMDU, la dedicación de 4.88 ha con uso potencial turístico minero, puede ser al mismo tiempo un área dedicada a la reactivación minera, la cual terminaría por desdibujar el potencial turístico; no obstante, sería una fuente de empleo para la población local, pero el hecho de reactivarla no solo pone en riesgo el nombramiento como patrimonio mundial de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, al ecosistema y a su población, sino que podría desencadenar una serie de eventos relacionados con los procesos de remoción en masa, ya que esta actividad minera requiere una gran cantidad de madera que se obtendría de la zonas y que puede ocasionar mayor erosión en el suelo, afectando a personas ya asentadas en una zonas de riesgo.

Los desastres no son naturales, sino construidos socialmente; llegar a dicha afirmación no ha sido tarea sencilla, como tampoco lo ha sido construir un marco normativo que logre coordinar a las instituciones y a la población, con el objetivo de conocer sus necesidades y debilidades, así como su grado de vulnerabilidad.

Protección Civil del país, tras la revisión realizada, se ha encaminado a salvaguardar a la población durante las emergencias, por lo que se ha alejado de diseñar acciones que busquen la reducción de los elementos que construyen su vulnerabilidad y, por ende, su riesgo.

Ante esta situación, este trabajo plantea la necesidad de aplicar metodologías como la investigación forense de desastres, FORIN, que no solo analiza cómo reducir la vulnerabilidad sino cómo descubrir los verdaderos factores que generan el riesgo, con el objetivo de implementar acciones al momento de desarrollar planes de contingencia y zonas para la potencial reubicación de la población, sin volver a exponerla a otros riesgos.

Es por ello, que se reconoce que un enfoque básico que puede llevarse a cabo para una investigación forense puede ser el análisis retrospectivo longitudinal, el cual se enfoca en el desarrollo temporal de aquellos procesos que han producido desastres con anterioridad.

Por esta razón, debemos pensar que el desastre no solo se da a partir de un evento desencadenante que está temporalmente demarcado y espacialmente delimitado, sino que los desastres, al ser procesos sistemáticos, no se deben entender como eventos de un momento específico, sino como procesos que se van formando a lo largo del tiempo.

Conclusiones

Mineral de Angangueo, municipio que ha pasado de ser una zona de desastre natural —con carencia de planes de emergencia— a ser uno de los 132 Pueblos Mágicos de México, aún presenta desequilibrios en cuanto a la calidad de vida de su población, la cual es predominantemente rural, a pesar de que las actividades terciarias como el turismo pretendan señalar, mediante el uso de su historia y su valor ambiental, algo distinto.

La actividad turística es innegablemente, una parte importante de la economía de Angangueo, los programas de desarrollo del municipio así lo dictan, y los esfuerzos hacia el futuro así lo pretenden; sin embargo, no se debe olvidar que la población así como las autoridades deben encontrar la justa medida para lograr sus objetivos, contrario a lo que sucedió con la reubicación involuntaria de las familias afectadas por el desastre de 2010 hacia el Barrio Sustentable Monarca, el cual no termina

por cohesionarse con el municipio e incluso sus viviendas comienzan a perder su valor de uso por su valor de cambio al insertarse en plataformas como Airbnb, sin pensar que el riesgo del área no se ha desdibujado.

Para poder contribuir a una reducción del riesgo debe entenderse la necesidad de realizar una gestión del riesgo y que esta es un proceso sistémico complejo que consiste en una serie de decisiones, acciones y actividades, así como una coordinación transversal entre diferentes instituciones y actores sociales para comprender y transformar necesidades y debilidades expresadas en diferentes aspectos políticos, económicos y sociales de las comunidades, así como vincular a los sectores público, privado, social y académico para diseñar políticas de resiliencia pertinentes al espacio y grupos vulnerables; y finalmente, gestionar el riesgo localmente con el apoyo de la ciudadanía. Es decir, las autoridades locales y otros organismos públicos no deben limitarse a informar a la población de sus actividades y decisiones, deben trabajar en conjunto con la población a partir de sus problemáticas locales para buscar soluciones, oportunidades y mejoras que apoyen a la reducción de su vulnerabilidad y riesgos.

Referencias

Alcántara, I. (2000). Landslides: ¿Deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía UNAM*, (41), 7-25. https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n41/n41a2.pdf

Alcántara-Ayala, I. (2008). On the historical account of disastrous landslides in Mexico: the challenge of risk management and disaster prevention. *Advances in Geosciences,* (14), 159-164.

