

LOSS OF BIODIVERSITY DUE TO CLIMATE CHANGE: PUEBLA IN THE CONTEXT
OF GLOBAL DISRUPTIONS

ZAIRA
RAMÍREZ-APUD LÓPEZ¹

SERGIO M.
BARREIRO ZAMORANO²

GUADALUPE
AZUARA-GARCÍA³

Resumen

El cambio climático no es un proceso aislado del resto de problemas que afronta el planeta Tierra. A mayores temperaturas promedio, muchos ecosistemas y asentamientos humanos son cada vez más vulnerables; por ello, se habla de disrupciones globales en construcción. Este artículo tiene la finalidad de analizar el impacto que genera el cambio climático en la pérdida de la biodiversidad en el estado de Puebla, a través de una revisión crítica de las actividades antropogénicas. Para el análisis de la problemática se buscaron fuentes oficiales, así como el registro fotográfico de los impactos generados al ambiente. El análisis parte de un reconocimiento de los contextos urbanos y rurales, incluidas las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado y áreas colindantes. Con esa base se observó una pérdida de la vegetación primaria que sumó 500 km² de bosques en el estado de 2003 a 2019, agravada durante la pandemia en la zona metropolitana de Puebla; pérdida de superficie agrícola y pérdida de diversidad de cultivos comestibles de acuerdo al índice de Margalef (8.3 en 2003 a 8.1 en 2019). Sin embargo, se recuperan prácticas sociales de comunidades campesinas que han logrado, desde un entorno biocultural, hacer aportaciones a la adaptabilidad de las especies al cambio climático, según el incremento de la abundancia relativa de los cultivos medido con el índice de Shannon, con valores de 2.3 a 2.6 en 2003 y 2019, respectivamente, y con ello aunar a la soberanía alimentaria y a la resiliencia de los agroecosistemas.

Palabras clave: cambio de uso de suelo, prácticas agroecológicas, contexto disruptivo.

Abstract

Climate change is not a process isolated from the rest of the problems that planet Earth has. At higher average temperatures, many ecosystems and human settlements are increasingly vulnerable, which implies global disruptions under construction. The purpose of the research is to analyze the impact generated by Climate Change in the loss of biodiversity in Puebla State through a critical review of anthropogenic activities. To analyze the problem, official sources were reviewed, as well as photographic records of impacts generated in the environment. The analysis is based on a recognition of the urban and rural contexts, including the Protected Natural Areas of the state and their adjacent areas. Based on this, a loss of primary vegetation of 500 km² of forests is observed in the State from 2003 to 2019, which worsened during the pandemic in the metropolitan area of Puebla; with the loss of agricultural area and the loss of diversity of edible crops according to the Margalef index (8.3 in 2003 to 8.1 in 2019). However, the social practices of peasant communities have managed, from a biocultural environment, to make contributions to the adaptability of species to climate change, according to the increase in the relative abundance of crops measured with the Shannon index, with values ranging between 2.3 and 2.6 in 2003 and 2019 respectively, and thus, contributing to food sovereignty and the resilience of agroecosystems.

Key words: land use change, agroecological practices, disruptive context.



¹ Instituto de Ciencias (ICUAP) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Profesor Investigador. Doctora. Puebla, México. E-mail: zaira.ramirezap@correo.buap.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9912-8316>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=en&pli=1&user=NGCgcocAAAAJ>

² Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Coordinador del Centro de Investigación en Biodiversidad, Alimentación y Cambio Climático. Maestro. Puebla, México. E-mail: sergio.barreiro@correo.buap.mx ORCID: 0000-0002-7776-1110

³ Instituto de Ciencias (ICUAP) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Becaria Posdoctoral CONAHCYT. Doctora. Puebla, México. E-mail: guadalupe.azuara@viep.com.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7605-0413> Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=ZA0zV5kAAAAJ>



