

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Jenner Rodas Trejo
Paola Ocampo González
Florentino Pérez Pérez
Francisco Guevara Hernández

COORDINADORES



Saberes 3
COLECCIÓN



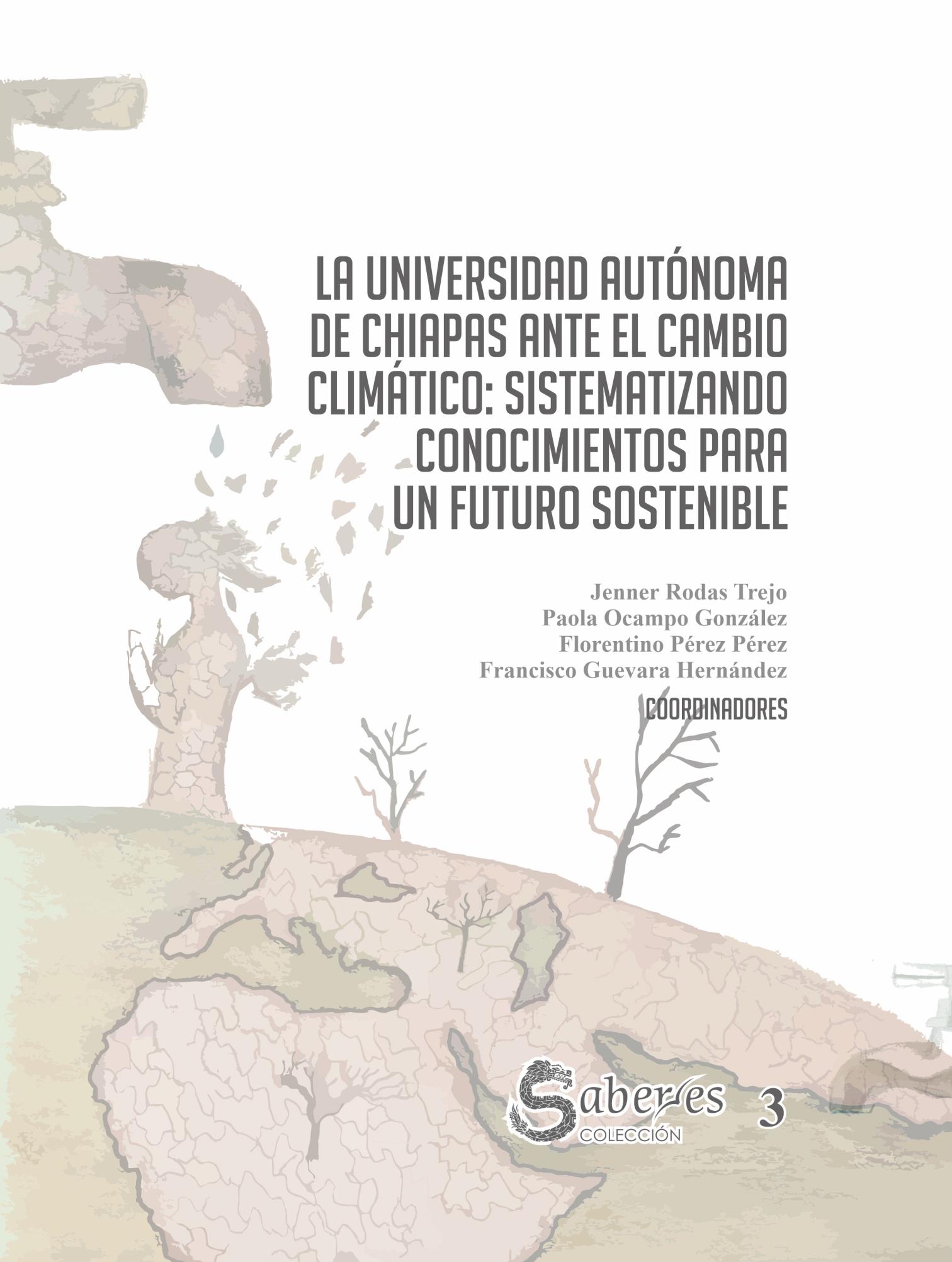
Dr. Oswaldo Chacón Rojas
RECTOR

Mtra. María del Carmen Vázquez Velasco
SECRETARIA GENERAL

Mtra. Mónica Guillén Sánchez
**SECRETARIA DE IDENTIDAD Y RESPONSABILIDAD
SOCIAL UNIVERSITARIA**

Mtro. Gabriel Velázquez Toledo
DIRECTOR EDITORIAL





LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Jenner Rodas Trejo
Paola Ocampo González
Florentino Pérez Pérez
Francisco Guevara Hernández

COORDINADORES

 **Saberes** 3
COLECCIÓN



LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Jenner Rodas Trejo
Paola Ocampo González
Florentino Pérez Pérez
Francisco Guevara Hernández
COORDINADORES

Septiembre, 2025

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

1^a Edición 2025

Edición:

Dirección Editorial - Gabriel Velázquez Toledo

Diseño editorial, de forros y composición:

Bernardo O. R. De León

Arte de forros e interiores:

Hannah Montserrat Reyes Chanona y Leonardo André Reyes Chanona

Corrección de estilo:

Gabriel Velázquez Toledo

ISBN:

D.R. © 2025 Universidad Autónoma de Chiapas

Boulevard Belisario Domínguez km 1081, sin número, Terán, C. P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana con número de registro de afiliación: 3932.

Miembro de la Red Nacional de Editoriales Universitarias y Académicas de México, Altexto.

Miembro de la EULAC, Asociación de Editoriales Universitarias de América Latina y El Caribe.

D.R. © 2025 Jenner Rodas Trejo

Paola Ocampo González

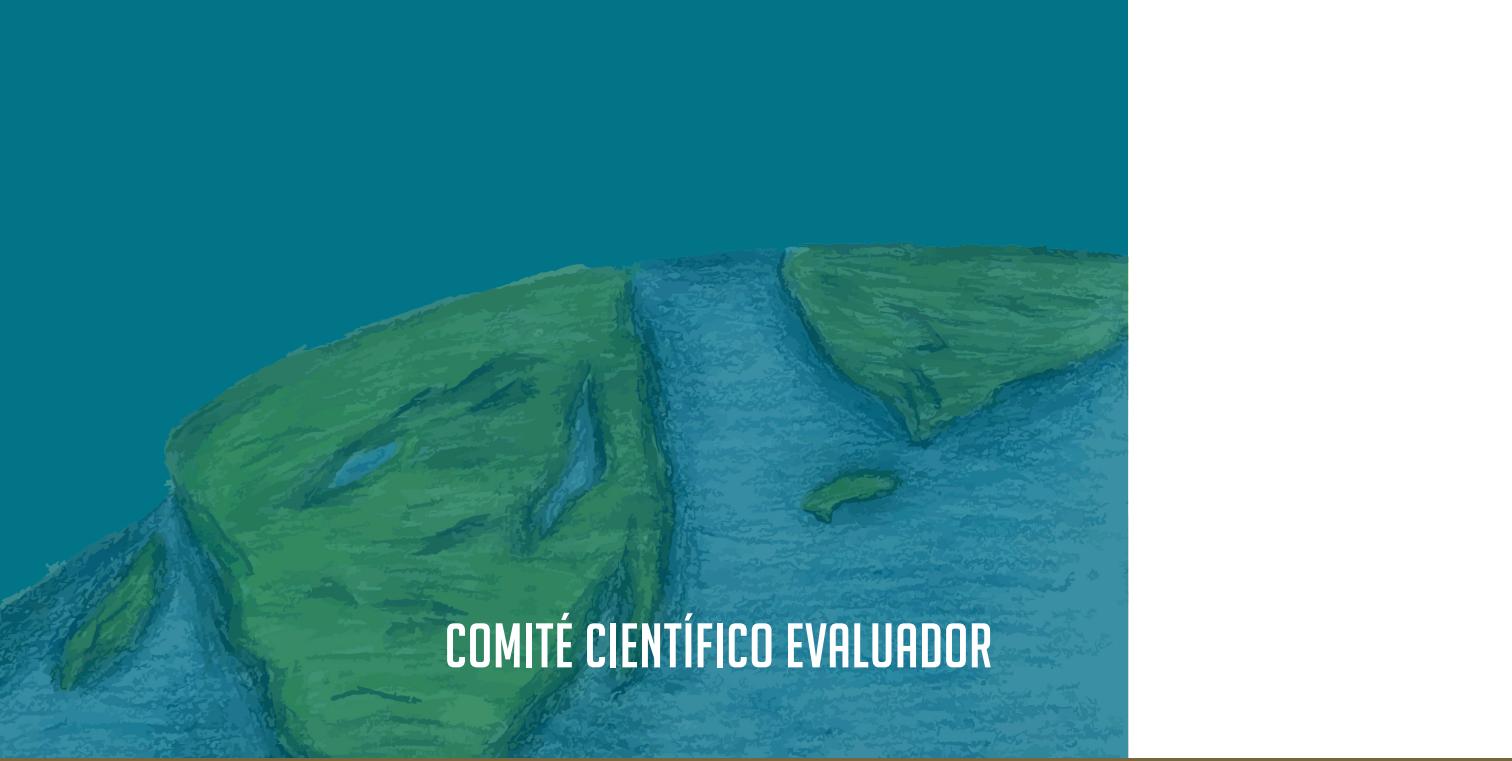
Florentino Pérez Pérez

Francisco Guevara Hernández

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación o de la Universidad Autónoma de Chiapas; la información y análisis contenidos en esta publicación son responsabilidad de los autores. Las imágenes de portada, la composición de interiores y el diseño de cubierta son propiedad de la Universidad Autónoma de Chiapas.

Editado en México

Edited in Mexico



COMITÉ CIENTÍFICO EVALUADOR

Dr. Ernesto Ramos Carbajal

Dra. Paola Ocampo González

Dr. Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla

Dra. Roselia Ramírez Díaz

Dr. Jorge Alonso Maldonado Jáquez

Dr. Luis Armando Villanueva Rocha

Dra. Karla Nallely Martínez González

M. Sc. José Isaac Ramírez Macías

MC. Carlos Alberto Velázquez Sanabria

MC. Pablo R. Coutiño Hernández

M.A. Gilda Haydee Muñoa Duchateau

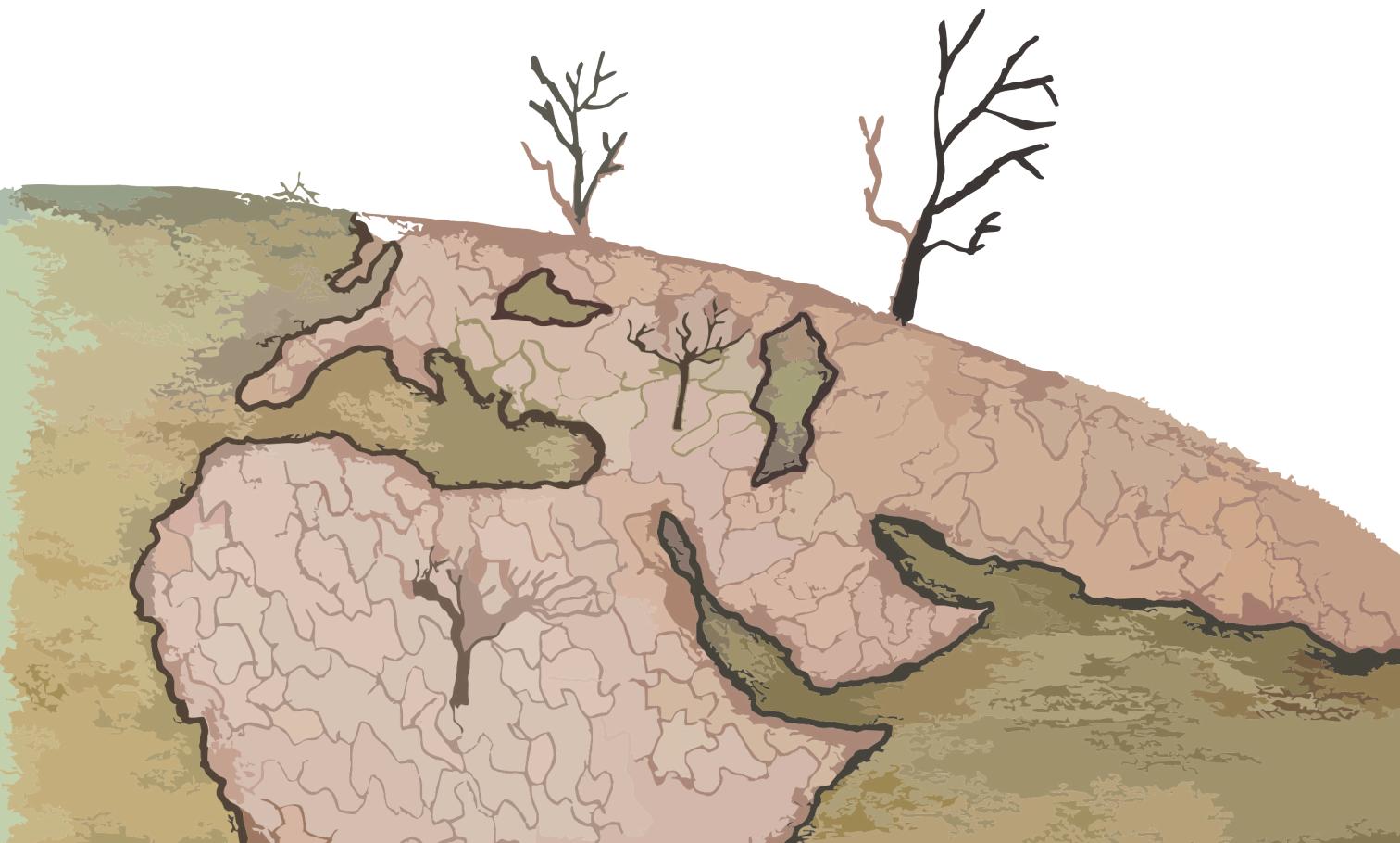
Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez

MC. Donato Chang Gutiérrez

Ing. Astrid Alexia Miceli Montesinos

M. Sc. Jenner Rodas Trejo

MC. Fredy Delgado Ruíz





CONTENIDO

13 PRÓLOGO

- 17** La universidad ante el cambio climático: sistematizando conocimientos para un futuro sostenible

PARTE 1: CIENCIA E INNOVACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD 1.1. FUNDAMENTOS INSTITUCIONALES

- 27** La UNACH frente al desafío ambiental de Chiapas
- 41** Programa Transdisciplinario para el Desarrollo Social y la Gestión de Ecosistemas (PDSGE)

1.2 CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- 49** El poder del viento: retos y oportunidades desde la UNACH
- 57** Calentamiento global y el impacto sobre el crecimiento poblacional de vectores que propagan los virus del Dengue, Chikungunya y Zika
- 65** Agricultura de Precisión y Cambio Climático: Un Enfoque para un Futuro Sostenible

- 69** Sistema de producción avícola en pequeña escala: una estrategia a la contribución a reducir el cambio climático y la seguridad alimentaria

**PARTE 2:
GESTIÓN Y POLÍTICA AMBIENTAL**

2.1 GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

- 77** El rol de la Universidad Autónoma de Chiapas en la protección no jurisdiccional del agua
- 83** La responsabilidad social y la gestión ambiental: evolución y propuestas institucionales para su implementación en las instituciones de educación superior
- 91** Fomento a la cultura del agua desde el aula: Lecciones aprendidas y retos por superar
- 97** Los microplásticos: la amenaza en lo que consumimos

**PARTE 3:
EDUCACIÓN, SOCIEDAD Y ACCIÓN CLIMÁTICA**

3.1. EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

- 105** Innovación educativa y buenas prácticas ambientales
- 109** Universidades por el futuro: integrando derechos humanos y perspectiva de género en la lucha contra el cambio climático
- 115** Participación en acciones para mitigar el cambio climático desde la comunidad de la Facultad de Ingeniería de la UNACH
- 121** Huerto Universitario de la Facultad de Ciencias Sociales como espacio alternativo de mitigación del cambio climático. Hacia el fortalecimiento institucional
- 129** Vinculación universitaria para la conservación en el ADVC Los Bordos

3.2. PERSPECTIVAS SOCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

137

¿Por qué la acción climática requiere cada vez más de las Ciencias Sociales?

PARTE 4: CONSIDERACIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS INSTITUCIONALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

151

Consideraciones generales

153

CONTRIBUCIONES

157

ACERCA DE LOS COORDINADORES





PRÓLOGO

El cambio climático representa el mayor desafío ambiental y social de nuestro tiempo. Sus efectos se manifiestan en múltiples dimensiones de la vida humana y natural, desde alteraciones en los patrones de lluvia hasta profundos cambios en los sistemas productivos y las dinámicas sociales. En Chiapas, estado caracterizado por su extraordinaria biodiversidad y riqueza cultural, estos impactos son particularmente significativos y demandan respuestas integrales desde diversos ámbitos del conocimiento.

La Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), como institución líder en la generación y transmisión del conocimiento en el sureste mexicano, asume su responsabilidad histórica ante este desafío global. Este libro emerge como una respuesta colaborativa que integra las voces y experiencias de académicos, investigadores y especialistas de diferentes disciplinas de nuestra casa de estudios. Representa un esfuerzo sin precedentes por sistematizar el conocimiento generado en nuestra universidad en torno al cambio climático. A través de sus páginas, se entrelazan perspectivas desde las ciencias naturales, sociales y exactas, demostrando que la complejidad del fenómeno requiere de un abordaje interdisciplinario. Los autores, procedentes de distintas facultades e institutos de la UNACH, han logrado construir un diálogo fecundo entre diversos campos del saber, ofreciendo una visión integral de los desafíos y oportunidades que el cambio climático presenta para nuestra región.

La estructura de la obra se organiza en cinco partes, que abarcan desde los fundamentos y el contexto institucional hasta los desafíos emergentes y las perspectivas futuras. Cada sección aporta a la comprensión de diferentes aspectos del cambio climático: la investigación, el desarrollo tecnológico, la gestión ambiental, la educación y la participación social. Esta organización permite al lector aproximarse al tema desde diferentes aristas, reconociendo su complejidad inherente al fenómeno y la necesidad de respuestas multidimensionales.

Un aspecto destacable de esta obra es su énfasis en la acción local. Si bien, el cambio climático es un fenómeno global, sus manifestaciones y soluciones tienen un carácter profundamente regional. Los casos de estudio, investigaciones y propuestas presentadas en este libro están arraigados en la realidad chiapaneca, y ofrecen alternativas viables y culturalmente pertinentes para nuestra región.

La perspectiva de género y la inclusión de saberes tradicionales son elementos transversales en esta obra, reconociendo que la lucha contra el cambio climático debe ser inclusiva y equitativa. Los autores han sido cuidadosos al incorporar estas dimensiones en sus análisis, evidenciando cómo diferentes grupos sociales experimentan y responden de manera diferenciada a los impactos del cambio climático.