Alcántara-Ayala, I., López-García, J., & Garnica, R. (2012). On the Landslide Event in 2010 in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Angangueo, Michoacán, México. *Landslides, 9*(2), 263-273.

Atlas Nacional de Riesgos. (s.f.). *Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas.* Gobierno de México. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html

Carreño, G. (1983). *Angangueo, El pueblo que se negó a morir*. Impulsora Minera de Angangueo.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2001). *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. CONANP. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/40_libro_pm.pdf

CONURBA. (2010). *Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para la construcción del proyecto: Desarrollo Habitacional "Barrio Sustentable Monarca", en la localidad Las Mesas del Municipio de Angangueo, Michoacán.* Instituto de Vivienda del Estado de Michoacán.

Crozier, M. J. (1989). *Landslides: Cuases, consequences, and enviroment*. Routledge Press.

Datatur. (2019a). *Mineral de Angangueo. Datos de los Censos Económicos.* https://www.datatur.sectur.gob.mx/PueblosMagicos/16Mic.aspx#Mineral

Datatur. (2019b). *Información sobre Censos económicos en Pueblos Mágicos elaborado por INEGI.* https://www.datatur.sectur.gob.mx/PueblosMagicos/pminicio.aspx

Espinosa, L. M., Garduño, G. D., & Hernández, J. R. (2021). Deslizamientos y resiliencia comunitaria en Angangueo-Michoacán, México. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 30*(1), 257-273. https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n1.87582

Gobierno del Estado de Michoacán. (2011). Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Angangueo, Michoacán. *Periódico Oficial*, 25 de febrero del 2011. https://celem.michoacan.gob.mx/destino/2011/O4809po.pdf

Gobierno del Estado de Michoacán. (2012). Plan Municipal de Desarrollo Turístico para el Municipio de Angangueo, Michoacán. *Periódico Oficial,* 22 de junio del 2012. https://celem.michoacan.gob.mx/destino/2012/O6321po.pdf

Gobierno Municipal de Angangueo. (2022). *Reseña Histórica*. https://angangueo.gob.mx/tu-municipio/historia

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Integrated Research on Disaster Risk. (2011). *Forensic Investigations of Disasters: The FORIN Project (IRDR FORIN Publication No. 1)*. Integrated Research on Disaster Risk.

Ley General de Protección Civil. (2021). Nueva Ley publicada el 06 de junio de 2012. Última reforma publicada. *Diario Oficial de la Federación*, DOF 20-05-2021. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_200521.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022a). *Ecological Sciences for Sustainable Development, Monarch Butterfly.* UNESCO. http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/mexico/mariposa-monarca/

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022b). *Monarch Butterfly Biosfere Reserve.* UNESCO. https://whc.unesco.org/en/list/1290

Presidencia de la República. (2009). DECRETO que modifica el Artículo Primero del diverso por el que se declaró como Área Natural Protegida, con la categoría de Reserva de la Biosfera, la región denominada Mariposa Monarca, ubicada en los Municipios de Temascalcingo, San Felipe del Progreso, Donato Guerra y Villa de Allende en el Estado de México y Contepec, Senguio, Angangueo, Ocampo, Zitácuaro y Aporo en el Estado de Michoacán, publicado el 10 de noviembre de 2000. *Diario Oficial de la Federación*, DOF 03-11-2009. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5116823&fecha=03/11/2009#gsc.tab=

Rodríguez, H. I., Cuevas, A., & Arellano, A. (2016). La reubicación humana por desastre en Angangueo, Michoacán. Entre la participación y significación social. *Política y cultura,* (45), 53-77.

Ruiz, N., Casado, J. M., & Sánchez, M. T. (2015). Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. *Investigaciones geográficas*, (88), 146-162. https://doi.org/10.14350/rig.46476

Secretaría de Desarrollo Social. (2012). *Atlas de riesgos naturales de Angangueo, Michoacán.* SEDESOL.

Secretaría de Desarrollo Social. (2017). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017.* SEDESOL. http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Michoacan_005.pdf

Servicio Geológico Mexicano. (2020). *Panorama Minero del Estado de Michoacán.* SGM. http://www.sgm.gob.mx/pdfs/MICHOACAN.pdf

Smith, K. (1996). *Environmental Hazards. Assessing risk and reducing disaster.* Routledge Press.

Tilling, R. (1989). *Los peligros volcánicos.* Organización Mundial de Observatorios Vulcanológicos.