INTRODUCCIÓN⁴

El cambio climático no es un proceso aislado del resto de problemas que afronta actualmente el planeta Tierra como sistema complejo. Las transformaciones del medio por actividades humanas, generalizadas con el término antropización, se caracterizan por causar un grave deterioro ambiental que contribuye a acelerar la velocidad del incremento de la temperatura global, según lo demuestran los registros disponibles de hace más de dos mil años (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023). A mayores temperaturas promedio, muchos ecosistemas y asentamientos humanos se vuelven más vulnerables, acrecentando los niveles de deterioro en un ciclo de retroalimentación perjudicial para la vida en el planeta. Por ello, se habla de disrupciones globales en construcción (IPCC, 2023), pues el calentamiento global y las formas de apropiación de la naturaleza asociadas, arrojan cada vez más problemas y crisis ambientales de una mayor complejidad e imbricación que de no cambiar radicalmente su trayectoria, se puede llegar a un punto de no retorno para la existencia de la vida tal como se conoce ahora.

Los procesos de urbanización, o los de instalación de megaproyectos extractivistas, provocan pérdidas de sus ecosistemas circundantes, incluidos los compartimentos ambientales suelo, agua y componente agrobiodiversidad; este último relacionado directamente con la producción de alimentos, desde la perspectiva agroecosistémica.

No hay territorio que esté exento de las consecuencias de la contaminación, degradación, destrucción y sobreexplotación de la naturaleza y de sus recursos, ni de su combinación con los efectos del cambio climático en los ecosistemas y en las áreas

urbanas; por ello, en este artículo se puntualizan algunos procesos con tendencias disruptivas que se construyen en el estado de Puebla. El objetivo es visibilizarlas y aportar evidencia para corregir su trayectoria desde un ámbito local.

Teniendo en cuenta las anteriores afectaciones, y con base en la reflexión y análisis de los modelos de proyección climática generados por el IPCC (2023), se llega a la conclusión de considerar al cambio climático como un fenómeno que incrementa la dinámica del sistema.

El cuidado del ambiente adquiere una particular relevancia considerando que a nivel mundial se ha reportado que más de la mitad del Producto Interno Bruto (PIB) del planeta depende de la naturaleza, y cerca de mil millones de personas dependen de los bosques para su subsistencia (ONU, 2024).

DESARROLLO

Temperatura y precipitación promedio en el estado de Puebla

Como punto de partida, es importante describir para el estado de Puebla las dos principales variables climáticas en las que se fundamenta el cambio climático: temperatura y precipitación. Para ello, se retoma el Reporte Climático Quincenal del Estado de Puebla, emitido por la Secretaría de Medio Ambiente Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial (SMADSOT, 2023), con los datos del periodo 1985-2022. Para el caso de la temperatura, el año 2022 reporta una temperatura media anual de 18.7°C, siendo el tercer año más cálido del periodo de 1985- 2022, como se muestra en la Figura 1.

⁴ Artículo original y derivado del proyecto de investigación titulado: "Pérdida de Biodiversidad por Cambio Climático", Puebla, México.

Figura 1

Variabilidad climática en el estado de Puebla



Fuente: elaboración propia, con base en el SMADSOT (2023).

Si la temperatura promedio de Puebla en el año 1985 fue de 17.1°C, y en el año 2022 llegó a 18.7°C, el incremento del periodo supera 1.5°C, medida que el propio IPCC (2023) había planteado como límite en su último reporte. Si se consideran los datos promedio que indica el INEGI, el incremento es de 1.3 grados en los últimos 30 años; sin embargo, la tendencia continúa siendo al alza, ya que la temperatura promedio de los últimos 10 años se mantienen por encima de los promedios históricos (SMADSOT, 2023).

De acuerdo con el mismo reporte, el promedio de precipitación del año 2022 en Puebla apenas llegó a 934.4 mm, siendo la cifra más baja en los últimos 37 años, y la segunda más baja desde 1941 (CONAGUA, 2023; como se citó en SMADSOT, 2023). De ello se derivan los cada vez más largos e intensos periodos de sequía en casi todas las regiones del estado.