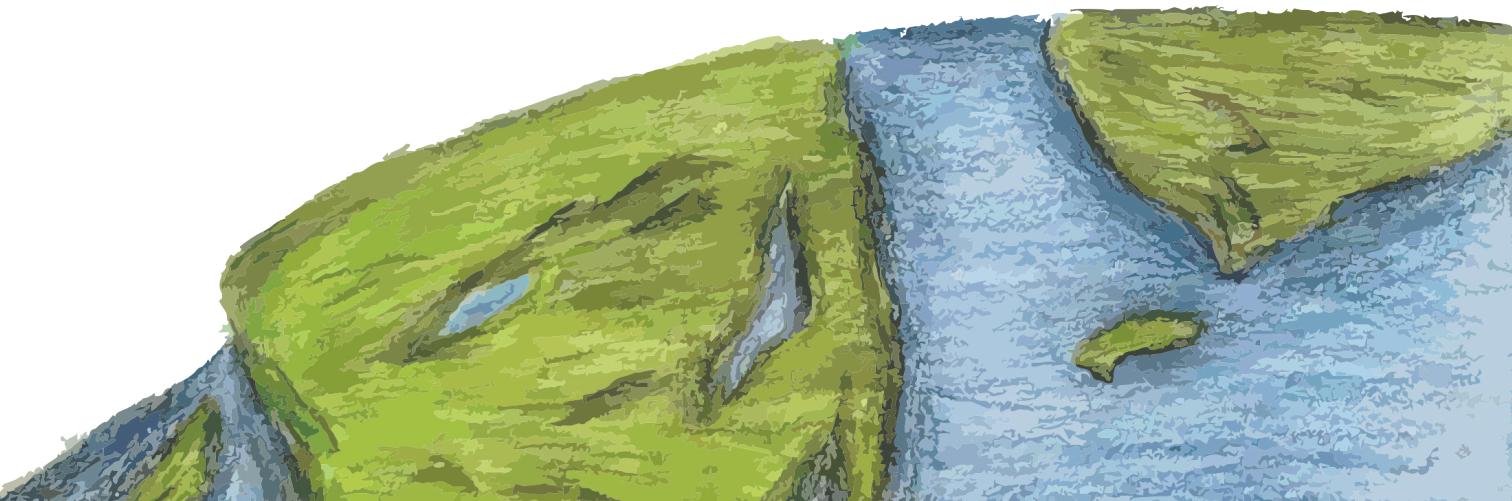
Este libro no solo representa un compendio de conocimientos, sino también una invitación a la acción. Cada capítulo concluye con consideraciones prácticas y propuestas concretas, con el propósito de tender puentes entre la teoría y la práctica, así como entre el conocimiento académico y la implementación de soluciones en el territorio.

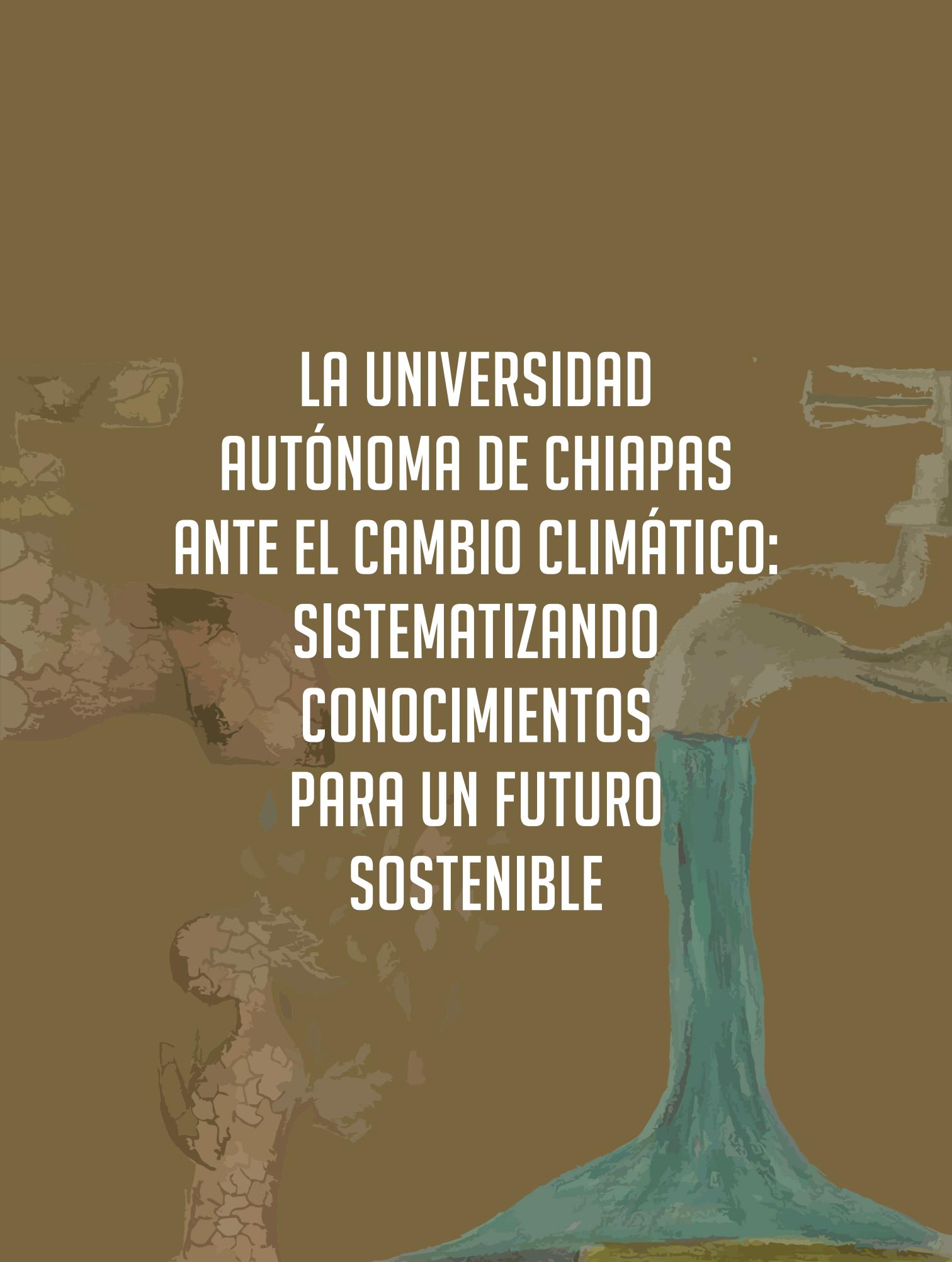
La publicación de esta obra coincide con un momento crucial en la historia de nuestra universidad. El compromiso de la UNACH con la sostenibilidad y la acción climática se materializa en estas páginas, que esperamos sirvan como referencia y guía para estudiantes, académicos, tomadores de decisiones y público en general interesado en contribuir a la construcción de un futuro más sostenible.

Agradecemos a todos los autores y colaboradores que han hecho posible este trabajo colectivo. Su dedicación y *expertise* han permitido crear una obra que, estamos convencidos, aportará de manera significativa al entendimiento y abordaje del cambio climático desde una mirada regional con proyección global.

Les invitamos a explorar estas páginas con un espíritu crítico y constructivo, recordando que el conocimiento cobra verdadero valor cuando se transforma en acciones concretas para el bienestar de nuestra sociedad y del planeta.

Dr. Jenner Rodas Trejo





LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS PARA UN FUTURO SOSTENIBLE



LA UNIVERSIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Este libro nace de la creación de espacios de reflexión surgidos ante la necesidad urgente de articular voces especializadas sobre la crisis climática que afecta particularmente al estado de Chiapas, reconociendo que la construcción de conocimiento sobre cambio climático requiere de enfoques multidisciplinarios que integren las experiencias y saberes de diferentes campos académicos y sectores de la sociedad. La Universidad Autónoma de Chiapas, en su compromiso con la generación de conocimiento pertinente y socialmente relevante, identificó la necesidad de crear espacios de diálogo que trascendieran las fronteras disciplinarias para abordar de manera integral los desafíos climáticos que enfrenta la región.

La motivación central para realizar estos conversatorios radicó en la urgencia de sistematizar y visibilizar el trabajo que diversas unidades académicas de la UNACH y organizaciones aliadas han desarrollado en materia de cambio climático y medio ambiente, reconociendo que muchas de estas iniciativas operan de manera aislada sin lograr la articulación necesaria para generar un impacto transformador a escala regional. Además, se identificó la necesidad de crear un espacio de reflexión que permitiera no solo compartir experiencias y conocimientos, sino también generar propuestas colectivas para fortalecer el papel de la universidad como agente de cambio ante la crisis climática.

La convocatoria a estos conversatorios buscó reunir a especialistas de reconocida trayectoria en biodiversidad y conservación, ciencias agronómicas y ciencias sociales, cuya experiencia y conocimiento del contexto chiapaneco, mexicano y global, permitiera un análisis profundo y contextualizado de los desafíos climáticos regionales. Los testimonios de estos expertos resultan fundamentales porque representan voces que han dedicado años de investigación y trabajo de campo en diferentes aspectos del cambio climático en Chiapas, desde la conservación de ecosistemas hasta la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y el análisis de las dimensiones sociales y culturales del problema climático.

La selección de los panelistas respondió a criterios específicos de representatividad disciplinaria y experiencia territorial. Para el primer conversatorio sobre biodiversidad y conservación, se convocó a la Dra. Silvia Ramos Hernández de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), reconocida por su trabajo en múltiples disciplinas convergentes en la gestión ambiental, incluyendo gestión de riesgos y cambio climático, ciencias de la tierra, edafología, vigilancia volcánica, así como capacitación comunitaria, desarrollo sustentable y educación ambiental; a la Dra. Ana Carolina Izaguirre Corzo, Directora de Operaciones y Desarrollo para la Conservación en WWF-Méjico, cuya experiencia en la implementación de estrategias de conservación a gran escala aporta una perspectiva práctica y de políticas públicas; y el Dr. Froilán Esquinca Cano, Coordinador de acciones comunitarias y participación ciudadana para la salud del IMSS, profesional especializado en gestión del desarrollo sustentable, planeación ecorregional y políticas públicas, quien aporta la dimensión de salud pública en relación con los cambios ambientales y la perspectiva de implementación de políticas públicas territoriales orientadas a la sostenibilidad.

Para el segundo conversatorio, enfocado en ciencias agronómicas, se convocó al Dr. Francisco Guevara Hernández de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UNACH, especialista en agroecología y desarrollo rural con líneas de investigación en innovación de agroecosistemas tradicionales, socioagronomía para la seguridad alimentaria y extensionismo agropecuario; al Dr. Deb Raj Aryal, de la misma facultad, especialista en dinámica de carbono en ecosistemas terrestres, procesos biogeoquímicos y servicios ecosistémicos; y al Ing. Jorge Octavio García Santiago, Gerente de Hub en el International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), quien aportó la perspectiva de la investigación agrícola internacional y la transferencia tecnológica.

El tercer conversatorio, desde las ciencias sociales, reunió a la Dra. Flor Ivett Reyes Guillén de la Facultad de Ciencias Sociales de la UNACH, investigadora con línea hacia la salud pública, el desarrollo sustentable y los procesos educativos y organizacionales universitarios; al Dr. Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés, también de la misma facultad, reconocido por su trabajo en proyectos comunitarios de sostenibilidad, en etnoecología y huertos educativos; al Dr. Daniel Ochoa Nájera, cuya experiencia en prácticas descoloniales, movimiento de resistencia cultural, en las lenguas de Chiapas y la transición del lingüicidio al plurilingüismo, enriquece la perspectiva social del cambio climático desde una visión decolonial e intercultural; y al Dr. Arturo V. Arreola Muñoz del Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (IDESMAC), quien aporta la experiencia de trabajo directo con organizaciones de la sociedad civil en temas de sustentabilidad.

La metodología empleada consistió en la grabación integral de las sesiones para garantizar la fidelidad de los testimonios y facilitar el proceso de sistematización posterior. Cada conversatorio fue documentado mediante grabación de audio y video, lo que permitió no solo recuperar con precisión las reflexiones, propuestas y debates que emergieron durante cada encuentro, sino también capturar las dinámicas de intercambio y construcción colectiva de conocimiento que se generaron entre los participantes.

El proceso de sistematización incluyó la transcripción completa de grabaciones, el análisis temático de los contenidos, la identificación de convergencias y divergencias entre las perspectivas disciplinarias, y la construcción de síntesis que permitieran articular los aportes específicos de cada campo de conocimiento en una visión integral del papel de la universidad ante el cambio climático. Esta metodología rigurosa garantiza que el documento final refleje no solo las ideas individuales de cada participante, sino también las reflexiones colectivas y las propuestas emergentes que surgieron del diálogo interdisciplinario.

El primer conversatorio fue titulado *Perspectivas desde la biodiversidad y conservación*, se llevó a cabo el 19 de agosto 2024, en el Centro de Convenciones Manuel Velasco Suárez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, teniendo como participantes a la Dra. Silvia Ramos Hernández, Investigadora Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), la Dra. Ana Carolina Izaguirre Corzo, Directora de Operaciones y Desarrollo para la Conservación en WWF-Méjico, el Dr. Froilan Esquinca.- Coordinador de acciones comunitarias y participación ciudadana para la salud-IMSS y como *Moderador* al Dr. Florentino Pérez Pérez.- Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

El estado de Chiapas, reconocido como la segunda entidad con mayor biodiversidad en México, presenta una compleja realidad donde convergen su extraordinaria riqueza natural con significativos desafíos sociodemográficos y ambientales. Su población, caracterizada por una alta dispersión territorial y un importante componente de pueblos originarios, añade dimensiones culturales únicas a la problemática ambiental que enfrenta el estado. La situación se torna particularmente preocupante debido a la acelerada pérdida de cobertura forestal y los severos problemas de erosión, que impactan directamente en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. Esta realidad se ve agravada por los efectos del cambio climático, que ha intensificado la frecuencia y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos, generando una condición de alta vulnerabilidad que afecta a más de la mitad del territorio estatal, poniendo en riesgo tanto los ecosistemas como el bienestar de sus habitantes.

Ante este panorama, el sistema de educación superior de Chiapas, constituido por más de ciento ochenta instituciones que ofrecen cerca de mil programas educativos, se enfrenta al desafío fundamental de transformarse para dar respuesta efectiva a estas problemáticas ambientales. Se subraya que esta transformación debe ser profunda y estructural, trascendiendo la mera incorporación de contenidos ambientales en los planes de estudio, para alcanzar un replanteamiento integral en la formación de los futuros profesionales. Esta renovación educativa debe enfocarse en el desarrollo de nuevas competencias y habilidades que permitan a los graduados abordar los retos ambientales desde una perspectiva multidisciplinaria y sistemática, posicionando así a las instituciones educativas como actores clave en los procesos de adaptación y mitigación del cambio climático en la región.

La transformación del sistema educativo superior en Chiapas debe fundamentarse en una sólida base de investigación científica, donde las universidades fortalezcan sus capacidades en temas de cambio climático a través de la colaboración



interinstitucional y la vinculación con las comunidades locales. Este proceso requiere que las instituciones educativas se conviertan en verdaderos centros de innovación y desarrollo de soluciones adaptativas, generando conocimiento pertinente que combine el rigor científico con el saber tradicional, mientras trabajan de manera coordinada con comunidades, gobierno y sector privado en la implementación de estrategias efectivas. La importancia de desarrollar planes institucionales de adaptación al cambio climático se refleja en la necesidad de crear observatorios ambientales, sistemas de monitoreo y programas de educación continua que permitan a las universidades ser ejemplo de prácticas sostenibles y resilientes.

Los panelistas enfatizaron en su participación la urgencia de actuar y transformar las instituciones educativas, respaldando su argumento con la célebre reflexión de Charles Darwin sobre la supervivencia y la adaptación al cambio. Esta perspectiva resulta particularmente relevante en el contexto actual, donde las universidades deben evolucionar con rapidez para formar profesionales capaces de enfrentar los desafíos ambientales del siglo XXI. La adaptación al cambio climático se presenta, así como un imperativo que debe permear todos los aspectos del quehacer universitario, desde la investigación y la docencia hasta la vinculación social y la gestión institucional, convirtiendo a las instituciones educativas en verdaderos agentes de cambio y transformación socioambiental.

El segundo conversatorio se llamó: *Enfoque desde las ciencias agronómicas* y fue celebrado el 30 de agosto de 2024 en la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, Villaflores, Chiapas. Contó con la participación del dr. Francisco Guevara Hernández.- Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Al Dr. Deb Raj Ary Al.- Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y al Ing. Jorge Octavio García Santiago.- Gerente de Hub en International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), el moderador fue el MC. Carlos Alberto Velázquez Sanabria de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

El conversatorio realizado en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) abordó el papel de la universidad ante el cambio climático, con un enfoque particular en la producción agropecuaria. Los panelistas discutieron diversos temas relacionados con la adaptación y mitigación del cambio climático, la formación académica, y las prácticas sostenibles en el sector rural de Chiapas.

Uno de los temas centrales fue la necesidad de adaptar los programas académicos y de investigación en agronomía y ciencias pecuarias para formar profesionales capaces de integrar prácticas agrícolas y ganaderas resilientes al clima. Se destacó la importancia de incorporar el cambio climático como un componente transversal en todas las materias, no solo como una asignatura específica. Los panelistas coincidieron en que el cambio climático está presente en todas las áreas de estudio, desde la edafología hasta la producción animal, y que es fundamental capacitar a los educadores para que puedan integrar este tema en sus enseñanzas.

Otro punto relevante fue la discusión sobre la generación Z y su relación con la tecnología y la información. Se mencionó que, aunque esta generación tiene acceso a una gran cantidad de información, enfrenta desafíos en la socialización personal y en la sistematización de la información para su beneficio. Esto plantea un reto para los educadores, quienes deben encontrar formas de educar a los estudiantes sobre cómo utilizar la información disponible de manera efectiva, especialmente en el contexto del cambio climático.

Los panelistas también hablaron sobre la importancia de entender el clima y cómo este está cambiando. Se mencionó que ya no es posible depender de los métodos tradicionales de predicción climática, y que es necesario desarrollar nuevas herramientas y enfoques para adaptarse a las condiciones actuales. Se discutieron conceptos como los servicios climáticos adaptados al clima (PIXA) y los territorios sostenibles adaptados al clima (TESAC), que buscan proporcionar información climática útil y transformarla en recomendaciones prácticas para los agricultores. También se enfatizó la importancia de la colaboración con instituciones meteorológicas para generar pronósticos que permitan a los productores tomar decisiones informadas y reducir la vulnerabilidad de sus cultivos y ganado.

Se hizo una reflexión sobre el impacto histórico del cambio climático, destacando que el problema de fondo es la amenaza a la supervivencia humana. Se discutió cómo la transformación del clima en el último siglo ha sido acelerada por la actividad humana, con un aumento preocupante en la concentración de CO₂. En cuanto a la adaptación al cambio climático, se resaltó la necesidad de implementar prácticas agrícolas y ganaderas que sean sostenibles y resilientes. Se mencionó que, en algunas regiones, los agricultores ya están cambiando sus cultivos debido a la falta de agua, lo que ha llevado a un aumento en la siembra de agave, por ejemplo. Sin embargo, este tipo de respuestas no siempre son sostenibles a largo plazo, por lo que es crucial desarrollar prácticas adaptadas al clima que permitan a los agricultores mantener su producción sin agotar los recursos naturales.

Se resaltó la importancia de considerar el contexto local al diseñar proyectos agropecuarios, ya que muchos productores dependen de múltiples fuentes de ingreso, y su subsistencia no se basa exclusivamente en la agricultura.

La formación de profesionales con una visión de futuro fue otro tema clave. Los panelistas enfatizaron que los estudiantes deben ser formados no solo para enfrentar los desafíos actuales, sino también para anticipar y adaptarse a los escenarios futuros. Se mencionó que la universidad tiene la responsabilidad de formar profesionales conscientes de su papel en la sociedad y en la producción agropecuaria, capaces de implementar prácticas sostenibles y de liderar cambios en sus comunidades.

Finalmente, se discutió la importancia de la biodiversidad y la diversificación de cultivos como estrategias para mejorar la seguridad alimentaria y reducir el impacto ambiental. Los panelistas destacaron que, en lugar de enfocarse únicamente en la alta productividad de un solo cultivo, es necesario promover sistemas agrícolas más integrales y diversificados, que incluyan maíz, frijol, frutales y otros cultivos. Este





enfoque no solo mejora la rentabilidad por metro cuadrado, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental.