Capítulo XIV

Estudio del grado promedio de escolaridad en México como un aspecto de vulnerabilidad social 2022

Agustín Olmos Cruz

Resumen

El grado promedio de escolaridad se refiere al nivel educativo alcanzado por la población mayor de 15 años y es considerado un indicador fundamental para evaluar el desarrollo socioeconómico de un país. Se reconoce que una mayor preparación educativa facilita la incorporación de las personas en la vida económica, política y social de la nación. El objetivo de este trabajo es analizar el grado promedio de escolaridad en México como un aspecto clave del desarrollo económico. En este estudio, también se examina cómo la vulnerabilidad social afecta el proceso educativo en México. La vulnerabilidad social se ha convertido en un rasgo dominante en el modelo de formación educativa en las últimas cuatro décadas, y se analiza cómo esto influye en el nivel educativo de la población y dificulta su integración en el ámbito laboral.

Palabras clave: *educación, grado promedio de escolaridad, desarrollo económico, competencias*

* Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México

[A] *aolmosc@uaemex.mx*

Introducción

El grado promedio de escolaridad es un indicador que sintetiza el desempeño histórico acumulado del sistema educativo nacional, es un factor básico para fomentar la incorporación completa de las personas a la vida económica, política y social de una nación (Robles, 1995). La educación como ningún otro componente del desarrollo socioeconómico ejerce una influencia directa para aminorar las disparidades sociales y culturales, robusteciendo los valores cívicos y morales que se

construyen en la colectividad de un lugar y se constituye como un indicador de la política pública, que muestra el trabajo de los gobiernos en pos de mejorar el nivel de vida de los ciudadanos.

El estudio del grado promedio de escolaridad en México es un indicador del desarrollo económico basado en la preparación educativa de las habilidades profesionales de los habitantes, que permite observar la correspondencia entre el nivel de preparación de la población y la empleabilidad; así, se identifican las debilidades y las fortalezas del sector educativo en el país, con la finalidad de valorar cómo la población se integra productivamente a este mundo globalizado de manera económica y comercial.

Al estudiar a la población por región económica, se revela cómo participan las autoridades de los estados en el servicio educativo. Cabe destacar que existen disparidades que se perciben en la dotación del servicio y, en este sentido, la brecha que se establece entre estados se observa difícil de aminorar, a pesar del incremento manifestado por el Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (INEE, 2018).

En el presente capítulo se analiza el grado promedio de escolaridad en México por regiones económicas con la finalidad de evaluar el incremento que se ha tenido e identificar las entidades que más han progresado y aquellas que no han tenido mayor impulso, no obstante, los esfuerzos notables para atender este rubro de mejorar el aprovechamiento educativo.

También se revisó cómo interviene la vulnerabilidad social en el proceso educativo, ya que, aunque se percibe un incremento en la escolaridad total, todavía persisten brechas entre la población que no asiste a la escuela por su condición de pobreza y bajos ingresos. En este sentido, a partir de que se sistematizó el estudio de la marginación en México, se identificaron desigualdades en el nivel y grado de desarrollo entre entidades federativas y entre regiones, lo cual se refleja en las condiciones de vida.

Consideraciones teóricas y normativas

De acuerdo con la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2019), el grado promedio de escolaridad:

es un indicador que refiere al número promedio de grados escolares aprobados por la población de 15 años y más. Puede considerarse como un patrón de medida, que permite la comparación a nivel internacional y mide el grado de desarrollo económico de un país. (p.53)

Son doce grados los que en teoría una persona debe estudiar en México obligadamente, sin considerar la educación superior (Tabla 1).

Tabla 1

Número de grados cursado y el equivalente a años estudiados

Nivel de instrucción		Años acumulados (grados de escolaridad)
Sin instrucción		0
Primaria	1º	1
	2º	2
	3º	3
	4º	4
	5º	5
	6º	6
Secundaria o equivalente	1º	7
	2º	8
	3º	9
Bachillerato, preparatoria o equivalente	1º	10
	2º	11
	3º	12

Nota. Tomado de INEGI (2020).

Marco normativo de la educación en México

Este estudio se fundamenta en los artículos 3º y 31 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y su reglamentación en la Ley General de Educación, que establece que es el Estado

quien tiene la obligación de proporcionar el servicio educativo a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y en las entidades federales instituciones similares.

La educación es el pilar fundamental de un país, estado, región o municipio y cumple la función y condición de transmitir a las nuevas generaciones los conocimientos, las tradiciones, las creencias y hábitos de las anteriores. El papel formativo del individuo es un aspecto crucial que debe proporcionar la SEP, para el fortalecimiento de los conocimientos, habilidades, valores y actitudes de los individuos, todo basado en principios de democracia, justicia y libertad, que propicien un desarrollo armónico y fomente las capacidades científicas humanistas y tecnológicas para el buen desempeño profesional (SEP, 1989).