Islas de calor urbanas

La mayor cantidad de concentración de procesos con combustión fósil se da en las zonas urbanas, donde la temperatura se incrementa mucho más, por ello se les llama islas de calor urbana, donde se observa un mayor incremento de la temperatura en comparación con las áreas rurales, con una diferencia de hasta 4°C o más, de acuerdo con Blender (2015), lo que trae como consecuencia aumento en la absorción solar, aumento de calor debido a los materiales de construcción, emisión de calor antropogénico y contaminantes atmosféricos, entre otros.

RESULTADOS

Con base en las tendencias de temperatura y precipitación, algunos datos de cómo ha impactado el cambio climático en el estado de Puebla se observan en los volcanes del estado, por ejemplo, el glaciar del Popocatepetl fue declarado extinto oficialmente en 2001, por efecto del cambio climático y actividad volcánica. En 2018 fue declarado extinto el glaciar Ayoloco en el volcán Iztaccíhuatl (ver Figura 2), conocida por los antiguos de las culturas originarias como Iztacteteo la diosa blanca por sus nieves perpetuas. Esto ha ocasionado grandes alteraciones en los ciclos biológicos naturales y ciclos biogeoquímicos (Ramírez-Apud y Barreiro, 2023).

Problemática de la Matlalcuéyatl o Malintzin

Las afectaciones ecosistémicas de estos procesos en la montaña son múltiples, están interrelacionadas y repercuten en el Valle de Puebla y su población metropolitana. Dentro

de los problemas ambientales detectados en el Parque Nacional de la Malintzi se reportan:

- Cultivos de maíz sustituyendo al bosque encino-pino.
- Cultivo de frijol en la zona forestal en área del Parque Nacional “La Malintzi”.
- Tala clandestina en la zona del Parque Nacional.
- Comercio de madera para combustible
- Zona de bosque afectada por plaga del descortezador de pino *Dendroctonus mexicanus*, entre otros.
- Modificación del cambio de altitud del muérdago amarillo (de 3000 msnm a 3500 msnm) a causa del cambio climático.
- Pérdida de áreas de recarga hídrica por deforestación y cambio de uso de suelo.

La tala clandestina en el Parque Nacional “La Malintzi”, como la mayoría de las montañas, ha reportado cambios de uso de suelo significativos desde el año 2000 (ver Figura 6).

Figura 2

Imagen de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, en el estado de Puebla



Fuente: fotografía de Sergio M. Barreiro Zamorano.

Figura 3

Cambio de uso de suelo en el Parque Nacional “La Malintzi”



Fuente: fotografía de Sergio M. Barreiro Zamorano.

Figura 4

Afectación por plaga de descortezador en poblaciones de pino en varias especies



Fuente: fotografía de Sergio M. Barreiro Zamorano.

Figura 5

*La plaga de descortezador y su afectación a poblaciones de oyamel *Abies religiosa**



Fuente: fotografía de Sergio M. Barreiro Zamorano.

Figura 6

Tala clandestina en el Parque Nacional “La Malintzi”



Fuente: fotografía de Sergio M. Barreiro Zamorano.

En ese contexto, en la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala hasta la fecha, la leña es el principal energético primario producido y consumido regionalmente (Calixto, 2015); sin embargo, la tala de árboles en la Matlalcuéyatl ha sido más intensa en los últimos años y las escasas ganancias forestales que algunos municipios metropolitanos alcanzaron del año 2000 a 2018 se convirtieron nuevamente en pérdidas a partir de la pandemia por COVID-19 (Azucara-García, Palacios y Villegas, 2023). Por otra parte, la montaña ha sido afectada por la presencia de plagas como el descortezador del pino, que se ha extendido a otros gradientes altitudinales por el incremento de la temperatura. Al no poder adaptarse a ese calentamiento sostenido, el coleóptero acelera sus ciclos de reproducción generando una sobrepoblación que arrasa con poblaciones de árboles de pino y oyamel, afectando la biodiversidad de los bosques (López, 2023).