El tercer conversatorio fue llamado *Visión desde las ciencias sociales*, celebrado el 03 de octubre 2024, Auditorio Che Guevara de la Facultad de Ciencias Sociales Campus III, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, con la participación de la Dra. Flor Ivett Reyes Guillén, Docente de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Sociales, campus III, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), el Dr. Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés, Docente de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Sociales, campus III, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Dr. Daniel Ochoa Nájera de la Facultad de Ciencias Sociales, campus III, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), el Dr. Arturo V. Arreola Muñoz, Investigador-docente de tiempo completo del Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (IDESMAC A.C.), siendo moderador el Dr. Orlando Uriel Bravo Argüello de la Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

Su desarrollo versó sobre el papel de la universidad ante el cambio climático, realizado en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma de Chiapas, abordó la problemática desde una perspectiva social, integrando aspectos históricos, culturales, económicos y ambientales. Se destacó la evolución del concepto de clima, que ha pasado de ser considerado un recurso “inagotable” a uno “renovable” en solo 25 años. Aunque factores como la latitud, altitud y proximidad al mar permanecen inalterados, la deforestación y las emisiones de gases han alterado significativamente los patrones climáticos. Los datos meteorológicos de Chiapas revelan aumentos de temperatura de 1 a 4 °C en ciudades como Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de Las Casas y Tapachula, mientras que algunas zonas rurales han experimentado descensos térmicos, evidenciando la complejidad de los cambios climáticos regionales.

El análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero en Chiapas mostró que la ganadería es el principal emisor, con un 29.4 %, seguida por el transporte con un 24 %. Contrario a la percepción común, la deforestación ya no es la principal fuente de emisiones. Municipios como Villa Corzo y Villaflores juegan un papel crucial en la mitigación, absorbiendo alrededor del 15-16 % del carbono forestal del estado. Las proyecciones climáticas para Chiapas son alarmantes: se espera un aumento de temperatura de hasta 1.83 °C para 2080, un periodo de sequía prolongado hasta 2060, y la inundación de 107,000 hectáreas en la costa para 2100. Estos cambios plantean desafíos significativos, especialmente para las zonas agrícolas, que presentan una vulnerabilidad del 57 %, frente al 40 % de las áreas ganaderas.

Chiapas ha establecido metas ambiciosas para reducir emisiones, contribuir a las metas nacionales y disminuir la vulnerabilidad al cambio climático para 2050. Las estrategias incluyen la implementación de transporte público de bajas emisiones, la protección de cafetales de sombra como sumideros de carbono, y el fortalecimiento de la gobernanza territorial. Los desafíos sociales, como la migración y las

desigualdades de género, son cruciales para la adaptación y resiliencia comunitaria. Programas como “Sembrando Vida” ofrecen esperanza, pero su éxito dependerá de la continuidad y el compromiso institucional. Este conversatorio subrayó la importancia de enfoques interdisciplinarios y la necesidad de que las ciencias sociales contribuyan a diseñar estrategias culturalmente apropiadas y socialmente justas para enfrentar el cambio climático.

Se reflexionó sobre el cambio climático no solo como un fenómeno ambiental, sino como parte de un *colapso civilizatorio*, concepto propuesto por autores como Jared Diamond. Este colapso se entiende como la suma de múltiples crisis: ambiental, política y económica. Se mencionó que estamos viviendo en una era denominada *Capitaloceno*, acuñada por Jason Moore, que describe cómo el sistema capitalista, basado en el extractivismo y la explotación de recursos, es el principal impulsor de estas crisis. Desde esta perspectiva, se argumentó que las transnacionales y los grandes poderes económicos están luchando por el control del territorio, lo que agrava los problemas ambientales y sociales.

Se discutió el papel crucial que deben desempeñar las universidades y las ciencias sociales en este contexto. No basta con generar conocimiento teórico; es necesario que las investigaciones tengan un impacto práctico y contribuyan a la acción social. Se enfatizó que las universidades, al ser financiadas por los impuestos del pueblo, tienen una responsabilidad social de devolver ese conocimiento a la sociedad en forma de proyectos que generen un cambio real. Se mencionó que, aunque el sistema capitalista produce problemas estructurales como el hambre, la desigualdad y el desempleo, las universidades pueden contribuir a mitigar estos efectos a través de proyectos educativos y de impacto social.

Como ejemplo de acción concreta, se presentó el huerto universitario de la Facultad de Ciencias Sociales. Este proyecto no solo busca cultivar alimentos, sino también sembrar valores como la fraternidad, el respeto y la conciencia ambiental. El huerto se ha convertido en un espacio de aprendizaje comunitario, donde estudiantes, vecinos y voluntarios colaboran para concientizarse sobre la importancia de cuidar la naturaleza. Este proyecto demuestra cómo las universidades pueden ser agentes de cambio, no solo a través de la investigación, sino también mediante la creación de espacios que fomenten la colaboración y la educación ambiental.

Se destacó la necesidad de una alfabetización climática en la sociedad. Muchas personas aún atribuyen los fenómenos climáticos extremos a causas divinas o a una “venganza de la naturaleza”, lo que refleja una falta de comprensión científica sobre el cambio climático. Se argumentó que es fundamental educar a la población sobre las causas y consecuencias del cambio climático, así como las acciones que pueden tomar para mitigarlo. La universidad tiene un papel clave en este proceso, no solo formando a los estudiantes, sino también sensibilizando a la sociedad en general.

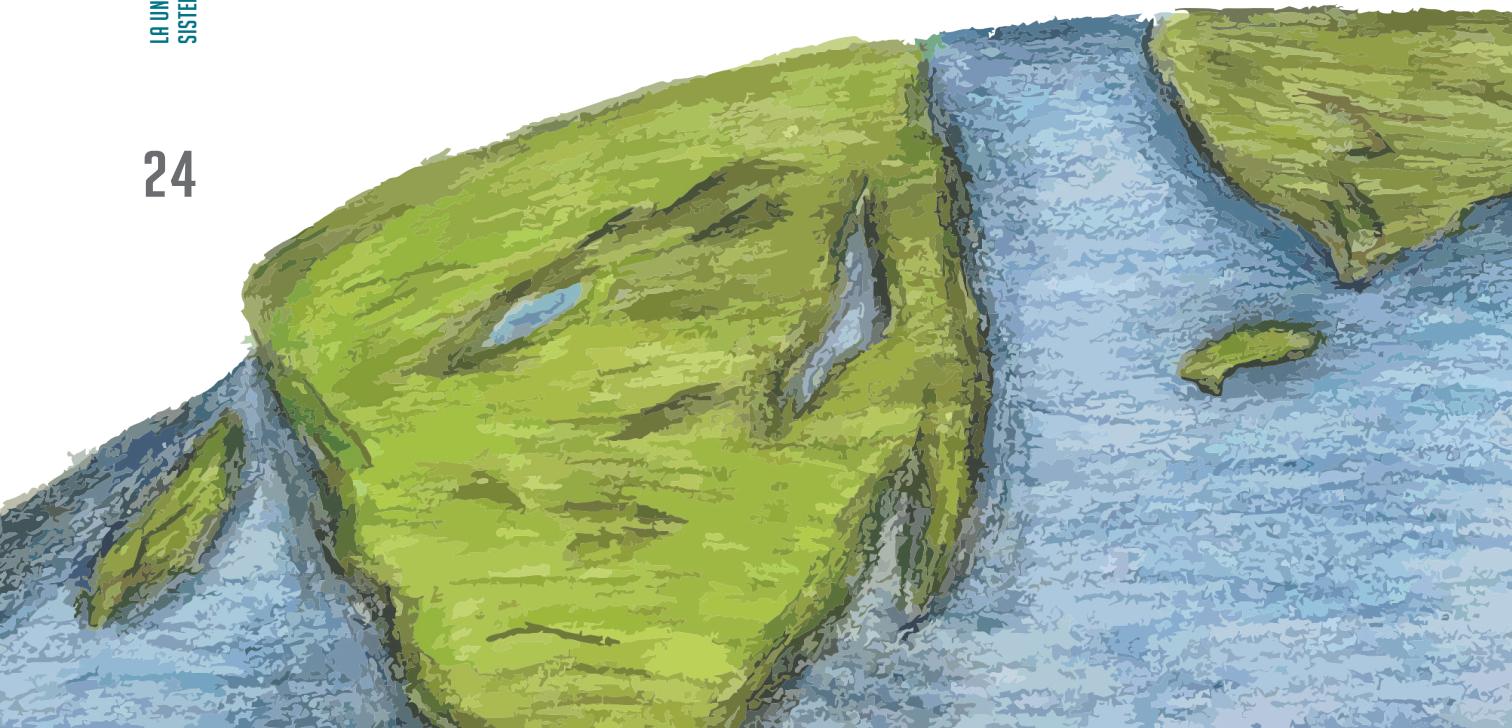
Se subrayó la importancia de la interdisciplinariedad en la lucha contra el cambio climático. Las ciencias sociales, las ciencias naturales, la biología, la ecología y otras disciplinas deben trabajar juntas para abordar este problema complejo. Se

mencionó que la universidad debe superar la idea de la “unidisciplina” y fomentar la colaboración entre diferentes áreas del conocimiento. Solo a través de un enfoque interdisciplinario se pueden desarrollar soluciones integrales que aborden tanto las causas como las consecuencias del cambio climático.

Se discutió la responsabilidad social de la universidad y la necesidad de que los investigadores no solo generen conocimiento, sino que también lo apliquen en proyectos que tengan un impacto real en la sociedad. Asimismo, se mencionó que muchos investigadores no están sensibilizados sobre el impacto social de sus trabajos, lo que limita su capacidad para contribuir a la solución de problemas como el cambio climático. Se propuso que la universidad debe fomentar una cultura de investigación-acción, donde el conocimiento generado se traduzca en acciones concretas que beneficien a la sociedad.

El conversatorio concluyó con un llamado a la acción, enfatizando que no hay tiempo que perder. Aunque los acuerdos internacionales como el *Acuerdo de París* son importantes, se señaló que incluso si se cumplieran todas las metas, tomaría alrededor de 100 años revertir los daños causados por el cambio climático. Por lo tanto, es urgente que las universidades, los investigadores y la sociedad en general actúen de manera inmediata. Se destacó que la solución no está solo en las manos de los gobiernos o las grandes corporaciones, sino también en la sociedad civil, en las comunidades y en las iniciativas locales que buscan generar un cambio desde abajo.

Dra. Paola Ocampo González



PARTE 1: CIENCIA E INNOVACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD





1.1 Fundamentos Institucionales

LA UNACH FRENTE AL DESAFÍO AMBIENTAL DE CHIAPAS

**Carlos Alberto Velázquez Sanabria,
Freddy Delgado Ruiz,
Manuel Alejandro la O Arias
Francisco Guevara Hernández¹**

Chiapas constituye un importante núcleo de biodiversidad a escala global. Este estado mexicano se caracteriza por una exuberante riqueza natural. Sus ecosistemas, que van desde selvas tropicales hasta bosques de niebla, albergan una inmensa variedad de especies endémicas y migratorias. La alta diversidad de flora y fauna de la región es producto de millones de años de evolución y de su compleja geografía (CONABIO, 2013).

La riqueza del estado es también cultural. Chiapas es uno de los estados más diversos lingüísticamente en México, con 12 lenguas indígenas reconocidas. Las lenguas más habladas son el Tsotsil y el Tseltal, seguidas por el Chol, Tojolabal y Zoque. Cada una de estas lenguas representa un aspecto vital de la identidad cultural de los distintos grupos indígenas en la región, manteniendo vivas sus tradiciones y cosmovisiones a través del lenguaje (Sistema de Información Cultural, 2024).

Desde el punto de vista climático, Chiapas se distingue por su notable diversidad, que varía desde climas cálidos y húmedos en la llanura costera del Pacífico hasta climas templados y fríos en las zonas altas de la sierra Madre de Chiapas. Esta variabilidad climática permite la

¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Carretera Ocozocoautla – Villaflores km. 84.5. Apartado postal # 78, C.P. 30470, Villaflores, Chiapas; México. carlos.velazquez@unach.mx <https://orcid.org/0000-0002-2623-5313>; fredy.delgado@unach.mx; manuel.arias@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0002-6491-2063>; francisco.guevara@unach.mx <http://orcid.org/0000-0002-9964-4433>

existencia de múltiples ecosistemas, como selvas tropicales en la región del Soconusco, que registran temperaturas medias anuales de 26 °C y precipitaciones superiores a los 3,000 mm anuales, y bosques de pino-encino en las áreas montañosas, donde las temperaturas pueden descender por debajo de los 10 °C. Sin embargo, la expansión de la frontera agrícola, la urbanización y la deforestación están ejerciendo una presión considerable sobre estos ecosistemas. En particular, la Depresión Central y las Montañas del Norte han experimentado una transformación significativa en el uso del suelo, donde los bosques han sido sustituidos por tierras agrícolas, afectando la biodiversidad y aumentando la vulnerabilidad a fenómenos como la erosión y la pérdida de suelos fértiles. Estas transformaciones no solo alteran los paisajes naturales, sino que también contribuyen al cambio climático local, exacerbando problemas como las sequías y las inundaciones en diversas regiones del estado (INEGI, 2024; Visit Chiapas, 2024).

Otro aspecto interesante del estado es su demografía. Chiapas presenta una distribución poblacional notablemente rural, con el 51 % de su población viviendo en localidades rurales, lo que contrasta con el promedio nacional donde solo el 21 % de la población reside en áreas rurales. Esta característica, sumada a la alta dispersión de la población en 20951 localidades rurales frente a 206 urbanas, genera desafíos específicos en términos de acceso a servicios básicos, educación y salud, así como en la implementación de políticas ambientales. En términos de dinámica poblacional, Chiapas ha mostrado un crecimiento sostenido, con una tasa de crecimiento anual del 1.5 % entre 2010 y 2020, una de las más altas del país. Este crecimiento, si bien refleja un aumento en la población joven, también implica una mayor presión sobre los recursos naturales, especialmente en las zonas rurales donde la dependencia de la agricultura y la explotación de recursos naturales es alta. La tendencia de migración interna hacia las zonas urbanas de mayor tamaño, como Tuxtla Gutiérrez y Tapachula, ha llevado a un crecimiento urbano acelerado que, junto con la expansión de la frontera agrícola, amenaza con deteriorar aún más los ecosistemas locales (INEGI, 2020).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la situación ambiental en el estado de Chiapas, desde una perspectiva sociodemográfica, para fundamentar la política ambiental de la Universidad Autónoma de Chiapas, desde la docencia, vinculación e investigación.

Contexto socioeconómico y ambiente

Chiapas está marcado por los efectos sociales de la apropiación histórica del territorio por diferentes grupos sociales, es el estado con mayor porcentaje de población indígena de México (Lara-Castañeda, 2024). La complejidad del conflicto ambiental con frecuencia radica en que los grupos humanos originarios han habitado las áreas protegidas, antes de que las mismas fuesen declaradas como tal. Según datos oficiales publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018) la tenencia de la tierra en el estado se caracteriza por la preponderancia de la Propiedad Ejidal. El 78.26 % de los terrenos en el estado son ejidales, lo que representa el 54.80 % de la superficie total. Estos terrenos están sujetos a un régimen especial de propiedad

colectiva en el que la comunidad tiene derechos sobre el uso de la tierra. También existe el régimen de propiedad Comunal. Este tipo de propiedad ocupa el 6.21 % de la superficie total. Las tierras comunales están bajo el control de comunidades agrarias, lo que implica una gestión colectiva de los recursos. Y, finalmente, la Propiedad Privada de la tierra ocupa el 13.42 % de los terrenos, pero cubre un 34.75 % de la superficie total, lo que indica que los terrenos privados suelen ser más grandes en promedio en comparación con los ejidales y comunales.

La agricultura y la ganadería son dos de las principales actividades económicas en Chiapas. Para la agricultura se dedican 1 368 895 hectáreas, lo que representa el 18 % del territorio estatal. Entre los principales cultivos destacan el maíz grano, que ocupa 50.9 % de la superficie sembrada, y la caña de azúcar, con 2.4 %. Además, cultivos como el café cereza, plátano, mango y papaya también son significativos tanto en superficie sembrada como en valor de producción (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas, 2022). En 2022, Chiapas ocupó el lugar 14 a nivel nacional en cuanto al valor de la producción agrícola, contribuyendo con el 2.53 % del total nacional, lo que equivale a 22 380.9 millones de pesos. Los cultivos de mayor importancia económica fueron el maíz, que representó el 30.3 % del valor total de la producción agrícola del estado.

Por su parte, la ganadería se lleva a cabo en 1 438 279 hectáreas, lo que representa el 6.35 % de la producción bovina nacional. Chiapas ocupa el tercer lugar en producción de carne, con 217 395 toneladas y la población de ganado bovino crece exponencialmente en los últimos 27 años. La mayoría de las unidades de producción son pequeñas, con un 61.8 % teniendo de 1 a 10 bovinos (BIOPASOS, 2019).

Con respecto a la actividad pesquera se destaca como principal especie de captura la mojarra (33 808 toneladas) y el atún (6 121 toneladas). En este caso, es muy importante resaltar que Chiapas dispone de 260 km de litoral y ocupa el décimo lugar en valor de la producción pesquera nacional. También se cultiva tilapia en jaulas flotantes en embalses creados por presas (El Economista, 2022).

En el ámbito estatal, diversas instituciones juegan un papel fundamental en la gestión ambiental. Entre las más relevantes se encuentran la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), el cual es un organismo público con la responsabilidad de aplicar la normatividad ambiental, realizar investigaciones, promover la educación ambiental, y gestionar, proteger, exhibir y difundir los recursos naturales para su conservación en beneficio de la sociedad. La oferta educativa en Chiapas también es un factor importante de la institucionalidad ambiental. Cuatro universidades públicas ofrecen programas de licenciatura relacionados con el medioambiente y los recursos naturales, como biología, ingeniería ambiental, desarrollo sustentable y turismo alternativo. Dos de estas universidades también ofrecen programas de posgrado en temas afines.

Problemas ambientales en Chiapas

Los problemas ambientales se proyectan sobre las tres mayores riquezas estatales: biodiversidad, recursos hídricos y servicios ambientales, a partir de las principales actividades socioproyectivas: agricultura, ganadería y pesca.



La biodiversidad

Chiapas se caracteriza por una enorme riqueza natural, siendo uno de los estados con mayor biodiversidad en México. Según la CONABIO (2021), el estado alberga una gran diversidad biológica, con un total de 11 223 especies reportadas de diversos grupos biológicos, lo que representa entre el 10 % y el 64 % del total de especies en México. Además, tiene una gran riqueza endémica dentro de la que se puede destacar la orquídea *Lacandonia schismatica*, que representa una nueva línea evolutiva y se encuentra en peligro de extinción. Además, hay 30 especies de peces endémicos y 19 especies de reptiles.

Posee 44 Áreas Naturales Protegidas (ANP), 19 de carácter federal y 25 estatal, lo que representa 1 285 000 hectáreas de bosques y selvas protegidas (32.5 % del territorio estatal). Esta biodiversidad juega un papel fundamental porque está ligada a diversos servicios ecosistémicos y aportes socioeconómicos. Esta biodiversidad se encuentra en un estado preocupante debido por los efectos de diversos factores como la deforestación, contaminación, sobreexplotación, el cambio climático y malas prácticas en el turismo (CONANP, 2011).

Dentro de las especies silvestres amenazadas se destacan el Jaguar (*Phantera onca*) (400 individuos), el Tapir (*Tapirus bairdii*), (5000 individuos), Mono araña (*Ateles geoffroyi*) (1000–1500 individuos), y Guacamaya roja (*Ara macao*) (1500–2000 individuos). También se destacan otros mamíferos como el Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Pecari de collar (*Pecari tajacu*), Tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*): estas especies son frecuentemente utilizadas y están en riesgo debido a la pérdida de hábitat y caza. En cuanto a las especies acuáticas, se han registrado 30 especies de peces endémicos en Chiapas, de las cuales 14 tienen alguna categoría de protección (CONABIO 2013).

Las principales causas de pérdida de la biodiversidad silvestre en Chiapas son: pérdida de hábitat, deforestación, incendios forestales, especies invasoras y el cambio climático. Entre 1970 y 1993, se perdieron más de un millón y medio de hectáreas de bosques y selvas en Chiapas. En 1998, Chiapas contribuyó con el 20 % de la superficie total quemada en México, lo que equivale a 198 000 hectáreas, afectando gravemente los ecosistemas locales. La deforestación, impulsada por la expansión agrícola y la urbanización, ha llevado a la fragmentación de hábitats, lo que afecta a muchas especies que dependen de ecosistemas intactos para sobrevivir. La agricultura, especialmente la producción de cultivos como el café y la caña de azúcar, ha sido un factor significativo en la pérdida de cobertura forestal (CONABIO, 2013).