Aspecto teórico

Colocar a la escuela en el centro del sistema se establece como el eje rector del desarrollo económico, pues se considera que en esta se obtienen los conocimientos y las habilidades profesionales que el estudiante necesita para insertarse en el ámbito laboral y convertirse en mano de obra calificada, lo cual ayuda y fortalece el desarrollo local, regional y general del país. Es categórico afirmar que la actividad educativa no tendría sentido si no fuera por los objetivos estratégicos que tiene que cumplir, es decir, proporcionar a los ciudadanos una sólida formación académica con conocimientos útiles para su vida diaria y para integrarse a los medios de producción (INEE, 2013).

Sin embargo, se ha observado que tener estudios de nivel medio superior no es suficiente, pues una parte de la población, a pesar de contar con estudios de este nivel, no está integrada al ámbito laboral; lo anterior, es debido a que el modelo económico no lo permite, ya que no se desarrollan habilidades profesionales, lo que provoca frustración. Al respecto, Bauman (2009) indicó que la sociedad actual tiene un nivel de insatisfacción y deseo permanente, que promueve la emoción por encima de la razón, en este sistema de consumo que depende de la propia existencia y pertenencia a una sociedad, que en contextos como los de México se alientan mucho el goce de las cosas instantáneas y luego desecharlo.

Por su parte, Dussel (2001) mencionó que:

> La globalización conecta cada rincón de la tierra, y paradójicamente es un sistema que excluye a la mayoría de la humanidad, generando nuevos fenómenos sociales, que llevan a los seres humanos a la irracionalidad de la existencia la vida humana. (p.138)

Hizo lo propio Horkheimer (2002), cuando afirmó que:

> la sociedad tiene su naturaleza viva en la economía y en sus formas de producción, por lo tanto, se torna mercantilista, y en este sentido se generan clases sociales, que estarán divididas por su participación en el sistema económico. La clase despojada de los medios de producción se convierte en un elemento más del sistema económico capitalista, que entrelaza una sinergia entre el explotador y el explotado y que trastoca la propia racionalidad y la convierte en una forma opresiva de vida. (p.95)

Mientras que Arnaut y Giorguli (2010) mencionaron que el sistema educativo mexicano ha tenido altibajos en la administración del programa, pues llegó un momento que fue controlado por el Sindicato Nacional de Trabajadores al Servicio del Estado (SNTE), que organiza y promociona la contratación del personal docente sin los méritos académicos suficientes. Se subraya este tema por su importancia en la atención que brindaban, teniendo bajos resultados en el aprovechamiento; en este sentido y desde hace más de cuarenta años, la población más afectada ha sido la de entidades como Guerrero, Oaxaca, Chiapas, algunas regiones del Estado de Puebla y otras del Estado de Veracruz y Michoacán que, por el alto rezago educativo, se le considera vulnerable.

El modelo educativo mexicano está basado en las teorías de la reproducción, que se enmarcan en el campo de la sociología de la educación, el cual es un medio que reproduce o perpetúa las relaciones sociales desiguales vigentes y postula que la lucha puede darse en el plano ideológico dentro de la práctica escolar. Un representante de esta ideología es Bourdieu (1996), quien consideró que, al hablar de educación, la familia es el primer marco de referencia, al cual hay que aludir y que debido a su naturaleza y estructura es la que imparte las primeras lecciones pedagógicas; es decir, es su

capital cultural y, por ende, de este dependerá el nivel de desarrollo del individuo, independientemente de sus estudios (Olmos, 2018).

De acuerdo con Bourdieu (2012), la escuela formal y la cultura del entorno han sido instauradas por el sistema capitalista y estas generan la práctica para mantener la reproducción de las clases sociales que, en ese sentido, logra perpetuar y legitimar los intereses de unos cuantos, pues establece expectativas de vida subjetivas, adaptándolas al régimen de oportunidades objetivas que dan los sectores económicos vigentes; por lo tanto, este sistema se considera legitimador de una violencia simbólica encargada de reproducir las relaciones económicas y sociales existentes y continuar con los esquemas de explotación, lo que afecta y vulnera a la población con estudios.

Para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el término *vulnerabilidad* se utiliza con frecuencia en círculos intelectuales y gubernamentales de América Latina.