La falta de acciones gubernamentales pertinentes y efectivas para combatir a la plaga se agravó con la obstaculización burocrática de las instancias correspondientes para liberar los apoyos forestales de manera expedita desde 2022. La inacción gubernamental se excusó en que los

propietarios no presentaron las escrituras de los terrenos afectados; sin embargo, eso no impidió que la población de las comunidades de la montaña, que se rige en su mayoría por sistemas de usos y costumbres, se organizara para actuar de forma articulada en el combate a la plaga (Castro, 2022).

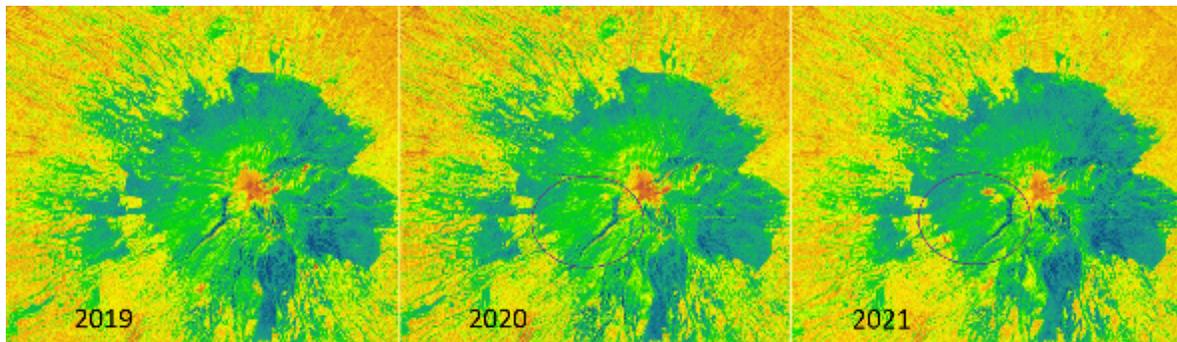
El componente que se añade al problema de la Malintzi es la falta de regulación de los usos de suelo, que no se manifiesta en ningún orden de gobierno para garantizar la protección de la zona de reserva federal en la que se delimita el Parque Nacional “La Malintzi”, donde no solo se verifica el avance de la frontera agrícola, sino fundamentalmente la presencia de viviendas.

A partir de la problemática expuesta, se realizó un análisis sobre la medición del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), en el que se midió el estado de salud de la vegetación del área de la montaña Matlalcuéyatl (ver Figura 7).

Es visible la pérdida de vegetación, y en consecuencia la transformación de los usos forestales incluso en la zona de la Reserva del Parque Nacional. Otro dato relevante para el Parque Nacional “La Malintzi” es la evidente pérdida de permafrost del volcán, donde a partir del 2016 hasta la fecha no se ha reportado una nevada en el volcán (ver Figura 8).

Figura 7

Análisis de imágenes satelitales donde se observa el cambio de uso de suelo, afectando las zonas arbóreas de la Malintzi



Fuente: elaboración propia.

Figura 8

Pérdida de permafrost en el volcán de la Malintzi



Fuente: Azuara-García, Palacios y Villegas (2023).

Reserva Tehuacán-Cuicatlán

Del lado de Tehuacán, en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, los principales problemas ambientales detectados son: extracción de cactáceas Tetecho (*Neobuxbaumia tetetzo*) y saqueo de recursos naturales Biznaga (*Ferocactus latispinus*). Si bien no son problemáticas derivadas del cambio climático como tal, sí representan una importante pérdida de biodiversidad y, con ello, se suman a los efectos del cambio climático en la zona (ver Figura 9).

Figura 9

Saqueo de cactáceas en estatus de protección dentro de la Reserva de la Biósfera Tehuacán- Cuicatlán



Fuente: fotografías de Sergio M. Barreiro Zamorano.