En todos estos casos, la pérdida y fragmentación del habitat por la expansión agrícola y la deforestación han sido el punto clave. Aunque también influye significativamente la caza por conflictos con humanos, consumo de su carne o el comercio ilegal según la especie.

Todo esto tiene además una fuerte repercusión económica para el estado porque se debilitarían sectores como el turismo, la agricultura y la pesca. La pérdida de atractivos naturales puede disminuir el turismo ecológico, que es una fuente importante de ingresos para muchas comunidades en Chiapas.

Recursos hídricos

Chiapas es un estado con abundantes ríos y lagos, como el Grijalva, el Usumacinta y el Lacandón. Estos cuerpos de agua no solo son importantes para la vida silvestre y la agricultura, sino que también abastecen del 30 % del agua que se consume en México. Por esta razón, Chiapas es considerado como el «guardián del futuro del agua» en el país.

Según la CONAGUA (2023), Chiapas es el estado con mayor régimen pluviométrico (2 500 mm) del país, y su red de ríos y lagos alcanza 45 mil millones de metros cúbicos. Esto permite que el estado abastezca de agua potable a más de 5 millones de personas, beneficie a más de 500 mil hectáreas agrícolas con riego (CONAGUA, 2018) y genere más de 10 mil millones de kilovatios hora. Además, los ríos y lagos atesoran una gran belleza paisajista que atrae al turismo y albergan una parte importante de la biodiversidad que constituye un activo natural importante para la sociedad y el ambiente.

Sin embargo, los recursos hídricos enfrentan importantes problemas por contaminación, sobreexplotación, cambio climático, infraestructura y gobernanza deficientes. El 70 % de los ríos está contaminado por aguas residuales, mientras que los agroquímicos y residuos sólidos contaminan tanto aguas superficiales como subterráneas (CONAGUA, 2023). Además, esta instancia informó que el efecto combinado del cambio climático y la deforestación ha provocado una reducción con un promedio de 2 metros en el nivel del río Grijalva, a la altura de la presa Chicoasén. A partir de la contaminación y reducción de las aguas superficiales, la extracción de agua subterránea se ha incrementado en un 50 % en un periodo de 20 años.

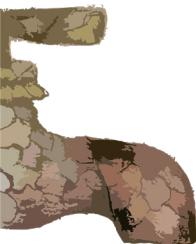
Agricultura y ambiente en Chiapas

La agricultura juega un papel fundamental en la economía de Chiapas. Según el INEGI (2021), representa el 12 % del PIB estatal y se posiciona como la actividad económica más importante junto al turismo. En 2022, el valor de la producción agrícola alcanzó los 32 mil millones de pesos, lo que evidencia su impacto significativo. Además, la agricultura genera más de 500 mil empleos, lo que representa el 25 % del total de empleos en Chiapas. Si bien, la mayoría de estos empleos son temporales y de baja remuneración, la agricultura contribuye a la seguridad alimentaria del estado, ya que Chiapas produce más del 50 % de los alimentos que consume su población. Entre los principales productos agrícolas se encuentran el maíz, el café, el frijol, el cacao y la caña de azúcar, productos esenciales para la dieta local y la economía nacional (Dirección de Información Geografía y Estadística, 2021).

No obstante, esta actividad socioeconómica es la que genera los mayores impactos ambientales en el estado. Sus efectos se extienden sobre los ecosistemas naturales, la biodiversidad y los recursos hídricos de manera considerable, pero también se proyecta sobre los agroecosistemas y su potencial productivo.

En las estadísticas ya referidas en el presente documento, la agricultura es un factor común como causante de la expansión de la frontera agrícola que se revierte en





deforestación sistemática, contaminación de las aguas superficiales con agroquímicos, sobreexplotación de las aguas subterráneas, pérdida de la biodiversidad por el efecto de agroquímicos sobre insectos o por los conflictos entre agricultores con la fauna silvestre.

Además de las afectaciones al entorno natural, las prácticas de producción agropecuarias convencionales y predominantes están erosionando de forma acelerada y significativa los agroecosistemas. Por esta razón, la actividad agropecuaria se ha tornado insostenible, en las dimensiones ambiental y social.

Son diversos factores los que contribuyen a la degradación de los agroecosistemas, como el uso intensivo de técnicas agrícolas con la alta dependencia de pesticidas (Hernández et al., 2016). Según Albert (2004), Chiapas es uno de los estados de México con mayor uso de pesticidas y ocupa el segundo lugar a nivel nacional, detrás de Veracruz. Estas altas concentraciones por metales pesados están favoreciendo la degradación del suelo y daños irreversibles a la salud humana (Velázquez-Chávez et al., 2022). Por otro lado, la deforestación, el cambio de uso de suelo y la erosión han generado alteraciones en los contenidos de materia orgánica y la fertilidad de los suelos (Olivares-Campos, López y Lobo, 2019).

Asimismo, Chiapas presenta pérdida de suelo por erosión, uno de los principales procesos que afectan a la calidad y productividad de los suelos, ya que redistribuye y modifica sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Šarapatka, Alvarado y Čižmár, 2019; Salcedo-Mayta et al., 2022).

La ganadería, por su parte, ejerce una fuerte presión ambiental, ya que ejerce más presión para la extensión de la frontera agrícola que la agricultura. Además, trae consigo graves implicaciones económicas y ambientales, como la disminución de la productividad en los suelos, incremento de emisiones de gases que favorecen al calentamiento global, disminución en la disponibilidad de agua y pérdida de biodiversidad (Guevara-Hernández et al., 2011).

La agricultura y la ganadería son dos sectores importantes que impactan significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Se estima que juntas generan alrededor del 24 % de las emisiones globales de GEI: aproximadamente el 14.5 % corresponde a la ganadería y el 9.5 % a la agricultura. Chiapas es uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero (GEI) por ganadería en México. En 2020, generó 2.5 millones de toneladas de CO₂ equivalente, lo que representa el 14 % de las emisiones totales de GEI del estado. El metano es el principal GEI emitido por la ganadería en Chiapas, con 1.8 millones de toneladas en 2020. El óxido nitroso es el segundo GEI más emitido por la ganadería, con 0.7 millones de toneladas en 2020. Estas cifras no solo están relacionadas con el inventario de más de 4 millones de cabezas de ganado bovino, también es determinante la falta de manejo del estiércol. El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados liberadores de óxido nitroso (Rojas et al., 2023).

Pesca y ambiente en Chiapas

La pesca y la acuacultura en Chiapas son un sector fundamental para la economía del estado, tanto por su impacto en la generación de empleos e ingresos, como por su contribución a la seguridad alimentaria.

En el ámbito laboral, la actividad pesquera genera alrededor de 23,000 empleos directos e indirectos, lo que representa un porcentaje significativo de la población económicamente activa en las zonas costeras y ribereñas. Estos empleos proveen ingresos a las familias de los pescadores y trabajadores del sector, contribuyendo a la reducción de la pobreza y al bienestar social. En 2021, el valor de la producción pesquera en Chiapas ascendió a 1,464 millones de pesos, lo que demuestra su importancia como fuente de ingresos para el estado. Además de su impacto económico, la pesca y la acuacultura también juegan un papel crucial en la seguridad alimentaria. En 2021, se produjeron 50,191 toneladas de productos pesqueros en Chiapas, satisfaciendo una parte importante de la demanda local de proteína de alta calidad (Pérez, 2022).

La actividad pesquera en Chiapas ha experimentado una notable disminución en la última década. De acuerdo con datos de la CONAPESCA (2023), la producción pesquera total en el estado ha disminuido en un 20 % entre 2010 y 2021, pasando de 62,700 toneladas a 50,191 toneladas. Esta tendencia se observa en diversas especies, entre las más afectadas se encuentran la mojarra (25 % de disminución), el atún (30 %), el camarón (40 %) y la tilapia (20 %).

Las causas principales de esta disminución son la sobrepesca, la contaminación del agua y el cambio climático. La captura de peces a un ritmo superior a su tasa de reproducción natural ha agotado algunas poblaciones, mientras que la contaminación del agua por actividades agrícolas, ganaderas e industriales ha deteriorado el hábitat de las especies pesqueras. El aumento de la temperatura del agua y la acidificación del océano, producto del cambio climático, también han impactado negativamente los ecosistemas acuáticos.

Desarrollo urbano y ambiente en Chiapas

El crecimiento urbano en Chiapas ha sido significativo en las últimas décadas. Según el INEGI (2020), la población urbana del estado ha aumentado del 44.7 % en 1990 al 64.2 % en 2020, concentrándose principalmente en ciudades como Tuxtla Gutiérrez, Tapachula y San Cristóbal de Las Casas.

Las causas de este crecimiento incluyen la migración rural-urbana, el crecimiento económico y el aumento de la natalidad. Si bien, este crecimiento ha generado oportunidades, también ha presentado desafíos importantes. Desde el punto de vista ambiental, los principales impactos se han manifestado en deforestación, la contaminación del agua, las emisiones de gases de efecto invernadero, la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo.

El INEGI (2023) señala que el 70 % de las aguas residuales en Chiapas se vierten sin tratamiento a los ríos y cuerpos de agua, lo que genera un alto grado de contaminación. La contaminación del agua por nitratos y otros nutrientes también ha aumentado en un 20 % en los últimos 10 años, poniendo en riesgo la salud humana y la calidad del agua. El transporte es el principal emisor de gases de efecto invernadero en Chiapas, con un aumento del 30 % en las emisiones en la última década, según datos de la SEMARNAT (2023). La industria y la construcción también contribuyen significativamente a las





emisiones, lo que agrava el problema del cambio climático. La expansión urbana ha fragmentado y reducido el hábitat de diversas especies de flora y fauna en Chiapas. Se estima que el 20 % de las especies de plantas y animales en el estado están en riesgo de extinción debido a la pérdida de hábitat, según la CONABIO (2023).

La UNACH, su aporte y compromiso

La Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) es una institución de educación superior pública. Cuenta con centros académicos en Tuxtla Gutiérrez, Arriaga, Comitán, Pichucalco, San Cristóbal de Las Casas, Tonalá, Catazajá, Copainalá, Tapachula, Ángel Albino Corzo y Villaflor. En total, son 42 unidades académicas distribuidas en las 15 regiones socioeconómicas del estado, donde estudian más de 30,000 estudiantes. Actualmente, cuenta con una matrícula de todos los municipios del estado de Chiapas y de otros estados del país, además de estudiantes tanto regulares como de intercambio académico, de países como Colombia, Ecuador, Cuba, Haití, Argentina, Costa Rica, España, Canadá, Corea, Costa Rica, Finlandia, Hungría, Brasil, Chile, Estados Unidos, Portugal, Uruguay y Guatemala (SARI, 2024).

Desde su creación, hace 50 años, la UNACH desempeña un papel crucial en el desarrollo social, económico y cultural del estado de Chiapas. Como la principal institución de educación superior en la región, su mandato no se limita solo a la formación de profesionales en el sector, sino que abarca la investigación, la extensión agrícola y el servicio a la comunidad.

La UNACH forma de manera integral a profesionales competentes, críticos, éticos, con conciencia ciudadana y ambiental. La UNACH genera, divulga y aplica el conocimiento científico, tecnológico y humanístico, difunde la cultura y el arte, promueve el deporte y extiende sus servicios, vinculada con la sociedad en entornos locales, nacionales e internacionales, con personal calificado y programas educativos pertinentes y de calidad, para contribuir al desarrollo sustentable, al bienestar social, la cultura de paz, la democracia, la equidad y los derechos humanos. Dentro de los principales aportes y enfoques, se puede mencionar:

Aporte educativo y formación de capital humano

La UNACH ofrece educación de calidad en diversas áreas del conocimiento, con un enfoque en la formación de profesionales altamente capacitados que puedan enfrentar los retos sociales, económicos y ambientales en la región y en el país. Esto incluye programas académicos orientados a áreas clave como el bienestar humano, el desarrollo social, la ingeniería, la educación, y las ciencias sociales y naturales, además del sector agropecuario, que responden a las necesidades específicas de Chiapas, un estado con gran biodiversidad natural y étnica, pero con altos niveles de marginación y pobreza (CONEVAL, 2024). Estos profesionales son fundamentales para impulsar la innovación, la productividad y la sostenibilidad en todos los sectores.

A través de sus diversas sedes, la UNACH asegura que jóvenes de diferentes contextos sociales puedan acceder a estudios superiores, tanto de pregrado como

de posgrado, reduciendo así la brecha educativa en la región. Además, fomenta el desarrollo integral de los estudiantes, promoviendo la participación en actividades culturales, deportivas y sociales, lo cual contribuye a la formación de ciudadanos comprometidos con el bienestar de su comunidad. Según las exigencias del contexto, se avanza en la educación no presencial o a distancia, en el diseño de programas educativos generadores de nuevas capacidades sociales y actitudes consistentes con la sustentabilidad y mallas curriculares más flexibles y con perfiles de egreso diversos acordes a las necesidades del contexto estatal (UNACH, 2024).

Investigación aplicada y desarrollo regional

Además de la formación académica, la UNACH también tiene la tarea de realizar investigaciones científicas y tecnológicas que contribuyan al avance del conocimiento en diferentes ámbitos, con proyectos orientados al desarrollo sostenible de Chiapas. Áreas como la agricultura, la salud, el medioambiente y el desarrollo social son objeto de estudio, con el fin de generar soluciones que aborden los problemas estructurales del estado. La investigación aplicada es una prioridad, ya que busca impactar directamente en la vida de la población chiapaneca, abordando desafíos como la seguridad alimentaria, la conservación del medioambiente y el acceso a la salud pública.

A través de sus Unidades Académicas, la UNACH trabaja en colaboración con organizaciones nacionales e internacionales para encontrar respuestas a los problemas locales. Estas investigaciones no solo tienen impacto a nivel académico, sino que también influyen en la política pública y en el diseño de programas de desarrollo. Para ello, se ha enriquecido el paradigma mismo de las ciencias, con el fin de abordar los problemas inherentes a la subjetividad, a la sociedad y a las complejas relaciones entre el agroecosistema y el sistema natural (UNACH, 2024).

Compromiso social y extensión universitaria

Otro papel crucial de la UNACH es la extensión universitaria, lo que implica que sus actividades no se limitan a la academia, sino que trascienden al ámbito comunitario. Los programas de vinculación permiten llevar los conocimientos y tecnologías desarrolladas en el ámbito académico a las comunidades rurales más necesitadas. La universidad impulsa proyectos de desarrollo comunitario, educación continua y capacitación técnica en áreas como agricultura sostenible, salud comunitaria y promoción cultural, beneficiando directamente a la población.

Un ejemplo destacado de este compromiso es la participación de la UNACH en brigadas de salud que llevan atención médica a comunidades marginadas, así como la colaboración con instituciones públicas para la implementación de proyectos de desarrollo social. Estas iniciativas reflejan el propósito de la universidad de contribuir al bienestar social y al mejoramiento de las condiciones de vida en el estado.

Un segundo ejemplo es el que se desarrolla en el sector agropecuario, donde se aplican nuevas metodologías que fomentan el enfoque participativo y el empoderamiento de los agricultores, así como de los demás actores vinculados a los procesos de



desarrollo agropecuario. En este sentido, se destacan metodologías como las ferias de la universidad, las escuelas de campo y los festivales de innovación (Guevara et al., 2019).

Enfoque en la interculturalidad y la inclusión

Reconociendo la diversidad cultural de Chiapas, la UNACH ha desarrollado un enfoque intercultural en su oferta académica y sus programas sociales. Esto incluye la creación de programas específicos para atender las necesidades de las comunidades indígenas, promoviendo el respeto y la inclusión de sus lenguas y tradiciones en la vida universitaria. Además, fomenta la investigación sobre las culturas indígenas y sus formas de vida, con el objetivo de preservar y fortalecer el patrimonio cultural de Chiapas.

Enfoque ambiental

La UNACH cuenta con su Plan Ambiental Institucional (PAI-UNACH), instrumento que considera las recomendaciones realizadas por la Secretaría de Educación Pública, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para incorporar conocimiento y valores proambientales como parte de la formación integral de los estudiantes. En él se dictan las líneas generales de acción y los mecanismos para incorporar y desarrollar a través de las funciones de docencia, extensión e investigación.

Además, en los últimos años, los programas educativos ofertados por la UNACH se han actualizado, desde un enfoque de pertinencia social y ambiental, lo que ha dado como resultado una formación más integral para los estudiantes. Un primer ejemplo es el realizado en la Escuela de Ciencias Administrativas, Campus Arriaga, en las licenciaturas de Contaduría y Administración, en donde ocho unidades de competencia están centradas en impulsar “estrategias y acciones que respaldan la educación ambiental y la percepción universitaria con respecto a la cultura ambiental” (Domínguez-Castañón et al., 2023).

Este mismo enfoque ambiental se atiende en el pregrado y posgrados ofertados en la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, en donde se ofrecen las licenciaturas de Ingeniero Agrónomo en Ganadería Ambiental (IAGA) e Ingeniero en Desarrollo Agroambiental (IDA), así como la maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical (MCPAT) y el doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad (DOCAS). Para el caso de las licenciaturas, existe un fuerte componente ambiental inmiscuido, lo cual se observa ya que el 65 % de las asignaturas de IAGA y el 90 % de las asignaturas de IDA están relacionadas con este enfoque. Ahora para el caso de los posgrados, tanto en la MCPAT como en el DOCAS, las tres líneas de generación de acción y del conocimiento están relacionadas con la sustentabilidad del ambiente (Facultad de Ciencias Agronómicas, 2024).

No obstante, esta cultura ambiental se encuentra ante el desafío de cuestionar la lógica instrumental dentro de un contexto socio-productivo complejo. Esto implica la necesidad de dotar a los individuos con competencias para la acción estratégica en entornos en los cuales los impactos a menudo trascienden los límites del control administrativo, humano y de los objetivos predefinidos (Domínguez-Castañón et al., 2023).

En este sentido, será necesario “formar” a los nuevos profesionistas que requiere el sector agropecuario con un enfoque ambiental. Para ello, deben poseer una combinación de habilidades técnicas, competencias prácticas y valores éticos, como:

1. Conocimientos Especializados (Altieri, 2002).
2. Habilidades de Gestión y Planificación (FAO, 2010).
3. Capacidad de Innovación y Adaptación (Pretty et al., 2003).
4. Habilidades de Comunicación y Trabajo en Equipo (FAO, 2018).
5. Ética Profesional y Responsabilidad Social (Hernández, 2015).
6. Además de las habilidades técnicas, es importante que posean valores y actitudes que reflejen un compromiso con el desarrollo sostenible y la equidad social, como:
 - Compromiso con la Sostenibilidad (Pretty et al., 2018).
 - Respeto por la Diversidad Cultural y Ambiental (García, 2017).
 - Empatía y Solidaridad (Morales, 2020).
 - Responsabilidad Social y Compromiso Comunitario (Pérez, 2021).

Conclusiones

En resumen, el aporte y compromiso de la Universidad Autónoma de Chiapas con la sociedad chiapaneca se refleja en su papel como una institución clave en la educación, la investigación aplicada y la vinculación social. A través de su trabajo, la UNACH no solo forma a los profesionales del futuro, sino que también impulsa el desarrollo sostenible y equitativo de Chiapas, promoviendo una sociedad más justa y con mayores oportunidades para todos.

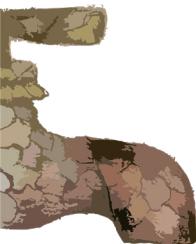
Además, los nuevos profesionistas del sector agropecuario de Chiapas tienen un papel fundamental que jugar en la transformación del sector y en la construcción de un futuro más sustentable. Para afrontar los desafíos del siglo XXI, estos profesionistas deben poseer una sólida formación técnica y científica, así como una serie de habilidades transversales como la capacidad de análisis, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y el emprendimiento. El sector agropecuario ofrece una serie de oportunidades para los nuevos profesionistas, como la posibilidad de generar un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente, desarrollar su creatividad e innovación, y acceder a salarios competitivos.