> Los fuertes impactos sociales provocados por los programas de ajuste tienen responsabilidad en la incorporación de esta nueva terminología. Sin embargo, no se observa gran precisión conceptual cuando se hace referencia a la vulnerabilidad social y la mayoría de las veces se la confunde con pobreza.
>
> El concepto de vulnerabilidad social tiene dos componentes explicativos. Por una parte, la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto provocado por algún tipo de evento económicosocial de carácter traumático. Por otra parte, el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento. (Pizarro, 2001 como se citó en Dueñas, s.f.)

Berenice (2021) consideró que la vulnerabilidad social es un proceso que genera una desigualdad o desventaja social y ambiental que crea crisis y estrés, en el cual los adultos mayores están propensos a las desigualdades y riesgos.

Para la realización de este estudio y después de indagar, se encontró que el paradigma sociocrítico fundamenta el carácter autorreflexivo y considera que el conocimiento se construye siempre

por intereses que parten de las necesidades de los grupos. Por lo tanto, "el significado de la teoría crítica radica en el análisis de las sociedades altamente desiguales e injustas" (Mora, 2010 como se citó en López & Pinto, 2017, párr.3). "Utiliza la reflexión y el conocimiento interno y personalizado para la comprensión de la situación de cada individuo, descubriendo sus intereses a través de la crítica" (Alvarado & García, 2008 como se citó en López & Pinto, 2017, párr.2).

Por tanto, en este apartado se fortalece la idea de que estudiar no basta para poder integrarse al ámbito laboral, pues como lo establece la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2004), los alumnos no tienen los estándares internacionales suficientes y su desempeño sigue siendo bajo, por lo que es difícil la integración al ámbito laboral de manera inmediata y esto vuelve a la población vulnerable y marginada.

Metodología

La metodología utilizada es de tipo descriptivo que, según Hernández et al. (2014), "permite describir situaciones y eventos" (p.66) y, de esta manera, conocer cómo se manifiesta determinado fenómeno. Se contemplaron las siguientes etapas:

1. Buscar información bibliográfica de diversas fuentes institucionales como son Servicios Educativos Integrados al Estado de México (SEIEM), la Escuela Normal de Estudios Superiores del Valle de Toluca, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el INEE y datos estadísticos proporcionados por la SEP y el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE).
2. Establecer criterios de clasificación que se desea presentar con la finalidad de que los datos sean entendibles.
3. Establecer la relación y realizar una comparación entre regiones del grado promedio de escolaridad.

Las etapas anteriores se apoyaron con bibliografía sobre regionalización económica de Bassols (2012), que estableció los criterios naturales que son útiles para organizar la información obtenida por entidad y región; de esta manera, se presentan los datos en tablas y se establece el análisis y las discrepancias.

Los criterios de análisis utilizados fueron el territorio nacional, la población total existente, la población educativa y la población de 15 años y más que ya no estudia, la población económicamente activa y la población marginada de 12 a 29 años; con ello, se realizó la descripción, la comparación y la discrepancia del indicador.

El indicador se calculó de la siguiente manera: PR = (Pn x n) /P

Donde:

PR = promedio de escolaridad de la población de 15 años y más.

Pn = población de 15 años y más con n grados de estudios aprobados.

n = número de grados de estudio aprobados.

P = Población de 15 años y más.

Resultados

La república mexicana forma parte de una comunidad de países que comparten una geografía común y un universo cuyas leyes y principios rigen al planeta entero; sin embargo, la distinguen características físicas y humanas que muestran la realidad de su entorno, el espacio físico donde se desenvuelve la vida de los mexicanos y las relaciones propias. Partir de este conocimiento nos permite descubrir dónde estamos, quiénes somos y cómo nos encontramos, para avanzar después, identificando físicamente cuáles son las debilidades y fortalezas que se tiene como nación; en este sentido, se exponen los resultados sobre el grado promedio de escolaridad, que es un indicador del grado de desarrollo socioeconómico del país.

México tiene una extensión territorial de 1 964 375 km^2 y, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, cuenta con una población de 126 014 024 habitantes, por lo que ocupa el onceavo lugar a nivel mundial. La edad mediana es de 29 años. En cuanto a la población económicamente activa, 62 de cada 100 personas de 12 años y más son económicamente activos, la tasa de participación es de 75.8% en hombres y 49.0% en mujeres (INEGI, 2020b).

Respecto a la tasa de alfabetización, esta se redujo en 2020 a 4.7%. Situación que permitió el incremento del promedio de escolaridad de la población de 15 años y más, que es de 9.7% en 2020.