Tendencias en la agricultura del estado de Puebla por efectos climáticos

Dentro de las tendencias en la agricultura que se presentan en el estado de Puebla, se observa:

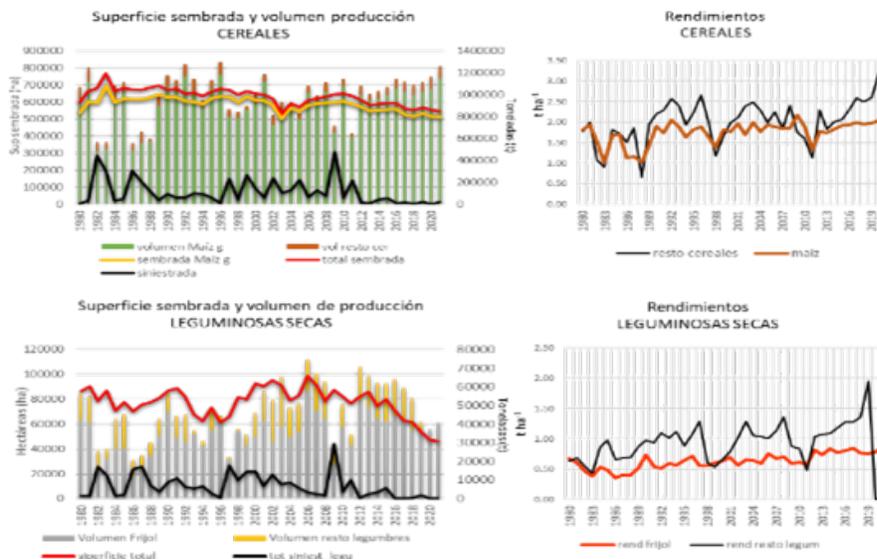
- 1) Alimentos como cereales y leguminosas muestran una tendencia decreciente de la superficie sembrada en comparación con los forrajes y hortalizas. Estos cultivos, cereales y leguminosas, son más vulnerables a eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones, heladas, etcétera, pues presentan una mayor proporción de superficie siniestrada en el periodo que va de los años 2003 a 2022, comparados con los forrajes, cultivos industriales, así como frutas y hortalizas. Estos últimos son menos siniestrados cuando provienen sobre todo de alguna modalidad de agricultura protegida (Azua et al., 2023).
- 2) A pesar de la pérdida de superficie que, como tendencia histórica, presentan los cereales y las leguminosas secas en el estado de Puebla, el rendimiento es creciente en ambos casos

(ver Figura 10). Cabe destacar que en los dos últimos años decrece por efectos de la pandemia por COVID-19. Sin embargo, la producción de cereales y leguminosas sigue aportando a la autosuficiencia alimentaria estatal, sobre todo de maíz y frijol por ser parte fundamental de la dieta local, todo ello enmarcado en un conjunto de prácticas campesinas, que desarrollan tanto pequeños productores como ejidatarios y/o comuneros (Azua-García, Palacios y Villegas, 2023).

Un conjunto de datos que ilustran la evolución de la agricultura en términos de la diversidad de especies presentes en el estado son los que calcularon Azua-García, Palacios, y Villegas (2023), quienes retomaron dos índices de medición de diversidad alfa de las especies, que en este caso son los cultivos comestibles. Los índices evaluados fueron el de Riqueza de especies (Índice de Margalef) y la Distribución de abundancia (Índice de Shannon), cuyas variaciones del año 2003 a 2022 (ver Figura 11).