Referencias

- Albert, L. A. (2004). *Panorama de los Plaguicidas en México*. En 7.^o Congreso de Actualización en Toxicología Clínica (pp. 17-17). Servicios de Salud de Nayarit y Comisión Federal contra Riesgos Sanitarios.
- Altieri, M. A. (2002). *Agroecología: la ciencia de la agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad.
- Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles [BIOPASOS]. (2019). *Características de la ganadería bovina del estado de Chiapas*. CATIE, UNACH https://www.biopasos.com/situacion/carac_chiapas2019.pdf
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas. (2022). *Chiapas. Información Agrícola 2022*. Dirección de Información Geografía y Estadística.



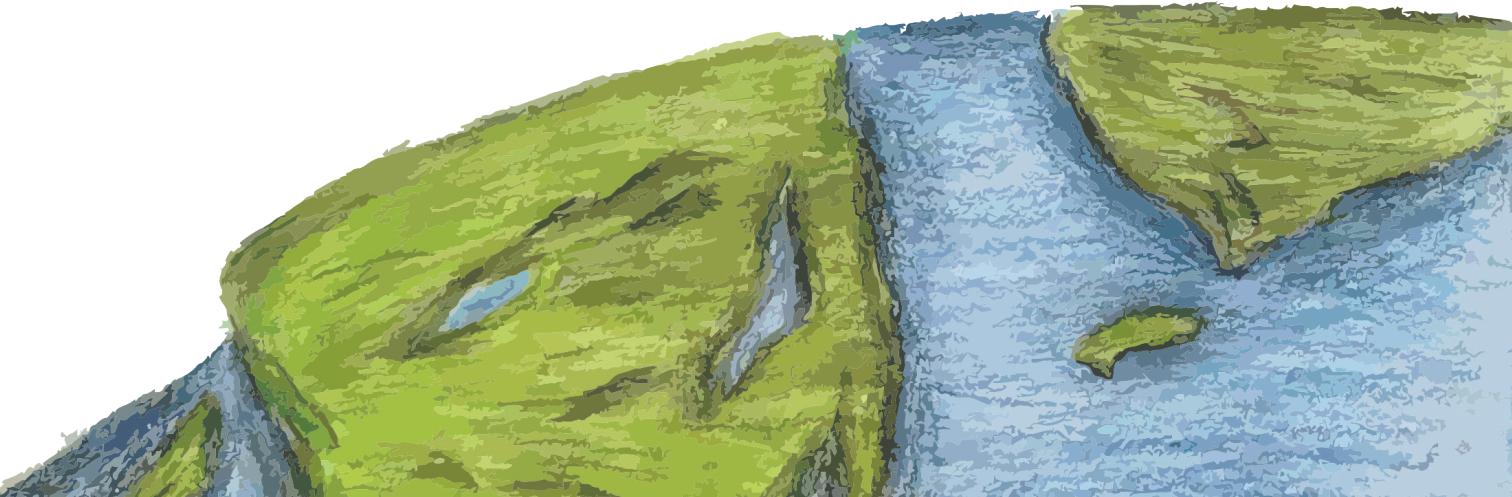
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2013). *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. CONABIO. Gobierno del Estado de Chiapas.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2023a). *Monitoreo de la Selva Lacandona*. <https://monitoreo.conabio.gob.mx/selva.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2023b). *Biodiversidad de Chiapas* [Sitio web]. <https://www.gob.mx/conabio>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2023). *Reporte del clima en México*. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADA/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9jico/RC-Junio23.pdf>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2018). *Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego. Año agrícola 2016–2017*. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGIH-3-18.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2011). *Áreas Naturales Protegidas en México*. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/reservas_biosfera.php.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2023). *Áreas Naturales Protegidas de Chiapas*.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca [CONAPESCA]. (2023). *Pesca y acuacultura en Chiapas*.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2024). *Estadísticas de pobreza en Chiapas*. <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Chiapas/Paginas/principal.aspx>
- Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO. (2021). *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. CONABIO. https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_chiapas
- Coordinación General de Relaciones Interinstitucionales [SARI]. (2024). *Acerca de datos estadísticos*. <https://sari.unach.mx/index.php/acerca-de#datos-estadisticos>
- Dirección de Información Geografía y Estadística [INEGI]. (2021). *Chiapas: Información Agrícola 2020*. Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas. https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/BECH/Cuaderno_Agricultura_2020.pdf
- Domínguez-Castañón, L. M., Esquinca-Castillejos, B. F., Culebro-Mandujano, M. E., Ramírez-Peña, S. C., y Guevara-Hernández, F. (2023). Sustentabilidad ambiental universitaria: Estrategias y percepciones en la UNACH. Un estudio de caso. *Magna Scientia UCEVA*, 3(1), 88-99. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v3n1a9>
- El Economista. (2022, noviembre 17). *Impulso a la pesca y la acuacultura en Chiapas*. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Acuerdo-sobre-la-pesca-de-la-OMC-pendiente-de-Mexico-20240702-0140.html>
- Facultad de Ciencias Agronómicas. (2024). Programas académicos [Sitio web]. <https://www.agronomicas.unach.mx/index.php/programas-academicos>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2018). *Agroecología y agricultura sostenible*. <http://www.fao.org/3/i9037es/i9037es.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2010). *La agroecología y el fortalecimiento de la resiliencia de la agricultura y la seguridad alimentaria*. <http://www.fao.org/3/i0128s/i0128s.pdf>.
- García, A. (2017). Agroecología: una opción para el desarrollo rural en Chiapas, México. *Revista Conexiones*, 11(1), 25-38.
- Gobierno del Estado de Chiapas. (2024). *Ubicación*. <https://chiapas.gob.mx/ubicacion/>
- Guevara-Hernández, F., Pinto, R., Rodríguez, L. A., Gómez, H., Ortiz, R., Ibrahim, M., y Cruz, G. (2011). Percepciones locales de la degradación de potreros en una comunidad ganadera



- de Chiapas, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(3), 311-319. <http://www.ciencia-animal.org/revista-cubana-de-ciencia-agricola/articulos/T45-N3-A2011-P311-F-Guevara-Hernandez.pdf>.
- Guevara Hernández, F., Hernández Ramos, M. A., Pinto Ruiz, R., Arias Yero, I., Rodríguez Larramendi, L. A., Medina Sansón, L., y Rodríguez Rodríguez, S. (2019). Oportunidades para la innovación de sistemas tradicionales de producción agropecuaria: un análisis socioantropológico retrospectivo. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 26(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v26n1a1>
- Hernández, J. (2015). Ética y responsabilidad social en la práctica profesional del ingeniero agrónomo. *Revista Bioética*, 23(2), 250-265.
- Hernández, H. U. B., Méndez, R. M., Beutelspacher, A. N., Solís, J. D. Á., Dosal, A. T., y Portugal, C. H. (2016). Factores socioeconómicos y tecnológicos en el uso de agroquímicos en tres sistemas agrícolas en los altos de Chiapas, México. *Interciencia*, 41(6), 382-392.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2018). *Características de los terrenos rurales en Chiapas. Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020a). *Chiapas: Medio ambiente*. [Sitio web]. https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/territorio/recursos_naturales.aspx?tema=me&e=07
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020b). *Presentación de resultados: Chiapas* [Informe]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_chis.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2023a). *Distribución de la población en Chiapas*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=07>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2023b). *Dinámica de la población en Chiapas*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/poblacion/dinamica.aspx?tema=me&e=07>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2024). *Clima en Chiapas*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/territorio/clima.aspx?tema=me&e=07>
- Lara Castañeda, E. (2024). *Población indígena en México. Características sociodemográficas 2020*. Secretaría General del Consejo Nacional de Población (SGCONAPO). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/907689/Conapo._2024_.Poblacion_indigena._Caracteristicas_sociodemograficas_2020..pdf
- Morales, E. (2020). Investigación agrícola en Chiapas: logros y perspectivas futuras. *Revista de Investigación Agropecuaria*, 15(2), 78-95.
- Olivares-Campos, B. O., López-Beltrán, M. A., y Lobo-Luján, D. (2019). Cambios de usos de suelo y vegetación en la comunidad agraria Kashaama, Anzoátegui, Venezuela: 2001-2013. *Revista Geográfica de América Central*, 63, 224-246. <https://dx.doi.org/10.15359/rgac.63-2.10>
- Pérez, L. (2021). Perspectivas futuras para las ciencias agropecuarias en Chiapas. *Revista de Desarrollo Rural Sostenible*, 28(3), 112-130.
- Pérez-Torres, R. C. (2022). Impulso a la pesca y la acuacultura en Chiapas. *El economista* [Sitio web] <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Impulso-a-la-pesca-y-la-acuacultura-en-Chiapas-20221116-0122.html#:~:text=Impulso%20a%20la%20pesca%20y%20la%20acuacultura%20en%20Chiapas>
- Pretty, J., et al. (2003). Hacer que la promoción agrícola y rural sea más sostenible: Algunas lecciones de la historia. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1(1), 1-24.
- Pretty, J., et al. (2018). La agricultura sostenible y sus implicaciones para la agricultura familiar. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 34, 1-6.



- Rojas-García, F., Jong, B., Paz PELLAT, F., Jimenez-Ferrer, G., Maldonado, V., Olguin, M., Cruz, V., Castillo-Santiago, M., Mirinidou, E., Gonzalez, A., y Ochoa-Gaona, S. (2023). *Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Chiapas. Sector: Agricultura y Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.*
- Salcedo-Mayta, S., Canihua-Rojas, J., Samaniego-Vivanco, T., Cruz-Luis, J., Pérez-Porras, W., y Cosme-De La Cruz, R. (2022). Cultivos de cobertura asociados a quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en el Altiplano peruano: Reducción de la erosión, mejora de la salud del suelo y rendimiento agrícola. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 265-274.
- Šaraparka, B., Alvarado-Solano, D. P., y Čižmár, D. (2019). Can glomalin content be used as an indicator for erosion damage to soil and related changes in organic matter characteristics and nutrients? *Catena*, 181, 104078.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2023b). *Lacandona, la gran selva maya*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/lacandona-la-gran-selva-maya>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2023a). *Chiapas: Biodiversidad y cambio climático*.
- Sistema de Información Cultural. (2024). *Lenguas indígenas en Chiapas*. Secretaría de Cultura. https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=inali_li&estado_id=7&municipio_id=-1
- Universidad Autónoma de Chiapas [UNACH]. (2024). *Misión Visión* [Sitio oficial] <https://www.unach.mx/acerca-de/mision-y-vision-unach>
- Velázquez-Chávez, L. J., Ortiz-Sánchez, I. A., Chávez-Simental, J. A., Pámenes-Carrasco, A. P., Carrillo-Parra, A., y Pereda-Solís, M. E. (2022). Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25, e482. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.482>
- Visit Chiapas. (2024). *Sobre Chiapas*. <https://visitchiapas.com/v1/Sobre-chiapas>.





PROGRAMA TRANSDISCIPLINARIO PARA EL DESARROLLO SOCIAL Y LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS (PDSGE)

Leopoldo Medina Sanson²,
César Aramís Martínez Leina³,
Lauriano Eliseo Rodríguez Ortiz⁴

Con fundamento en los problemas y retos que se desprenden de los fenómenos y consecuencias del cambio climático y ambiental a todas las escalas y revisando perspectivas y experiencias transdisciplinarias en el ámbito de la gestión de ecosistemas, la sustentabilidad y la atención a los problemas del cambio climático y ambiental, se observa de manera general y crítica la estructura académica de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). A partir de ello, se esboza una propuesta estructural y dinámica para el diseño y puesta en marcha de un programa transdisciplinario en el marco de los problemas planteados. El modelo académico estructural de la UNACH, sustentado básicamente en unidades académicas y carreras, esencialmente disciplinarias o a lo sumo interdisciplinarias, con sus profesores avocados normativamente a la docencia y adscritos a los programas de licenciatura, es restrictivo para abordar problemas complejos de manera articulada en el ámbito del desarrollo social, la gestión de ecosistemas y del estudio, y particularmente de la atención a los fenómenos asociados con el cambio climático.

² Universidad Autónoma de Chiapas. Instituto de Investigación de Plantas Medicinales Chiapanecas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. mexitzin.medina@unach.mx <https://orcid.org/0000-0002-0581-3946>.

³ Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Humanidades. Carretera Chocohuital Km. 1, Colonia Guadalupe, Pijijiapan, Chiapas; México. cesar.leina@unach.mx <http://orcid.org/0000-0002-9460-7764>. 2

⁴ Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Gestión y Autodesarrollo Indígena. Boulevard Javier López Moreno S/N, Barrio de Fátima, C.P. 29264, San Cristóbal de las Casas, Chiapas; México. lauriano.rodriguez@unach.mx <http://orcid.org/0009-0006-3579-2222>



Como alternativa inmediata, se propone crear un programa transdisciplinario para el desarrollo social y la gestión de ecosistemas, concebido como una estructura flexible, dinámica y susceptible de conformarse como un nuevo enfoque de articulación entre la docencia, la investigación y la participación social sobre una interacción directa con actores sociales, es decir, concibiendo que la transdisciplina bajo las circunstancias de Chiapas y el sureste de México conlleva una dimensión transcultural.

Enfrentamos escenarios globales en los que destacan grandes conflictos sociales que se entrelazan e impactan, de manera directa o indirecta y en diferente medida, sobre todas las regiones mundiales, destacando la pobreza y el hambre; la exclusión, desigualdad e injusticia social; la migración nacional e internacional; las crisis económicas; y la violencia y las adicciones (Paul, 2021; Muggah y Tobón, 2018; Bustillo y Velloso, 2016).

En el ámbito de los fenómenos biofísicos, indisociables de las dinámicas sociales, existe consenso de los gobiernos mundiales sobre la necesidad urgente de controlar los procesos de deterioro ambiental, agotamiento de recursos naturales y contaminación, que apuntan hacia escenarios de cambio ambiental y climático que lesionan a millones de personas y ponen en riesgo a mediano y largo plazo a muchas más, así como de abatimiento de recursos de gran importancia para la alimentación en amplias regiones del mundo. Sin embargo, la enorme desigualdad económica, el extractivismo como modelo de aprovechamiento de recursos naturales y la enorme dependencia de fuentes de energía provenientes de combustibles fósiles, pone en tela de juicio las perspectivas para atender los problemas y necesidades mencionadas (Guerrero, 2018; Weston, 2014).

En el plano estatal, la situación social de Chiapas es particular y compleja. Según datos actualizados por el INEGI (2021) al año de 2020, el 51 % de su población es rural, mientras que el promedio nacional es de 21 %; 28 de cada 100 chiapanecos son hablantes de una lengua indígena, en tanto que el promedio nacional es de 6 de cada 100 mexicanos. Por otra parte, el 34 % de la población chiapaneca está comprendida entre los 0 y 15 años de edad, y 24 años la edad mediana; mientras que, a escala nacional, la edad mediana es de 29 años. En el terreno educativo, el promedio de escolaridad de la entidad es ligeramente inferior al segundo grado de secundaria concluido, en tanto que el promedio nacional es ligeramente superior al tercer grado de secundaria concluido.

Con respecto a la economía, la aportación de 1.5 % al Producto Interno Bruto (PIB) nacional por parte de Chiapas es muy baja y debe agregarse que el sector terciario es el que más contribuye a ello, junto con el rubro de electricidad, asociado con el servicio público federal. Por otra parte, siendo Chiapas la entidad más rural de México, las actividades primarias solo aportan el 7.3 % del PIB estatal. El conjunto de datos anteriores, articulado con otros, puede sintetizarse en que para el 2020 Chiapas ocupó el último lugar nacional en el índice de desarrollo humano, es decir, se manifiesta en Chiapas como prioridad máxima dentro de la agenda nacional y estatal.

En materia ambiental y de recursos naturales, destacan: deforestación, deterioro y contaminación de sistemas costeros, erosión, modificación del patrón de lluvias,

incendios forestales, condiciones de sequía en zonas en las cuáles no se presentaba el fenómeno. Actualmente se demuestra el incremento de las temperaturas mostrando tendencia a un calentamiento en zonas específicas del estado (Mora et al., 2016), ante los cambios del medioambiente y de ecosistemas es necesaria la adaptación de la población con la conservación y restauración de los recursos naturales (Medina y Martínez, 2022; SEMAHN, 2024). A pesar de que existe la participación de los diferentes órganos de gobierno para la atención de la problemática, es transcendental la colaboración con la academia, las instituciones y la población en general, aspirando a una participación plena de todos los actores y agentes clave que conduzcan a cambios de modos de vida (Martínez *et al.*, 2021).

Alternativas educativas y la aproximación institucional de la UNACH

A escala internacional y nacional avanzan nuevos enfoques en la perspectiva científica y humanística y dentro de estos destaca la perspectiva de la complejidad, misma que entre otros aspectos medulares, aborda la articulación de los fenómenos y procesos sociales, biológicos y ecosistémicos.

En diversas instituciones de educación superior (IES) se constituyen paulatinamente institutos, centros y programas explícitamente multidisciplinarios, interdisciplinarios e incluso transdisciplinarios, destacando entre otras instituciones la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) y, en el plano regional, el Centro de Investigaciones Multidisciplinarias sobre Chiapas y la Frontera Sur (CIM-SUR); el Instituto Politécnico Nacional (IPN), con el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) y el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD); y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), con el Programa Transdisciplinario de Estudios y Desarrollos Aeroespaciales. Además, están surgiendo en las IES de nuestro país ofertas de estudios de posgrado en el marco de la transdisciplinariedad, como el doctorado Transdisciplinario en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) y el doctorado en Estudios Transdisciplinarios en la Universidad Veracruzana (UV).

En el ámbito específico del cambio climático, la UNAM ha creado el Programa de Investigación en Cambio Climático, que genera sinergias entre investigadores avocados a su estudio; la Coalición Universitaria de Cambio Climático, que integra un conjunto de universidades líderes de América del Norte las cuales inciden a escala comunitaria atendiendo la solución de problemas climáticos, promoviendo, dentro de ello, la disminución en las emisiones de carbono; y la Red Universitaria de Cambio Climático, definida como un espacio multidisciplinario dirigido a la juventud para el desarrollo de capacidades para la comprensión y la acción relativa a los fenómenos de cambio climático.

Los aspectos señalados obligan a reconocer que emergen nuevas demandas y se postulan retos prioritarios al conjunto del sistema educativo chiapaneco, en favor de



la inclusión social y el desarrollo local, regional y nacional, a la par de la gestión del medioambiente y los recursos naturales, situándose en la realidad del cambio climático. En este marco, se enfatiza cada vez más que la educación debe ser de naturaleza integral, humanística y situada.

Institucionalmente, la UNACH no ha trascendido una estructura disciplinaria con tendencia reduccionista y esencialmente profesionalizante. En los posgrados, se observan atisbos de integración de programas de formación, plantillas académicas y cuerpos académicos de diversas disciplinas, aunque estas son predominantemente muy cercanas. En todo caso, no existe una confluencia estructural entre la licenciatura y el posgrado.

En el contexto anterior, la UNACH enfrenta el reto y la oportunidad de trascender su estructura y dinámica académica, marcadamente, orientada hacia la disciplinariedad convencional con una departamentalización elemental, para abrir espacios vinculantes que conduzcan a una oferta académica más amplia, acorde con una serie de problemas y retos socio-ambientales emergentes y prioritarios, los cuales conduzcan hacia definiciones y procesos académicos de carácter ontológico, por encima de estructuras que no han dejado atrás aún un modelo reduccionista. Es por ello que se demanda una participación activa de los académicos y académicas de la educación superior en la formación y generación de nuevos conocimientos a través del fortalecimiento y la consolidación de sus capacidades, atendiendo el afianzamiento de líneas de investigación e independencia científica (UNACH, 2018; CONAHCyT, 2024), con una participación activa ante las necesidades sociales de la región, el estado y el país para un bienestar de la población (Gobierno de México, 2019).