Aprovechamiento educativo

El aprovechamiento educativo es el resultado en pruebas o exámenes normalizados que miden los conocimientos o competencias en una materia específica. Se utiliza como indicador de la calidad de la educación en un sistema educativo, o para efectuar comparaciones entre varios centros docentes y se matiza con el grado promedio de escolaridad.

En nuestro país, durante las últimas tres décadas, el grado promedio de escolaridad se ha ido incrementando; en el año 2000, este era de 7.7 grados, es decir, equivalente casi a segundo de secundaria; en 2010 se incrementó a 8.63, equivalente casi a tercero de secundaria; y, en el año 2020, pasó a 9.74 grados, casi primer año de bachillerato (INEGI, 2020a). Este indicador sirve para realizar comparaciones a nivel internacional, por ello, cabe mencionar que en los países industrializados el promedio de la población alcanza los 15 grados escolares.

Las dificultades que presenta el sector educativo para mejorar el grado promedio de escolaridad, se deben de cierta manera a la topografía del territorio nacional, que es muy irregular, diversa y con altitudes diferentes; esto genera barreras debido a las grandes distancias y la falta de vías de comunicación que hay que transitar para llegar a las escuelas, lo que provoca que no se tenga la certeza del buen aprovechamiento.

En esta condición están las entidades de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Michoacán y Puebla, motivo por el cual se cuenta con un grado promedio de escolaridad de 9.7, lo que representa que la población mayor a 15 años cuenta con un nivel de estudios de casi primero de bachillerato; sin embargo, los contrastes entre entidades son grandes, mientras la Ciudad de México y Nuevo León es de 10.1 grados, es decir, que supera el primer año de bachillerato y representa el 62.5%, el estado de Chiapas cuenta con un grado promedio de 7.7, es decir, su nivel educativo es superior al primer año de secundaria y representa el 48% de manera general.

De acuerdo con INEGI (2020b), en México, la población económicamente activa representa el 49.2% (Tabla 2), de los cuales el 44.9% cuenta con un empleo y el 4.3% no ha logrado insertarse en el ámbito laboral. Del total de la población económicamente activa, el 16.5% es profesionista con empleo; el 27.7% tiene un nivel de estudios de secundaria, de los cuales el 15.7% es población ocupada en el sector comercio y el 12% en sectores como la construcción, la transformación y el campo.

Tabla 2

Datos generales de México 2020

Año 2020	Población	Porcentaje
Población total de México	126,014,024	100%
Población total económicamente activa de México	62,050,000	49.2%
Población económicamente activa con empleo	56,600,000	44.9%
Población económicamente activa sin empleo	31,064,024	24.1%
Población total educativa	32,900,000	26.1%

Nota. Tomado de INEGI (2020b).

Desde la perspectiva productiva, la marginación se considera como un fenómeno multidimensional y estructural, originado por el modelo de producción económica que promueve la desigualdad en la distribución del progreso, que excluye a diversos grupos sociales, tanto en el proceso como en los beneficios; así se tienen regiones donde hay serias dificultades para obtener un empleo, siendo estas: la región norte con un 84% de dificultad, la región centro con un 81% y la península de Yucatán con un 79%. Las mayores dificultades se presentan en jóvenes con escolaridades de bachillerato (76%), con licenciatura (83%) y con posgrado (79%) (Téllez, 2020).

Grado promedio de escolaridad por regiones

En la Tabla 3, se clasifica el grado promedio de escolaridad por entidades federativas y regiones socioeconómicas. Se destacan las regiones que cuentan con el promedio más alto y más bajo, esto es, la región Noreste con 10.40 grados en contraste con la región Sur que es de 8.09 grados; por su parte, Chiapas es la entidad con el indicador más bajo del país con 7.78 grados.

En la Tabla 3, se muestra el comparativo por entidad, agrupado por región económica. La entidad con mayor nivel educativo es la Ciudad de México con 11.48 grados, que equivale al segundo grado del nivel de bachillerato y representa el 68.7% del total general; en contraste, la entidad con menor nivel educativo es Chiapas con 7.78 grados, que equivale a primer año de secundaria y representa el 48% del total.