Figura 10

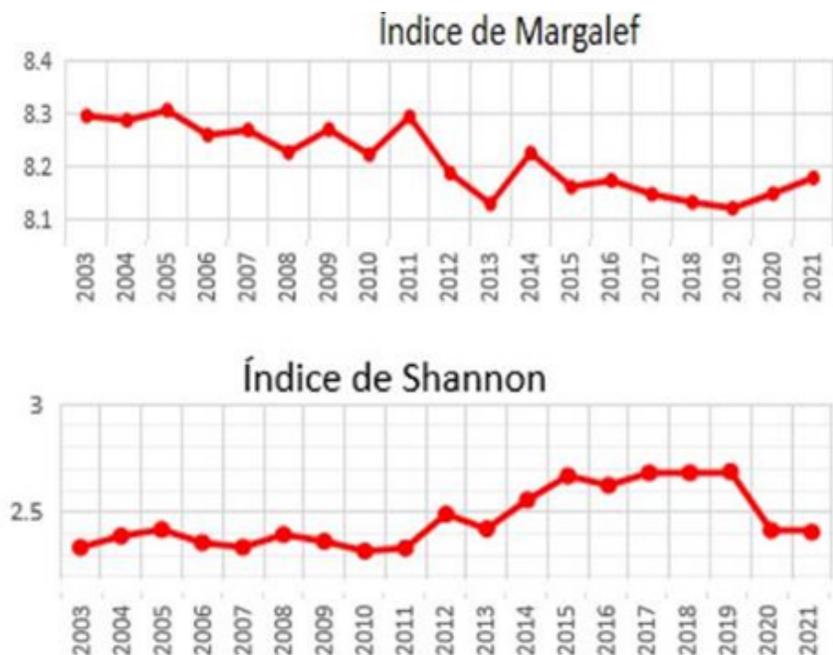
Tendencias de la producción de agricultura, considerando: a) la agricultura más financiada por programas gubernamentales y b) la menos financiada por programas gubernamentales



Fuente: Azua-García, Palacios y Villegas (2023).

Figura 11

Evolución de la diversidad de cultivos comestibles en el estado de Puebla 2003-2021



Fuente: elaboración propia, con base en Azuara-García, Palacios y Villegas (2023).

Como se observa, el índice de Margalef comprueba que existe una tendencia estatal de pérdida en la riqueza de especies de 8.3 en 2003 a 8.1 hasta antes de la pandemia (2019); y en contraparte existe una ganancia en la abundancia relativa de los cultivos, expresada en el índice de Shannon con valores de 2.3 a 2.7 en los mismos años. Este comportamiento puede interpretarse como una respuesta de compensación de la diversidad ante los contextos adversos para la agricultura como la intensificada variabilidad climática inmersa en el incremento sostenido de las temperaturas, crisis económicas globales, pandemias, falta de financiamiento de cultivos como las leguminosas y los cereales, disminución de superficie sembrada, entre otros. La pérdida de riqueza de cultivos,

como una tendencia fehaciente en el periodo estudiado, intenta ser compensada a partir de las prácticas campesinas que realizan pequeños productores, ejidatarios y comuneros, protegiendo la diversidad con base en el robustecimiento de la abundancia de otras especies cultivadas.

La contribución campesina de fortalecimiento agroecosistémico genera otros múltiples beneficios a los territorios locales y regionales que se pueden englobar en el concepto de servicios ecosistémicos, pues producen alimentos en suelos que contribuyen a la recarga de los acuíferos, ayudan a los procesos de polinización, a mejorar la calidad del aire, a disminuir la temperatura en los límites de las grandes zonas urbanas, a mantener procesos culturales y productivos sostenibles. Estos aportes

globales son consignados en el último reporte del IPCC (2023), cuya dirección va a contracorriente de las formas de producción primaria capitalistas.