En este marco cobra relevancia abrir espacios institucionales con una naturaleza transdisciplinaria, no solo en el sentido del trabajo académico vinculado con una aproximación intencionadamente compleja, sino que, además, en el de una construcción cognitiva que conjugue el aporte social extrauniversitario con el que se desprende de las funciones sustantivas universitarias reconocidas dentro del modelo general de universidad propio de la educación pública mexicana (UNACH, 2022).

Es probable que un cambio estructural de fondo no sea posible en el corto plazo, por lo que se considera conveniente diseñar y emprender una dinámica de cambio gradual y planificado. Esto dio lugar al PDSGE, el cual tiene como objetivo fortalecer, al interior de la universidad, la colaboración en cuerpos académicos, grupos de investigación, redes y proyectos registrados en la Dirección General de Investigación y Posgrado, con productividad académica (libros, capítulos de libros, artículos y patentes), así también, robustecer la vinculación con otras IES estatales, nacionales e internacionales y, por ende, orientan un desarrollo y fortalecimiento institucional en este campo de estudio.

El objetivo general es: construir e impulsar un modelo académico de trabajo institucional que, desde la perspectiva de la complejidad y los sistemas complejos, aborde problemáticas ecosistémicas y sociales de manera articulada, evaluando con visión prospectiva las tendencias positivas y negativas de cambio ambiental y social,

y establecer enfoques y estrategias alternativas en el marco del desarrollo sostenible y la agenda mundial para el desarrollo.

- Los objetivos específicos son: Contribuir al fortalecimiento de los programas de posgrado enfocados, por un lado, al desarrollo social y, por otro, a la gestión de los ecosistemas, fomentando dentro de cada uno líneas de trabajo académico vinculantes que favorezcan el abordaje de problemas complejos en los cuales se conjugan aspectos tanto sociales y humanísticos, como biológicos y ambientales.
- Fomentar y participar en acciones académicas que, bajo modalidades abiertas tanto presenciales como a distancia, alimenten la reflexión y el aprendizaje, dirigido a toda la comunidad universitaria y sociedad en general, sobre realidades complejas, con orientación hacia el reconocimiento y diseño de estrategias de intervención para el desarrollo social y la gestión de ecosistemas desde una perspectiva integradora.
- Impulsar y participar en el diseño y gestión de proyectos para obtener financiamiento por instancias locales, estatales, nacionales e internacionales, dirigidos a generar conocimiento básico, así como modelos integradores de promoción del desarrollo social y gestión de ecosistemas a escala local y regional.

Ámbito institucional

El programa se dirige particularmente hacia los espacios institucionales de posgrado y sus núcleos académicos, inscritos dentro de los registros del Sistema Nacional de Posgrado (SNP), pero lo anterior no es restrictivo y se postula como un programa articulador que favorezca la comunicación dentro y entre las iniciativas que emprenden las y los académicos de la UNACH a nivel personal, de cuerpos académicos y redes, sin importar el nivel de formación, de manera que el programa puede potenciar el fortalecimiento de las actividades académicas a nivel de licenciatura.

Etapas

1. Articulación institucional (primer año)

La primera fase del programa se dirige a lograr la integración de una base académica diversificada, conjuntada bajo una perspectiva de liderazgo colegiado, conformada por académicos de diferentes disciplinas, con convicción por el desarrollo de abordajes transdisciplinarios en el contexto de las funciones sustantivas de la UNACH. Lo anterior implica diseñar, poner en marcha y retroalimentar procesos colegiados de estudio y reflexión para culminar con la formulación de una visión unificadora y de un esquema organizativo que conjugue la diversidad de campos y capacidades académicas que actualmente destacan en nuestra máxima casa de estudios.

Estrategias/acciones

Convocatoria dirigida para integrar un equipo conformado por académicas y académicos de diferentes disciplinas y campus de la UNACH, que cuenten con trayectoria académica destacada, reflejada en productos académicos de excelencia y reconocimientos a su labor, es decir, Perfil Deseable del Programa para el Desarrollo



Profesional Docente (PRODEP) y pertenencia al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) con categoría vigente, al menos nivel 1 y con al menos una renovación, con vocación hacia el trabajo institucional colaborativo y que formen parte de un cuerpo académico registrado ante el PRODEP.

Formulación de un modelo administrativo y de trabajo colegiado, así como de construcción transdisciplinaria por parte del equipo transdisciplinario, que permitirá evaluar el desempeño de cada uno de sus integrantes y del conjunto, con base en la entrega de productos, individuales y colectivos, y en el cumplimiento de metas. El modelo administrativo comprende tres etapas clave: la articulación del trabajo transdisciplinario institucional, la integración en redes interinstitucionales estatales y nacionales, y la proyección internacional, cada una de las cuales será pormenorizada e instrumentada en su momento.

Promoción, para su enriquecimiento, validación y apropiación, del modelo administrativo de trabajo colegiado académico transdisciplinario al interior de los núcleos académicos de los programas de posgrado registrados dentro del SNP y, en el caso de los programas que deseen participar en el PDSGE, designación por parte de sus núcleos académicos, de un representante, por un periodo establecido dentro del modelo administrativo y de gestión mencionado.

2. Integración en redes interinstitucionales, estatales y nacionales (segundo año)

La construcción y desarrollo interinstitucional de iniciativas académicas en materia de investigación, docencia y participación social es actualmente una de las líneas más importantes de trabajo académico, específicamente en el ámbito de las instituciones de educación superior públicas toda vez que, por una parte, retroalimenta y consolida las capacidades académicas institucionales y, por otra, extiende las oportunidades para obtener financiamientos dirigidos al cumplimiento de las funciones universitarias sustantivas.

Estrategias/acciones

Diseño, validación de un programa para la conformación (o integración dentro) de una red estatal y una red nacional de programas e iniciativas académicas y sociales transdisciplinarias (o para el ingreso a redes ya constituidas).

Constitución (o incorporación formal y activa dentro) de una red estatal y una nacional de programas e iniciativas académicas y sociales transdisciplinarias o integración a una ya constituida e inicio de actividades en el marco de la transdisciplinariedad.

3. Proyección internacional (tercero y cuarto año)

La integración en redes estatales y nacionales, cuando se fundamenta en criterios de calidad académica, conlleva implícitamente un acercamiento, tanto a nivel personal como colegiado, con instituciones de otras naciones. No obstante, la proyección internacional se asocia con la perspectiva de que la UNACH, con base en un

liderazgo caracterizado por una identidad estatal y regional, se convierta en un polo de atracción para instancias internacionales financieras de la investigación, para programas internacionales dirigidos a la formación, con nivel de excelencia, de investigadores y profesionales altamente especializados, además, de manera directa, para la incorporación de estudiantes de otras nacionalidades que aspiren a formarse dentro de programas educativos de la UNACH. Todo lo anterior en la confluencia institucional e interinstitucional articulada en el marco del PDSGE, es decir, en el ámbito del trabajo académico transdisciplinario integrado para el desarrollo social y la gestión de ecosistemas.

Estrategias/acciones

Concertación de convenios de colaboración con instituciones académicas de otros países. Puesta en marcha de los convenios internacionales y obtención de financiamientos internacionales dirigidos a promover el desarrollo social y la gestión de ecosistemas.

Referencias

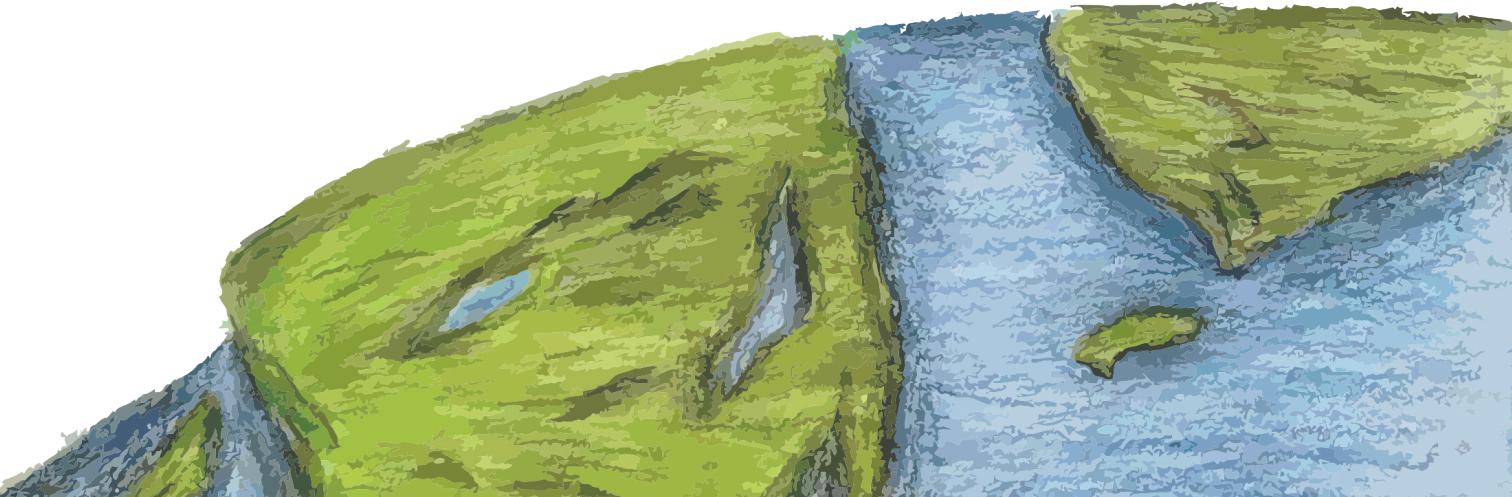
- Bustillo, I., y Velloso, H. (2016). Insecurity and Development in Latin America and the Caribbean. *PRISM*, 5(4), 48–67. <http://www.jstor.org/stable/26459212>
- Guerrero, D. G. (2018). *The limits of capitalist solutions to the climate crisis. The climate crisis: South African and global democratic eco-socialist alternatives*. Wits University Press.
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología [CONAHCyT]. (2024, 14 de septiembre). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024*. <https://conahcyt.mx/conahcyt/peciti/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). En México somos 126 014 024 habitantes: *Censo de Población y Vivienda 2020* [Archivo PDF]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_Nal.pdf
- Martínez Leina, C. A., Álvarez Gordillo, G. del C., y Cruz Rueda, E. (2021). Gestión de riesgos y estrategias comunitarias ante los desastres en localidades de la región Istmo-Costa en Chiapas. *Liminar. Estudios Sociales y Humanísticos*, 19(2), 188-200. <https://doi.org/10.29043/liminar.v19i2.849>
- Medina Sansón, L., y Martínez Leina, C. A. (2022). Adaptación al cambio climático en la producción ejidal de maíz en el estado de Chiapas, México. *Revista Regiones y Desarrollo Sustentable*, 22(43), 1-21. <http://www.coltlax.edu.mx/openj/index.php/ReyDS/article/view/231/pdf>
- Mora Orozco, C., Ruiz Corral, J. A., Flores López, H. E., Zarazúa Villaseñor, P., Ramírez Ojeda, G., Medina García, G., Rodríguez Moreno, V. M., y Chávez Durán, Á. A. (2016). *Índices de cambio climático en el estado de Chiapas, México, en el periodo 1960-2009*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(spe13), 2523-2534. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000902523&lng=es&tlang=es
- Muggah, R., y Tobón, K. A. (2018). Theories of crime and violence. En *Citizen security in Latin America: Facts and Figures* (pp. 22–46). Igarape Institute. <http://www.jstor.org/stable/resrep19172.6>
- Paul, D. (2021). *Merging the Poverty and Environment Agendas*. International Institute for Sustainable Development (IISD). <http://www.jstor.org/stable/resrep29274>
- Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural del Estado de Chiapas [SEMAHN]. (2024, 14 de septiembre). *Protección Ambiental*. <https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/tramites/dpa>



Universidad Autónoma de Chiapas [UNACH]. (2018). *Plan de Desarrollo Institucional 2030* [PDF]. <https://planeacion.unach.mx/index.php/planeacioninstitucional#plan-de-desarrollo-institucional-2030>

Universidad Autónoma de Chiapas [UNACH]. (2022). *Legislación Universitaria, Estatuto Integral de la Universidad Autónoma de Chiapas* [PDF]. https://www.unach.mx/images/documentos/legislacion/Estatuto-Integral-de-la-UNACH_22_.pdf

Weston, D. (2014). *The political economy of global warming: The terminal crisis*. Routledge.



1.2 Ciencia y Tecnología para el Cambio Climático

EL PODER DEL VIENTO: RETOS Y OPORTUNIDADES DESDE LA UNACH

**Filiberto Hueyotl-Zahuantitla
Orlando Díaz-Hernández,
Mario A. Aguirre-López,
Gerardo J. Escalera-Santos⁵**

Este documento resume los esfuerzos realizados por un grupo interdisciplinario de la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Chiapas, en el estudio de la interacción del viento con estructuras sólidas y sus posibles aplicaciones en ingeniería ambiental. Dichas investigaciones se han realizado desde el punto de vista de la dinámica de fluidos computacional. Aquí se describe la evolución que se tiene al respecto, así como los retos y oportunidades ante el cambio climático.

Partiendo de un estudio del efecto de las costuras en la aerodinámica de una pelota de beisbol (adaptando un código diseñado para simular fluidos astrofísicos), se amplió el uso de las herramientas obtenidas al estudio de la interacción del viento con estructuras de rugosidad controlada y se propuso una técnica novedosa para visualizar la distribución de la presión alrededor del objeto de estudio, permitiendo identificar las zonas de rugosidad en la superficie. En particular, las aplicaciones se han centrado a cilindros cuadrados y rectangulares, cuyas geometrías genéricas pueden representar estructuras reales como, por ejemplo: cajas de tráiler, edificios, pilares de puentes y chimeneas.

⁵ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas. Calzada Emiliano Zapata Km. 8, Loma Bonita, Terán, C.P. 29055, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. filiberto.hueyotl@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0002-5527-7141>; orlando.diaz@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0003-1683-5240>; mario.aguirre@unach.mx <https://orcid.org/0000-0002-5191-3462>; gerardo.escalera@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0002-6549-3737>

En la misma línea de estudio, los esfuerzos recientes se han centrado en el análisis de la distribución de la presión ejercida sobre las paredes de edificios de gran altura, así como la vorticidad del viento —una medida de la tendencia a girar de un fluido. Para esto se ha implementado una rugosidad controlada a manera de balcones en la fachada de edificios hipotéticos, estructuras generadas mediante diseño asistido por computadora. Los resultados permiten identificar zonas de alta presión y zonas de alta vorticidad, lo cual provee información relevante, no solo para el diseño arquitectónico-estructural de edificios, sino también para evaluar el posible aprovechamiento del viento mediante la implementación de granjas de micro-aerogeneradores en las paredes exteriores de edificios. Es importante mencionar que el grupo de trabajo tiene un proyecto aprobado en conjunto con la Universidad de Birmingham para analizar la viabilidad de la implementación de micro-aerogeneradores en zonas urbanas en México.

Oportunidades y perspectivas desde la UNACH

La interacción del viento con estructuras es un fenómeno que ha sido abordado tanto desde el punto de vista experimental como del teórico. Una de las principales aplicaciones es la búsqueda de perfiles aerodinámicos en medios de transporte (automóviles, aviones y motocicletas) y diversos proyectiles (incluyendo objetos utilizados en los deportes), con el objetivo principal de, en el primer caso, obtener un desplazamiento eficiente que se traduce en ahorro de energía; y en el segundo, obtener efectos particulares para confundir al rival o conseguir un máximo alcance y estabilidad de vuelo. Estos objetivos se consiguen generalmente mediante la reducción del arrastre producido por el objeto en cuestión.

Si bien el viento puede generar efectos no deseados cuando incide en estructuras, también ofrece la oportunidad de su aprovechamiento para generar energía eléctrica. Por ejemplo, en el primer caso, existen zonas geográficas como La Ventosa en el estado de Oaxaca, donde los vientos son lo suficientemente rápidos que pueden frecuentemente exceder los 30 km/h, con ráfagas que pueden superar fácilmente los 40 km/h (García-Santiago, 2020). Se sabe que estos vientos han volcado camiones de carga (Romo-Martínez, 2024). Para tener una idea del poder del viento en estos escenarios: un viento de 36 km/hora que incide lateralmente sobre una caja de tráiler, ejerce una presión de 1,587 N/m², por lo que si se considera una caja de 20 m de longitud y 2.7 m de altura, se ejerce una fuerza superior a 85,000 N. Este valor es superior al peso de una caja de 8.5 toneladas, alrededor de 83,000 N, recordando que el peso es una fuerza.

Como ya se mencionó, un fenómeno importante a considerar es la interacción del viento con estructuras civiles, como pueden ser chimeneas, pilares de puentes de gran altura y en particular edificios altos. En este último caso, se ha encontrado que el viento puede ejercer una presión considerable sobre las paredes, lo cual demanda de manera obligada un análisis previo para determinar la geometría del edificio y los materiales a utilizar en sus fachadas, además del análisis de su emplazamiento para

mitigar las corrientes de retorno a nivel peatonal, reducir la vorticidad en balcones y la formación de corrientes entre edificios (Li et al., 2015), conocido como efecto Venturi. Estos efectos, si bien son indeseables a nivel peatonal, también representan un área de oportunidad para considerar la instalación de granjas de micro-aerogeneradores en zonas estratégicas de los edificios.

Figura 1.

Sección transversal de cilindros cuadrados, utilizados comúnmente en investigaciones de la interacción viento-estructura. (a) cuadrado, (b) cuadrado con esquinas recortadas, (c) cuadrado con esquinas chaflaneadas, (d) cuadrado con esquinas redondeadas y (e) cilindro rotado.

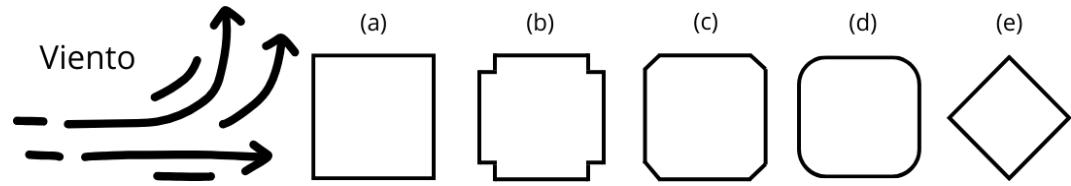
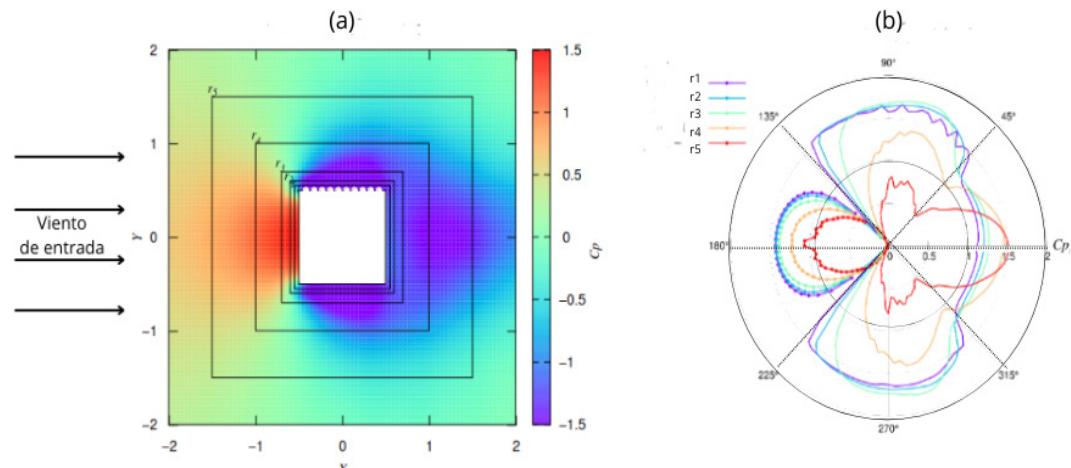


Figura 2.