Tabla 3

Grado promedio de escolaridad por región socioeconómica de México 2020

Noroeste		Norte		Noreste		Centro-Norte		Centro-Occidente	
Baja California	10.20	Chihuahua	10.00	Nuevo León	10.74	Zacatecas	9.25	Nayarit	9.73
B.C.S.	10.34	Coahuila	10.43	Tamaulipas	10.09	San Luis Potosí	9.61	Jalisco	9.90
Sonora	10.40	Durango	9.75					Aguascalientes	10.35
Sinaloa	10.22							Guanajuato	9.04
								Colima	10.05
								Michoacán	8.60
10.29		**10.06**		**10.41**		**9.43**		**9.61**	
Centro		**Sur**		**Este**		**Península de Yucatán**		**Nacional**	
Querétaro	10-48	Guerrero	8.37	Veracruz	8.75	Campeche	9.63		
Estado de México	10.08	Oaxaca	8.12	Tabasco	9.69	Yucatán	9.59		
CDMX	11.48	Chiapas	7.78			Quintana Roo	10.24		
Hidalgo	9.37								
Morelos	9.84								
Tlaxcala	9.83								
Puebla	9.16								
10.03		**8.09**		**9.22**		**9.82**		**9.74**	

Nota. B.C.S. = Baja California Sur; CDMX = Ciudad de México. Elaborado con datos de INEGI (2020b).

En la región sur que agrupa a las tres entidades con el grado promedio más bajo, se puede establecer la relación con el nivel de desarrollo económico, el cual se considera bajo, y donde la marginación y pobreza se manifiestan de manera contundente; en esta región, la topografía, la distancia y las vías de comunicación son obstáculos que hay que atender para lograr elevar el nivel educativo.

Con respecto al incremento que se ha tenido en los últimos cinco años, hay esfuerzos notables por parte de entidades federativas como las que se encuentran en la región centro-occidente con un incremento de un 15%, es decir, pasó de un 45% a un 60%. Las demás regiones no tuvieron porcentajes significativos, pues no llegaron al grado; quienes más se acercaron fueron la región Centro-norte y la región Península. En la Tabla 4 se presenta esta comparación y el incremento.

Tabla 4

Grado de escolaridad, comparativo regional entre 2015 y 2020

Región	Grado promedio de escolaridad 2015	Grado promedio de escolaridad 2020	Incremento
Región Noroeste	9.8	10.29	0.49
Región Norte	9.5	10.06	0.56
Región Noreste	9.9	10.41	0.51
Región Centro Norte	8.7	9.43	0.73
Región Centro-Occidente	7.3	9.61	2.31
Región Centro	9.4	10.03	0.63
Región Sur	7.5	8.09	0.59
Región Este	8.7	9.22	0.52
Región Península de Yucatán	9.1	9.82	0.72
Nacional	9.2	9.74	0.54

Nota. Elaborado con base en datos de INEGI (2015, 2020a).

En este apartado, se resaltan las semejanzas de los datos obtenidos en el estudio, que ayudan al entendimiento de la realidad como conjunto articulado de la exclusión social y la marginación, derivados de la estructura económica actual de consumo. La desigualdad persiste debido a la pobreza, la pertenencia a las etnias y al idioma que frenan los avances de la educación, aunado a la poca o nula capacitación del personal docente en tecnologías, que genera una brecha digital más amplia (INEE, 2018).

Ante este panorama, el grado promedio de escolaridad no permite el desarrollo productivo del país. Aunado a ello, la crisis sanitaria por COVID-19, dejó al descubierto las desigualdades sociales exacerbadas por un sistema económico alineado a los vaivenes del mercado: empleos sin seguridad social, sector informal creciente, un sistema de salud ineficiente y desvalijado y, sobre todo, la baja empleabilidad a pesar de los grados de estudio.

Discusión

En este capítulo se mostró el grado promedio de escolaridad de la población mayor de 15 años en México, que ha ido en aumento en los últimos años; esto derivado de la obligatoriedad de la educación hasta el nivel medio superior, objetivo que se ha trazado el Sistema Educativo Nacional (SEN) de vista hacia el futuro, valorando las nuevas tendencias del conocimiento y preparación en el desarrollo tecnológico que están transformando a todas las sociedades del mundo.

El SEN pugna por una educación incluyente e igualitaria, apoyando en mayor medida a la población más vulnerable, con la finalidad de incrementar la escolaridad en estos grupos sociales. Es conocido que las condiciones geográficas, socioeconómicas y culturales no permiten avanzar por las condiciones de pobreza, por lo tanto, la escolaridad avanzará muy lentamente, esperando que los conocimientos que se imparten fomenten las habilidades profesionales requeridas y, con esto, haya mayor desarrollo en cada entidad federativa y región.

Conclusiones

En este capítulo, a través de datos estadísticos, se ha bosquejado la realidad educativa de México; entre los datos se destaca que la población de 15 años y más asistió a la escuela en promedio 9.7 años de su vida, siendo el promedio de escolaridad mayor entre los hombres que entre las mujeres.