Los cambios de uso de suelo y su interrelación con el cambio climático

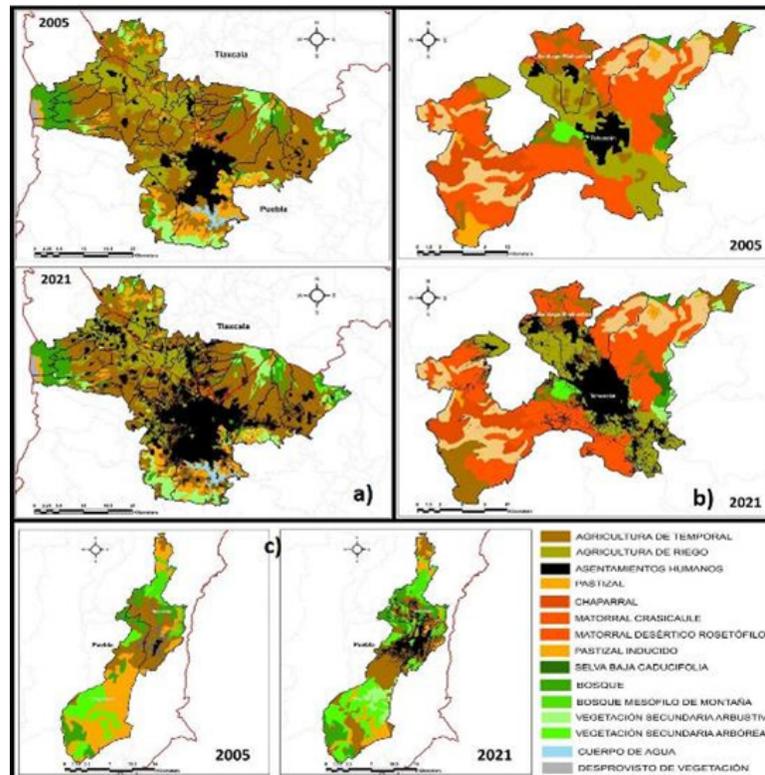
El paisaje en el estado de Puebla ha sido significativamente transformado. Según lo expuesto por Azuara-García, Palacios y Villegas (2023), alrededor de 9.1% de la superficie estatal ha cambiado de uso de suelo, siendo las zonas metropolitanas los ámbitos de las mayores transformaciones. Tal es el caso de la modificación de 11.8% de los usos de suelo en la Zona Metropolitana (ZM) Tehuacán-Santiago Miahuatlán, 26.4% de la superficie de la ZM Teziutlán-Chignautla y 16.4% de los usos de suelo en la ZM Puebla-Tlaxcala en la que se incluyen 39 municipios: 19 de Puebla y 20 de Tlaxcala (ver Figura 12).

En estas zonas, el principal motor del cambio es la expansión urbana a pesar de que no exista una correspondencia con los incrementos poblacionales. De acuerdo con dicho estudio, de 2000 a 2020, la población de Teziutlán creció 35.1%, la de Tehuacán 48.7%, y la de Puebla-Tlaxcala aumentó 40.9%; mientras sus crecimientos urbanos fueron de 550% en el primer caso y de 360% en los casos de Tehuacán y Puebla. Para ninguna zona metropolitana existe justificación racional a las expansiones urbanas de baja densidad, que al año representaron en promedio la transformación de más de 1400 ha durante las dos últimas décadas en la ZM Puebla-Tlaxcala.

Las repercusiones de estas transformaciones al paisaje son graves, e incluyen algunos elementos descritos, como la conformación de islas de calor, la contaminación por la combustión de energéticos fósiles, la contaminación y sobreexplotación del agua y, en particular en la ZM de Puebla-Tlaxcala,

Figura 12

Se observa a) la ZM de Puebla- Tlaxcala, b) la ZM de Tehuacán, y c) la ZM Teziutlán- Chignautla



Fuente: elaboración propia, con base en Azuara-García, Palacios y Villegas (2023).

la gran pérdida de 32 mil ha de superficie agrícola (la cuarta parte del suelo agrícola), que casi en su totalidad (82.4%) se transfirieron al uso urbano (Azuara-García, Palacios y Villegas, 2023).

Otros usos afectados han sido los pastizales y los bosques primarios. En el mismo lapso, en todo el estado, se han perdido casi 500 km² de bosques primarios, que representan 15% de la superficie de este tipo de vegetación fundamental para el equilibrio de la biodiversidad. La pérdida de bosques y superficie agrícola contribuyen localmente al empeoramiento del cambio climático. Con las tendencias territoriales del estado de Puebla, es posible observar una pérdida de áreas agrícolas y forestales que permitirían una mayor absorción de CO₂, captación de agua y producción de alimentos, así como las tendencias de reforestación (verde) que se perdieron con la pandemia.