Distribución de la presión del viento alrededor de una estructura. (a) Visualización estándar del mapa de coeficiente de presión (en código de colores) del viento alrededor de una estructura con rugosidad en la parte superior (cuadrado blanco). (b) Medida del coeficiente de presión a cinco distancias concéntricas de la estructura del inciso (a). Esta propuesta novedosa en coordenadas polares permite identificar la localización de la rugosidad



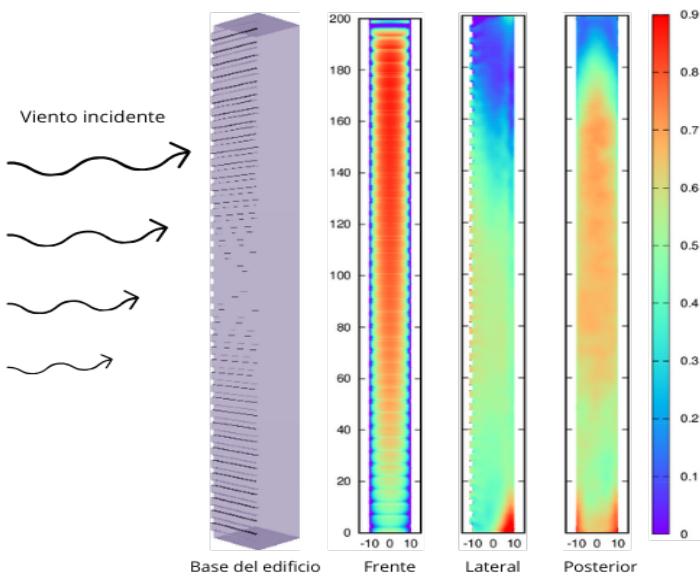
En este sentido, investigadores de la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la UNACH, están desarrollando herramientas numéricas y de software para estudiar la interacción del viento con estructuras. Como primer paso se ha propuesto una nueva forma de visualizar los parámetros del flujo (presión, velocidad y vorticidad.) alrededor de estructuras de sección transversal cuadrada, como se aprecia en la Figura 1, y además tengan una rugosidad controlada, como se puede observar en la Figura 2. Los resultados de este estudio se han publicado en el artículo *Advances in*



Numerical Data Visualization of Flow around a Square Cylinder (Aguirre-López et al., 2024a), el cual obtuvo un premio de la revista *Symmetry*. Además, se ha publicado el artículo *Passive Control Measures of Wind Flow around Tall Buildings* (Aguirre-López et al., 2024b), donde se analiza la distribución de la presión y la vorticidad sobre las paredes de edificios altos, en cuyas fachadas se añadieron modificaciones morfológicas que asemejan balcones. En general, se encontró que la parte alta de los edificios presentan una reducción en la presión y que la presión en la zona peatonal es considerablemente mayor que en otras zonas. En el caso de la vorticidad, se encontró que esta se puede controlar cambiando la forma o el espaciamiento de la rugosidad, como se aprecia en la figura 3.

Figura 3.

Distribución de la presión en diferentes caras de un edificio cuya fachada presenta una rugosidad controlada. La escala de colores de la derecha es una referencia de la magnitud de la presión en cada pared, donde el rojo indica alta presión y el azul indica baja presión.



Estos proyectos se han desarrollado mediante simulaciones de dinámica de fluidos con el código de libre acceso (OpenFOAM, 2020). Para esto, es necesario contar con el modelo de la estructura sólida sobre la cual incide el flujo de aire. Los modelos de estructura se realizan mediante diseño asistido por computadora con el programa (FreeCAD, 2018), que también es de acceso libre. Cabe mencionar que también se ha diseñado un software que obtiene la silueta de un objeto a partir de imágenes 2D para su posterior reconstrucción 3D. Este trabajo ha sido publicado en el artículo *A novel silhouette extraction method for binary images based on the Wall-Follower algorithm* (Aguirre-López, et al., 2024), y presentado en una conferencia internacional en Pilsen, República Checa.

Recientemente, los autores de esta contribución han establecido una colaboración con investigadores de la Universidad de Birmingham, Reino Unido, en un

proyecto que tiene como objetivo identificar oportunidades de mejora en la generación de energía sustentable, especialmente en la forma de obtener energía del viento e identificar sistemas más resistentes y seguros —ya sea terrestres, marítimos o urbanos. El proyecto se basa en el uso de *Digital Twins* (Gemelos Digitales), los cuales son representaciones virtuales de un objeto al que se le incorporan datos en tiempo real que pueden captarse mediante sensores o tecnologías de análisis de datos. La idea es utilizar esos modelos en tiempo real para tomar mejores decisiones de cómo producir energía a partir del viento. Esto permitirá que la operación y el mantenimiento sea más eficiente y de menor costo, lo que se traduce en energía más confiable y sustentable. Además del trabajo de investigación, se tiene contemplada la realización de talleres en 2025, donde científicos de Reino Unido, México y países latinoamericanos vecinos intercambien ideas para impulsar el conocimiento en materia de energía sustentable en Latinoamérica.

De acuerdo con la Asociación Mexicana de Energía Eólica en México (AM-DEE, 2023), se encuentran instalados 70 parques que operan en 15 estados, siendo Oaxaca el más productivo con 2,758 MW, Chiapas ocupa el lugar 13.^º con 49 MW. Por lo que este proyecto representa una oportunidad para impulsar el desarrollo en esta materia desde la UNACH

Figura 4.

Estados de la república mexicana que cuentan con parques eólicos.



Nota: Asociación Mexicana de Energía Eólica.

Consideraciones

Los estudios realizados hasta ahora por el grupo de trabajo solo han considerado estructuras genéricas de edificios u otras estructuras rugosas para simular la interacción del viento con estructuras mediante la dinámica de fluidos computacional. Es importante mencionar que se utilizan programas de libre acceso y código abierto, lo cual reduce significativamente los costos para tales estudios y ha permitido desarrollar algoritmos propios. Los temas que se abordan son de actualidad y de relevancia a nivel global,

mientras que las herramientas numéricas que se han desarrollado se pueden aplicar a diversas áreas de ingeniería ambiental: mitigación de la dispersión de contaminantes, tanto en la atmósfera como en ambientes cerrados como fábricas, casas e invernaderos; diseño de microclimas, tanto terrestres como extra-terrestres; sedimentación de partículas en ambientes turbulentos; dispersión de fertilizantes; aprovechamiento de la energía del viento; diseño aerodinámico de vehículos; prevención de accidentes por ráfagas de viento; y mitigación de ráfagas de viento en zonas urbanas.

Adicionalmente, se está desarrollando una interfaz computacional que permite reconstruir estructuras 3D a partir de su silueta mediante la técnica de extrusión. El algoritmo para detectar siluetas es de desarrollo propio.

El grupo de trabajo es multidisciplinario, consta de un investigador posdoctoral, especialista en modelación y matemáticas aplicadas; un investigador del programa investigadores e investigadores por México, especialista en dinámica de fluidos computacional; dos profesores de tiempo completo, especialistas en sistemas dinámicos y complejidad. Por la naturaleza de los proyectos, además de la colaboración establecida con la Universidad de Birmingham, se busca incorporar a académicos de las áreas de arquitectura e ingeniería civil de nuestra casa de estudios, con el fin de que aporten su experiencia con datos técnicos y normativas. Asimismo, se busca integrar al grupo de trabajo a estudiantes, de la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la UNACH, así como de ingenierías afines, tanto de nuestra casa de estudios como de otras universidades. Actualmente, se mantiene una mayor colaboración con estudiantes y profesores de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Estos esfuerzos buscan fomentar la colaboración entre diferentes disciplinas y cuerpos académicos dentro de la universidad, así como con otros externos, por lo que el apoyo institucional de la UNACH resulta pertinente.

Referencias

- Aguirre-López, M. A., Hueyotl-Zahuantitla, F., y Martínez-Vázquez, P. (2024a). Advances in numerical data visualization of flow around a square cylinder. *Symmetry*, 16(1), Article 32. <https://doi.org/10.3390/sym16010032>
- Aguirre-López, M. A., Hueyotl-Zahuantitla, F., y Martínez-Vázquez, P. (2024b). Passive control measures of wind flow around tall buildings. *Buildings*, 14(6), 1514. <https://doi.org/10.3390/buildings14061514>
- Aguirre-López, M. A., Izaguirre-Prado, O. E., Soto-Villalobos, R., y Hueyotl-Zahuantitla, F. (2024). A novel silhouette extraction method for binary images based on the Wall-Follower algorithm. *Computer Science Research Note*, 34(1), Article 46. <https://doi.org/10.24132/CSRN.3401.46>
- Asociación Mexicana de Energía Eólica [AMDEE]. (2023). *La Asociación Mexicana de Energía Eólica A.C. (AMDEE)*. https://amdee.org/es_es/
- FreeCAD. (2018). *FreeCAD. Your own 3D parametric modeler* (Version 2018). <https://www.freecad.org/>
- García-Santiago, O. M. (2020). *Cambios en la circulación de los vientos de bajos niveles en México ante escenarios de cambio climático* [Tesis de maestría]. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

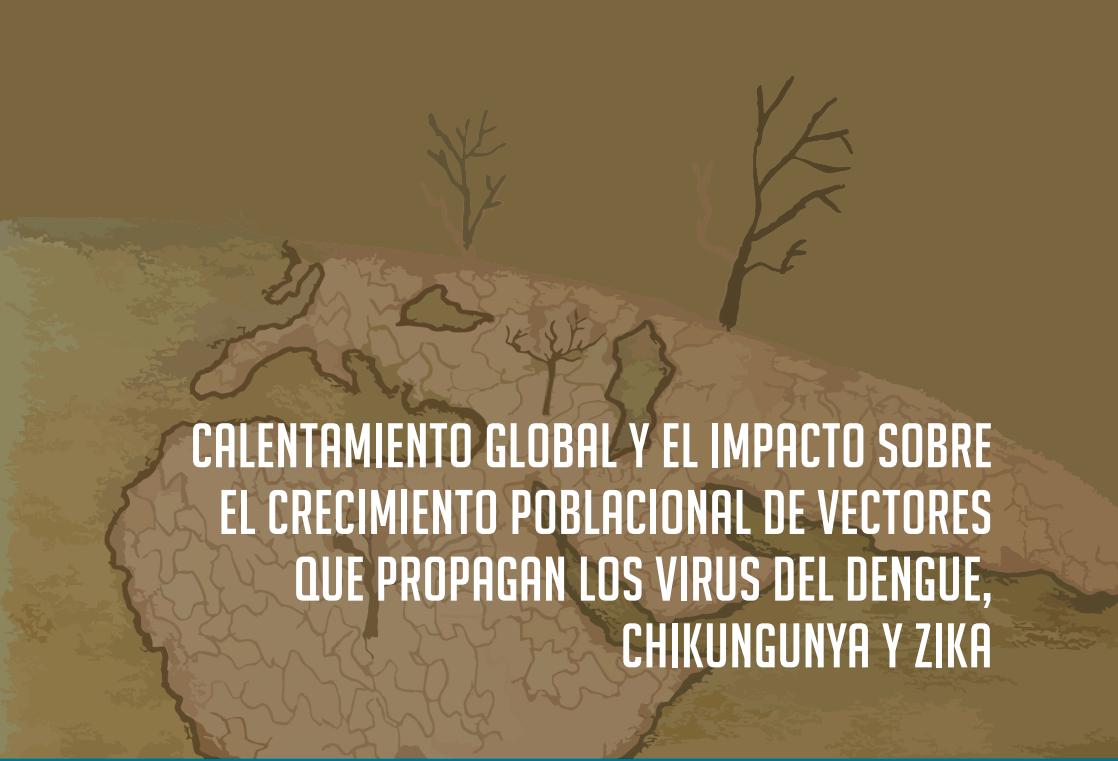
Li, B., Luo, Z., Sandberg, M., y Liu, J. (2015). Revisiting the “Venturi effect” in passage ventilation between two non-parallel buildings. *Building and Environment*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.10.023>

OpenFOAM. (2020). *OpenCFD release OpenFOAM v2012* (Version v2012). <https://www.openfoam.com/news/main-news/openfoam-v20-12>

Romo-Martínez, F. (2024, junio 10). Ventarrones vuelcan tráiler en La Ventosa. *El Imparcial*. <https://imparcialoaxaca.mx/policiaca/837054/ventarrones-vuelcan-trailer-en-la-ventosa/>







CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL IMPACTO SOBRE EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE VECTORES QUE PROPAGAN LOS VIRUS DEL DENGUE, CHIKUNGUNYA Y ZIKA

Orlando Díaz-Hernández⁶

El cambio climático es un fenómeno de origen antropogénico, es decir, generado por la actividad humana causando un aumento en las temperaturas globales y alterando los patrones climáticos en todo el mundo, provocando así consecuencias severas para los ecosistemas, la biodiversidad y las actividades humanas. Entre las actividades humanas más afectadas por el cambio climático se encuentran la agricultura y la ganadería, sectores fundamentales para la economía y la seguridad alimentaria global. Sin embargo, estas actividades no solo son víctimas del cambio climático sino también importantes contribuyentes a este fenómeno, exacerbando a su vez las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a medida que los agricultores y ganaderos intensifican sus prácticas para mantener la producción. Además, la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, son las principales fuentes de emisión de dióxido de carbono (CO_2), el gas de efecto invernadero más abundante. Por otra parte, la deforestación no solo libera grandes cantidades de CO_2 almacenado en los árboles, sino que también reduce la capacidad de los bosques para absorber este gas. La industrialización y el transporte, por el consumo de fuentes fósiles, también emiten grandes cantidades de CO_2 y otros GEI, como el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Otra fuente importante de GEI se da por la producción de energía, especialmente en centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles.

⁶Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas. Calzada Emiliano Zapata Km. 8, C.P. 29050. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. orlando.diaz@unach.mx <https://orcid.org/0000-0003-1683-5240>

El calentamiento global altera el hábitat natural de muchas especies así como su ciclo de vida, principalmente la de vectores que transmiten enfermedades creando condiciones propicias para su reproducción y expansión geográfica. Las altas temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación pueden aumentar la tasa de reproducción de los mosquitos poniendo en riesgo nuevas poblaciones humanas. La urbanización y la deforestación, impulsadas por la expansión agrícola y ganadera, también proporcionan nuevos criaderos para los mosquitos, aumentando la incidencia de estas enfermedades.

La creciente interconexión entre estos factores hace evidente la importancia de adoptar un enfoque holístico y multidisciplinario para abordar los desafíos del cambio climático. Esto incluye la implementación de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles, la promoción de políticas que mitiguen las emisiones de GEI y la adaptación de las comunidades a los impactos del cambio climático. En este texto exploraremos cómo algunas actividades económicas —la ganadería y la agricultura, principalmente— contribuyen al cambio climático, y viceversa, cómo el cambio climático afecta a estas actividades e influyen en la proliferación de vectores que transmiten el dengue, chikungunya y zika, afectando la salud pública de manera significativa.

En Chiapas, las principales actividades económicas son la agricultura mediante la producción de café, maíz, cacao, plátano, caña de azúcar y soya; la ganadería, con una producción significativa de carne bovina, porcina y avícola, así como la leche y sus derivados; la silvicultura y explotación forestal, proporcionando maderas y resinas. La pesca y la acuicultura; la minería, la industria y el turismo.

En conjunto, estas actividades económicas en todo el mundo representan alrededor del 60 % de las emisiones globales de GEI, por lo que hace relevante conocer cuáles son los principales GEI y sus principales fuentes:

Dióxido de Carbono (CO₂)

- Origen Natural: El CO₂ se libera naturalmente a través de procesos, como la respiración de los seres vivos, la descomposición de materia orgánica y las erupciones volcánicas.
- Origen Antropogénico: La quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) para la generación de energía, el transporte y la industria es la principal fuente de emisiones de CO₂ de origen humano. Además, la deforestación y el cambio de uso del suelo también liberan grandes cantidades de CO₂ almacenado en la biomasa y el suelo.

En 2015, las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) se estimaban en aproximadamente 35.7 mil millones de toneladas métricas. Según datos recientes, las emisiones globales de CO₂ en 2022 alcanzaron aproximadamente 36.8 mil millones de toneladas métricas, y se proyecta que para 2024 estas emisiones alcanzarán cerca de 37.2 mil millones de toneladas métricas. Esto representa un incremento del 4.2 % durante este período.

Metano (CH_4)

- Origen Natural: El metano se produce en ambientes anaeróbicos (sin oxígeno) como los pantanos y humedales. También se libera a través de la digestión de ciertos animales y la descomposición de materia orgánica.
- Origen Antropogénico: Las principales fuentes humanas de CH_4 incluyen la agricultura (especialmente la fermentación entérica en rumiantes), el manejo del estiércol, la producción y el transporte de combustibles fósiles, y los vertederos de residuos sólidos.

En 2015, las emisiones globales de metano de estos sectores se estimaban en aproximadamente 165 millones de toneladas métricas. Para el 2024, se estima que estas emisiones hayan aumentado a 190 millones de toneladas métricas, reflejando un incremento del 15.2 % en este período.

Óxido Nitroso (N_2O)

- Origen Natural: El N_2O se libera de manera natural a través de procesos microbianos en el suelo y los océanos.
- Origen Antropogénico: Las principales fuentes humanas de N_2O incluyen el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, el manejo de estiércol y ciertos procesos industriales. La quema de biomasa y combustibles fósiles también contribuye a las emisiones de N_2O .

En 2015, las emisiones globales de óxido nitroso (N_2O) del sector agrícola eran aproximadamente de 3.1 millones de toneladas métricas. De acuerdo con las proyecciones más recientes, para el 2024 estas emisiones se estiman en 3.5 millones de toneladas métricas, lo que representa un incremento del 12.9 % durante este período.

Vemos entonces que, por una parte, la agricultura contribuye al cambio climático debido a su expansión, convirtiendo bosques y tierras naturales en tierras agrícolas, y por el uso de fertilizantes nitrogenados, el uso excesivo de productos químicos y el uso de maquinaria; y la ganadería, a su vez, contribuye a través de la fermentación entérica, la descomposición anaeróbica del estiércol, la deforestación para la expansión de pastizales y el uso de fertilizantes nitrogenados para la producción de forrajes.

Por otra parte, el calentamiento global afecta el rendimiento de los cultivos, ya que a temperaturas más altas pueden superarse los límites óptimos para el crecimiento de las plantas, y la variabilidad en las precipitaciones puede resultar en sequías más frecuentes y severas o en inundaciones, afectando la producción y provocando la erosión del suelo y la desertificación. En este mismo sentido, las altas temperaturas pueden causar estrés térmico en los animales, reduciendo su crecimiento, reproducción y producción de leche, además de incrementar su tasa de mortalidad. Un factor que también afecta tanto a la agricultura como a la ganadería es la disponibilidad de agua y su calidad.



De acuerdo con la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) y al análisis de las series temporales de temperatura muestra que las áreas más cálidas superan en número a las áreas que se están enfriando, lo que confirma la tendencia al calentamiento global. Según el Informe Anual del Clima 2023 de la NOAA, desde el inicio de los registros globales en 1850, la temperatura de la Tierra ha aumentado en promedio 0.06 °C por década, resultando en un incremento total de aproximadamente 1.1 °C hasta la fecha. Sin embargo, desde 1982, la tasa de calentamiento se ha triplicado, alcanzando 0.20 °C por década. Este aumento acelerado se refleja en los registros recientes, donde 2023 fue el año más cálido desde que se tienen registros, superando la media del siglo XX por 1.18 °C y la media preindustrial (1850-1900) por 1.35 °C.

Los diez años más cálidos de la historia se han registrado en la última década (2014-2023). Este incremento en la temperatura global es consecuencia de la acumulación de calor en los océanos y en la atmósfera debido a las emisiones de gases de efecto invernadero. Si las emisiones continúan aumentando rápidamente, se espera que la temperatura global aumente al menos 2.8 °C para finales de este siglo.