El análisis del grado promedio de escolaridad en el país, da un panorama de cómo el Sistema Educativo Nacional está atendiendo a la población en edad escolar, con la finalidad de lograr que la población complete los niveles de educación obligatoria; sin embargo, las condiciones socioeconómicas inciden en el logro de dicho objetivo.

Además, conocer el grado de escolaridad de la población, por entidad y región, permite medir el nivel de compromiso de las autoridades estatales con respecto a la alfabetización de su población; asimismo, al revisar el avance, se puede visualizar el futuro de México en el desarrollo socioeconómico.

En este sentido, se concluye que es imperante que: (a) La población mayor de 15 años mejore su nivel de estudios; (b) La educación que se imparta transmita a los estudiantes las habilidades pro-

fesionales requeridas por entidad para su desarrollo económico; (c) El Sistema Educativo Nacional sea más incluyente, equitativo y apoye a la población más vulnerable y marginada; (d) El grado promedio de escolaridad se siga monitoreando para contrastarlo con la empleabilidad y el desarrollo económico de cada entidad y región.

Referencias

Arnaut, A., & Giorguli, S. (2010). *Los grandes problemas de México.* Colegio de México.

Bassols, B. A. (2012). *Geografía socioeconómica de México. Aspectos físicos y económicos por regiones*. Trillas.

Bauman, Z. (2009). *Vida de consumo.* Fondo de Cultura Económica.

Berenice, R. B. (2021). ¿Cuál es el concepto de vulnerabilidad Social? *Aleph.* https://aleph.org.mx/cual-es-el-concepto-de-vulnerabilidad-social

Bourdieu. P. (1996). *La Reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza.* Fontamara

Bourdieu, P. (2012). *Bosquejo de una teoría de la práctica*. Prometeo.

Dussel, E. (2001). *Filosofía de la liberación.* Primero editores.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.

Horkheimer, M. (2002). *Crítica de la razón instrumental.* Trotta.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años por entidad federativa según sexo, años censales seleccionados 2000 a 2015.* INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/pxweb/pxweb/es/Educacion/-/Educacion_05.px/table/tableViewLayout2/?rxid=85f6c251-5765-4ec7-9e7d-9a2993a42594

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020a). *Cuéntame de México*. INEGI. https://cuentame.inegi.org.mx/ Escolaridad.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020b). *Población total por entidad federativa y grupo quinquenal de edad según sexo, 1990 a 2020*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Poblacion_Poblacion_01_e60cd8cf-927f-4b94-823e-972457a12d4b

Instituto Nacional para la Evaluación Educativa. (2013). *Reforma Educativa.* INEE.

Instituto Nacional para la Evaluación Educativa. (2018). *La educación obligatoria de México, informe 2018*. INEE.

Olmos, C. A. (2018). Los logros de la Reforma Educativa. En, *Enrique Peña Nieto. El arquitecto del México posmoderno.* Conocimiento y Saber/Siglo XXI.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2004). *Estudios económicos de la OCDE: México.* OCDE.

Robles, T. G. (1995). El grado promedio de escolaridad: un ejemplo de integración de la información en la práctica del analista de políticas públicas. *Gestión y Política, 4*(2), 383-430.

Secretaría de Educación Pública. (1989). *Informe de Labores 1988-1989*. Dirección General de Planeación, Programación y Presupuesto de la SEP.

Secretaría de Educación Pública. (2019). *Lineamientos para la formulación de indicadores educativos*. SEP. https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/lineamientos_formulacion_de_indicadores.pdf

Téllez, C. (2020). 7 de cada 10 jóvenes mexicanos tienen dificultad para encontrar trabajo. *El Financiero.* https://www.elfinanciero.com.mx/economia/7-de-cada-10-jovenes-mexicanos-tienen- dificultad-para-encontrar-trabajo-estudio/

Retos para el desarrollo territorial:

diferentes reflexiones

Esta obra se terminó de producir en julio de 2023.

Su edición y diseño estuvieron a cargo de:

Qartuppi®

Qartuppi, S. de R.L. de C.V.

https://qartuppi.com

Esta obra se edita bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Retos para el desarrollo territorial: *diferentes reflexiones* contribuye con temas emergentes para reflexionar sobre diferentes contextos de la sociedad, que posibilitan el desarrollo territorial. Utilizando herramientas como los sistemas de información geográfica, y bajo la construcción de formas prospectivas y estratégicas del territorio, la obra plantea escenarios futuros de índole socioeconómico, cultural, ambiental y de salud.

ISBN 978-607-8694-41-9

DOI 10.29410/QTP.23.04

Qartuppi®