CONCLUSIÓN

Las afectaciones a la biodiversidad, derivadas de las diferentes actividades económicas, se ven reflejadas en las alteraciones de las dinámicas naturales que se presentan en los volcanes del estado de Puebla, considerando su relevancia al tratarse de un área natural protegida, se hace necesario resignificar la dinámica social y económica para lograr las mínimas afectaciones a los ecosistemas y, con ello, favorecer la recuperación de hábitats y de su biodiversidad.

Los parámetros históricos extremos de temperatura y precipitación registrados en el estado de Puebla, obligan a considerar prioritaria la reducción de fuentes contaminantes que amenacen

la diversidad biológica, tanto de las zonas rurales como urbanas y colindantes, teniendo en cuenta que los tiempos de recuperación ecosistémicos se llevan a cabo en lapsos considerables.

Considerando las propuestas comunales campesinas para abordar las problemáticas alimentarias durante la pandemia, es importante repensar las propuestas planteadas para mitigar el impacto que ocasiona el cambio climático y que deben plantearse desde la perspectiva de todos los actores sociales: gobierno y sociedad, pueblos indígenas y las comunidades rurales (que son quienes mejor entienden las dinámicas ecosistémicas del lugar, así como sociedad civil, el sector empresarial).

Es necesario garantizar los beneficios sistémicos incluidos los de seguridad alimentaria, especialmente para los sectores de mayor vulnerabilidad a través de la utilización de prácticas sostenibles y bioculturales.

En las zonas metropolitanas es indispensable el reordenamiento para la ampliación de espacios verdes y azules, sobre todo en las zonas de mayor densidad poblacional, por la relevancia que tienen para la salud y bienestar humano y, con ello, potenciar la dinámica de los sistemas biológicos en las zonas urbanas.

Finalmente, se observa que las políticas gubernamentales están rebasadas o no cumplen. Afortunadamente, existen prácticas sociales como las campesinas que han logrado (desde un entorno biocultural) hacer aportaciones a la adaptabilidad de las especies al cambio climático y, con ello, aunar a la soberanía alimentaria y a la agrodiversidad del lugar.

REFERENCIAS

- Azuara-García, G., Barreiro S., Palacios E., Alcántara J. y Ramírez Apud, Z. (2023). Subsistema ecológico. En Ortiz, Pérez y Azuara (Coords.). *Diagnóstico sistémico del impacto ambiental de la pandemia covid-19 en el estado de Puebla*. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla.
- Azuara-García, G., Palacios, E. y Villegas, M. (2023). *Metabolismo urbano rural de las zonas Metropolitanas de Puebla 2000-2021. Impacto a los Ecosistemas*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla.
- Blender, M. (2015). *Isla de calor urbana*. <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/isla-de-calor-urbana/>
- Calixto (2015). *Balance Regional de Energía Puebla, Tlaxcala 2010*. BUAP. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/6e884ad1-1d3f-4a02-afe9-f6e93a1eabe6>
- Castro, A. (2022, 28 de marzo). "Es nuestra montaña", comunidades se organizan para salvar el bosque La Malinche. Causanatura media. <https://causanaturamedia.com/periodismo-cn/es-nuestra-montana-comunidades-se-organizan-para-salvar-el-bosque-la-malinche>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023). <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- López Vásquez, J. M. (2023, marzo-abril). Marea roja en La Malinche: el ataque del descortezador. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 24(2). <http://doi.org/10.22201/cuaiced.16076079e.2023.24.2.19>
- Ramírez-Apud, Z. y Barreiro, S. (2023). Pérdida de biodiversidad por cambio climático. *SABERES Y CIENCIAS*, 137(suplemento Diario La Jornada de Oriente).
- SMADSOT (2023). *Reporte Climático Quincenal del Estado de Puebla del 01 al 15 de julio*. Gobierno del Estado de Puebla.