Entonces, ¿cuál es el impacto del calentamiento global en los vectores de propagación del dengue, chikungunya y zika?

Primeramente, recordemos que un vector es un organismo vivo que transmite un agente infeccioso (un patógeno) de un huésped a otro. En el caso del arbovirus del dengue, chikungunya y zika el vector es un mosquito llamado *Aedes Aegypti* y en menor medida el *Aedes Albopictus*, este último mejor conocido como mosquito tigre por el patrón de rayas blancas en su tórax y abdomen.

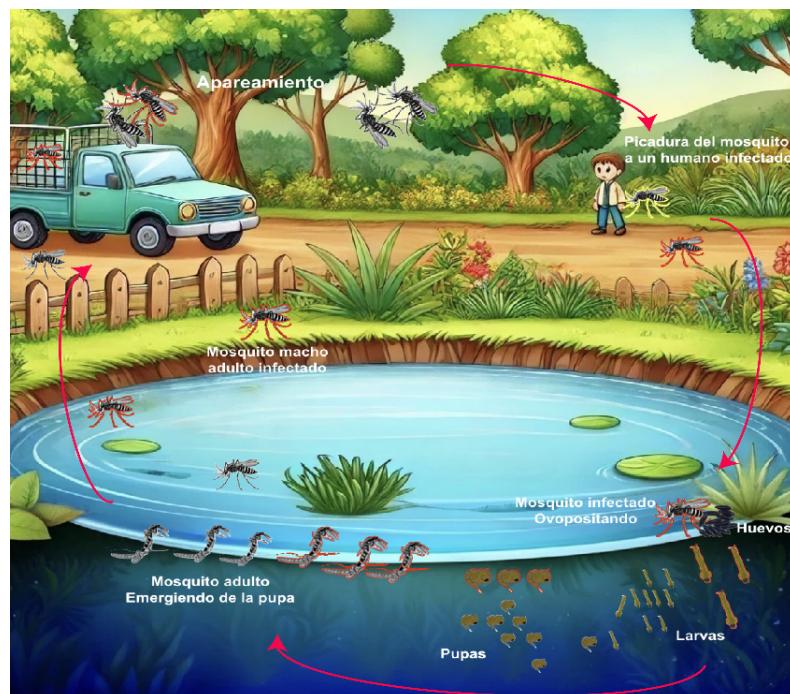
El ciclo de vida de estos mosquitos consiste principalmente en cuatro etapas: huevo, larva (producida durante cuatro estadios) y pupa, que posteriormente emerge como mosquito adulto. Las tres primeras etapas dan lugar a la llamada fase acuática. Curiosamente, después del apareamiento solo la hembra fecundada y alimentada busca un lugar para poner huevos, es decir, la migración es posible debido a la necesidad de un sitio de cría, ya que la oviposición se lleva a cabo en las superficies con agua, como agujeros de árboles o cualquier contenedor de almacenamiento de agua. Posteriormente, cada huevo eclosiona, generando una larva que vive en la fase acuática hasta que emerge como un mosquito. Es importante mencionar que, en esta última etapa, después de al menos 24 horas los mosquitos llegan a la madurez sexual y comienza así el nuevo ciclo reproductivo.

Según resultados experimentales, de la oviposición de hembras infectadas, un total del 55 a 68.6 % de las larvas están infectadas y son portadoras del virus (transmisión vertical o de madre a hijo); y de estos, los mosquitos machos son los que pueden contagiar el virus a las hembras vírgenes no infectadas con una efectividad del 31.6 % (transmisión venérea o sexual). Se considera que una vez que los huevos eclosionan la supervivencia de la fase acuática la proporción de machos y hembras es de 1.05:1.0. Como es bien sabido, la transmisión del virus entre el mosquito hembra y el humano se da a través de la picadura que realiza el mosquito hembra para

alimentarse y madurar los huevos. Cabe mencionar que los mosquitos machos se alimentan del néctar de flores y jugo de frutos. Como se puede observar en la Figura 1, la ilustración muestra los procesos descritos anteriormente.

Figura 1.

Ciclo de vida del mosquito *Aedes Aegypti*.



Nota. Se ilustra el arribo de un humano infectado, el mosquito sano y fecundado pica al humano y se vuelve portador del virus en estado de latencia (bordes color amarillo). El insecto madura los huevos y deposita los huevos en la superficie del agua. Los huevos eclosionan produciendo larvas, pupas y, finalmente, emerge como adulto. Cuando el adulto alcanza la madurez sexual se apareja y comienza el ciclo nuevamente. En esta imagen se ilustra con bordes rojos a los mosquitos, larvas y pupas que son portadores del virus en su estado activo. Se indica con las flechas rojas el sentido del ciclo de vida. Cabe mencionar que en esta ilustración las dimensiones del vector fueron aumentadas con la finalidad de hacer notar al principal actor, el mosquito. Las figuras de los huevos, larvas, pupas y adulto emergiendo, fueron adaptados.

Chiapas es uno de los estados más afectados, ya que en 2023 se reportaron más de 8,000 casos de dengue, 1,500 casos de chikungunya y aproximadamente 200 casos de zika. Desde el 2015, los casos de dengue han aumentado un 700 %, los de chikungunya se elevaron de cero a 1,500 y los de zika disminuyeron en un 52 %. Los principales factores que contribuyen a la proliferación de estos vectores son:

La Temperatura. De acuerdo con los resultados experimentales, la temperatura afecta el ciclo de vida de los mosquitos *Aedes*, aumentando la tasa de ovoposición, disminuyendo la tasa de mortalidad en la fase acuática, reduciendo el tiempo de desarrollo desde la fase acuática hasta el mosquito adulto y disminuyendo la tasa de mortalidad en la fase adulta. Esto resulta en un incremento en la densidad de mosquitos adultos capaces de transmitir enfermedades.

Expansión Geográfica. El calentamiento global permite que los mosquitos expandan su rango geográfico hacia regiones que, anteriormente, eran demasiado frías para su supervivencia. Esto incluye áreas de mayor altitud y latitudes más altas, exponiendo nuevas poblaciones al riesgo de enfermedades transmitidas por estos vectores. Esta movilidad de los mosquitos puede darse por factores como son la búsqueda de sitios para ovopositar o a través del viaje de mosquitos infectados por los medios de transporte del ser humano.

Cambios en los Patrones de Precipitación. Las lluvias intensas y las inundaciones crean hábitats ideales para la reproducción de mosquitos al acumularse agua en recipientes, charcos y otros reservorios temporales. Por otra parte, las sequías pueden hacer que los mosquitos busquen hábitats artificiales cercanos a los humanos para reproducirse y sobrevivir, aumentando así el riesgo de transmisión de enfermedades en áreas urbanas y rurales.

Consideraciones

Es importante señalar que, entre el cambio climático, la agricultura y la ganadería, existe una retroalimentación positiva (existe una ampliación del efecto), es decir, cada aumento en las emisiones de GEI intensifica el calentamiento global. Este calentamiento puede incrementar las emisiones de GEI provenientes de la práctica agrícola y ganadera, por lo que el calentamiento global representa un desafío significativo y complejo. Sin embargo, a través de una combinación de reducción de emisiones, vigilancia, educación y avances científicos, podemos reducir significativamente el riesgo y el impacto de este sobre la agricultura, la ganadería para garantizar nuestra seguridad alimentaria. En este sentido, a medida que las temperaturas globales aumentan, puede aumentar también la incidencia de enfermedades que ponen en riesgo la salud pública mundial. Por ejemplo, a través de la proliferación de vectores del dengue, chikungunya y zika, lo que subraya la urgencia de acciones coordinadas y sostenidas para mitigar sus efectos y proteger la salud de las poblaciones vulnerables.

La universidad tiene la responsabilidad, la oportunidad de liderar y contribuir en la lucha contra el cambio climático mediante la educación, la extensión comunitaria y la investigación. Dentro de estos esfuerzos para proporcionar herramientas y combatir los efectos del calentamiento global sobre la salud pública, en la Universidad Autónoma de Chiapas se ha desarrollado un trabajo de investigación intitulado “Un nuevo modelo estocástico para el ciclo de vida del *Aedes aegypti* y la transmisión del virus del dengue” el cual incorpora todos los mecanismos de transmisión conocidos y parámetros estimados experimentalmente. Da una descripción detallada de las interacciones en las diferentes etapas del ciclo de vida del mosquito, considerando además factores ambientales como los sitios de cría y la temperatura, que son cruciales para la supervivencia del mosquito. Los resultados muestran que la transmisión solamente por picadura no es suficiente para desencadenar un brote epidémico si tomamos en cuenta únicamente cinco hembras infectadas, fecundadas y alimentadas con sangre (necesario para la maduración de los huevos), las cuales

llegan a una población humana susceptible buscando un sitio para ovopositar. Sin embargo, tomando en cuenta las nuevas vías de transmisión del virus como son la vertical (de madre a hijo) y la sexual (de macho a hembra) los resultados muestran que puede producirse un brote epidémico.

Nuestras simulaciones indican que las transmisiones vertical y sexual desempeñan roles significativos en el mantenimiento del virus dentro de las poblaciones de mosquitos, lo que representa una amenaza continua para la población humana y nos proporciona una posible explicación de la persistencia del virus en la población. El modelo también destaca la importancia de la efectividad de la fumigación en el control de las poblaciones de mosquitos y la prevención de brotes si se aplica oportunamente (implementada dentro de las dos primeras semanas de detección del virus). La simulación numérica de este modelo se realizó considerando la precipitación pluvial y la temperatura de Tuxtla Gutiérrez entre 2013 al 2016. Sin embargo, pueden adaptarse tanto las condiciones iniciales, la disposición de sitios de cría y la temperatura de manera específica para cada región de estudio.

Desde el punto de vista del modelado matemático podemos integrar los nuevos métodos de control, como la técnica de la esterilización de insectos o los mosquitos infectados con *Wolbachia*, lo que podría proporcionarnos más información sobre estrategias efectivas de control en la reproducción de los mosquitos.

Sin embargo, aunque la comunidad científica está trabajando en estas técnicas, todavía queda mucho trabajo experimental que realizar para que estos métodos puedan ser implementados.







AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO: UN ENFOQUE PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Ernesto Ramos Carbajal⁷,
Rosa Laura Vázquez Grajales⁸,
Leonardo B. Domínguez Alfaro⁹,
Raudel Flores Moreno¹⁰

El cambio climático es uno de los desafíos más apremiantes del siglo XXI, con profundas implicaciones para los sistemas agrícolas y la seguridad alimentaria global. A medida que las temperaturas globales continúan aumentando se verá afectada la producción de cultivos, y aumentará la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos. Estos cambios no solo amenazan la capacidad de los agricultores para producir alimentos de manera consistente, sino que también afectan la salud del suelo, la disponibilidad de agua y la biodiversidad agrícola. En este contexto de creciente incertidumbre, es esencial encontrar nuevas estrategias que permitan a la agricultura adaptarse a los efectos del cambio climático y contribuir activamente a su mitigación.

La agricultura de precisión surge como una solución innovadora y prometedora para estos desafíos. Utilizando tecnologías avanzadas, como sensores, sistemas de posicionamiento

⁷ Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa. Carretera Chicoasén - Malpaso Km. 24.3, San Miguel El cocal, C.P. 29625, Copainalá, Chiapas; México. ernesto.ramos@unach.mx <http://orcid.org/0000-0003-2107-785>

⁸ Universidad Autónoma de Chiapas. Dirección de Gestión de la Calidad Institucional. Boulevard Belisario Domínguez, Km. 1081, sin número, Colonia Terán, CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. rossy.vazquez@unach.mx <http://orcid.org/0009-0009-6941-9006>

⁹ Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa. Carretera Chicoasén - Malpaso Km. 24.3, San Miguel El cocal, C.P. 29625, Copainalá, Chiapas; México. leonardo.dominguez@unach.mx

¹⁰ Universidad Politécnica de Texcoco (UPTex). Texcoco de Mora, Estado de México, México. raudelfm2014@hotmail.com

global (GPS), drones y análisis de datos. Este método de agricultura permite una gestión más eficiente de los recursos, así como la utilización de datos en tiempo real para la toma de decisiones. Estas tecnologías facilitan una aplicación más precisa de insumos agrícolas, como agua, fertilizantes y pesticidas, lo que no solo mejora la productividad de los cultivos, sino que también minimiza el impacto ambiental al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el uso de recursos (Basso y Antle, 2020).

Además, la agricultura de precisión ofrece herramientas para mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a las alteraciones climáticas. Esta tecnología no solo mitiga los efectos negativos del cambio climático, también fortalece la capacidad de los agricultores para adaptarse a un entorno cambiante.

Sin embargo, a pesar de sus beneficios evidentes, la adopción de la agricultura de precisión enfrenta varios desafíos, como el alto costo inicial de la tecnología, la infraestructura digital, que en muchos lugares del campo está aún limitada. Sin dejar de mencionar la necesidad de políticas públicas que promuevan con eficiencia la inversión en estas tecnologías, a la vez que contribuyan y apoyen la educación y capacitación de los agricultores en el uso de nuevas herramientas de la agricultura 4.0.

En este artículo, se exploran los múltiples beneficios que la agricultura de precisión puede ofrecer en la mitigación del cambio climático y en la mejora de la sostenibilidad agrícola. También se analizan los desafíos asociados con su implementación y se proponen estrategias para superar estas barreras y maximizar el impacto positivo de la agricultura 4.0 en un mundo afectado por los efectos de la contaminación y el uso indiscriminado de recursos.

Uno de los principales beneficios de la agricultura de precisión es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Considerando que la agricultura es responsable de una parte significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), particularmente metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), que se generan fundamentalmente a partir de la gestión del estiércol y el uso de fertilizantes (Smith et al., 2014). Es por ello que la agricultura de precisión puede reducir estas emisiones mediante la aplicación eficiente de insumos y el uso de tecnologías avanzadas de gestión. Por ejemplo, la aplicación variable de tasa (VRT) permite ajustar la cantidad de fertilizantes aplicados según las necesidades específicas del suelo y el cultivo, reduciendo las emisiones de N_2O asociadas con la aplicación excesiva de fertilizantes (Mulla, 2013).

Asimismo, otro de los beneficios de esta tecnología está dado por la mejora de la eficiencia del uso del agua. La gestión eficiente del agua es crucial en el contexto del cambio climático, ya que se espera que la variabilidad en las precipitaciones y la escasez de agua aumenten en muchas regiones del mundo (FAO, 2021). La agricultura de precisión utiliza sensores de humedad del suelo y sistemas de riego inteligente para optimizar el uso de este líquido tan apreciado, asegurando que los cultivos reciban la cantidad justa de agua que necesitan, lo que reduce el desperdicio y la energía utilizada para el bombeo del recurso hídrico (Basso y Antle, 2020).

Las prácticas de conservación del suelo, como la siembra directa y la cobertura de cultivos, son facilitadas por la agricultura de precisión y contribuyen al aumento

del secuestro de carbono en el suelo. Estas prácticas no solo mejoran la salud del suelo, sino que también ayudan a capturar y almacenar carbono, reduciendo así la cantidad de CO₂ en la atmósfera (Lal, 2015). Al utilizar datos precisos sobre las condiciones del suelo y el clima, los agricultores pueden tomar decisiones informadas para maximizar el secuestro de carbono y minimizar las emisiones de GEI.

Sin embargo, son muchos los desafíos de la agricultura de precisión en el contexto del cambio climático. Ya que esta es un componente clave de la agricultura 4.0 que emplea tecnologías avanzadas para optimizar la gestión agrícola mediante el uso de datos sobre las condiciones de los cultivos y del entorno. Este enfoque innovador ofrece soluciones efectivas para enfrentar los desafíos del cambio climático, mejorando la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola.

Por su parte, las afectaciones ambientales, como el aumento de las temperaturas, cambios en los patrones de precipitación y mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos, presentan múltiples retos para la agricultura. Sin embargo, la agricultura 4.0 ofrece soluciones para enfrentar estos desafíos de manera efectiva, tales como la gestión eficiente del agua, la optimización del uso de insumos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación a las condiciones climáticas cambiantes.

No obstante, a lo anterior se suman otros desafíos, como la gestión y análisis de grandes volúmenes de datos, generados por la agricultura de precisión, que deben ser gestionados y analizados adecuadamente para tomar decisiones informadas. La capacidad para interpretar estos datos y aplicar los conocimientos en tiempo real es crucial para el éxito de la agricultura de precisión. Sin embargo, esto requiere habilidades técnicas que no todos los agricultores poseen lo que dificulta la interpretación y toma de decisiones en tiempo real.

Consideraciones

Es importante reconocer que aún son insuficientes las acciones dirigidas a lograr la introducción de las nuevas tecnologías, como la agricultura 4.0, en los pequeños y medianos productores agrícolas. Por los altos costos de infraestructura e implementación y por la poca formación en el uso de los mismos, lo que hace aún más desafiante el uso de estas tecnologías en el contexto del cambio climático.

Por lo anterior, es necesario considerar algunas estrategias para superar estas barreras y maximizar los beneficios de la agricultura de precisión en bien del medioambiente y de la producción de alimentos. Dentro de estas consideraciones o acciones está la de motivar y proporcionar espacios para la educación y la capacitación de la mayor cantidad de productores agrícolas y los actores vinculados con este sector, esta capacitación será esencial para brindarles las habilidades necesarias para el uso de las nuevas tecnologías. Acción que se puede lograr con proyectos de extensionismo, con productores en asociación con universidades y centros de investigaciones.

Asimismo, es fundamental diseñar políticas que los tres niveles de gobierno apoyen para fortalecer y dar una mayor importancia a la conservación y restauración de los ecosistemas, áreas protegidas y agrícolas, empleando las oportunidades que



la agricultura 4.0 ofrece. Para lo cual se hace necesaria una revolución digital en las áreas rurales, potenciando la infraestructura digital, las inversiones para lograr conectividad a internet de alta velocidad y acceso a servicios de datos confiables, que permitan a más agricultores beneficiarse de la agricultura de precisión y contribuir a un sistema agrícola más resiliente y sostenible.

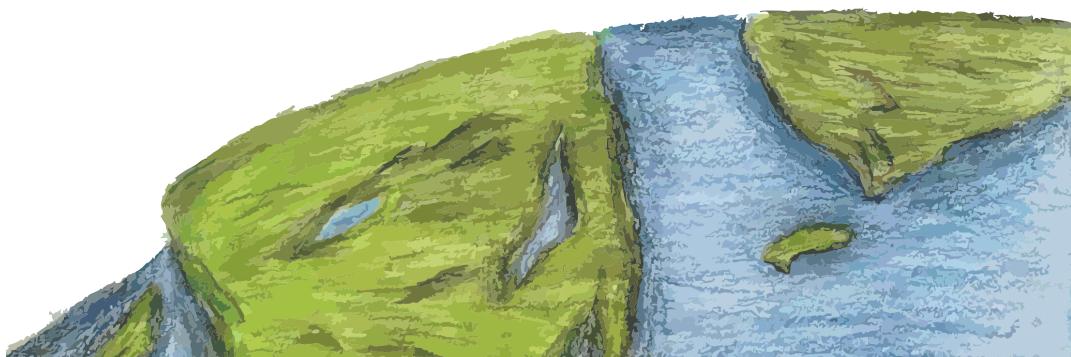
Aunado a lo anterior, para una mejor integración de las universidades en esta labor, se considera necesaria una revisión y restructuración de los planes de estudio de las carreras agropecuarias, con la finalidad de incorporar unidades de competencia que fortalezcan la formación en el uso y explotación de las nuevas tecnologías por parte de los futuros egresados. Esto permitirá lograr un mayor desarrollo del campo y, a su vez, contribuir a la sostenibilidad. Como la mejora del plan de estudios de Ingeniería Agronómica ante el cambio climático requiere un enfoque holístico que integre conocimientos científicos, habilidades prácticas, y una comprensión profunda de las políticas y tecnologías emergentes. Al implementar estas estrategias de vinculación, las universidades no solo prepararán a sus estudiantes para enfrentar los desafíos climáticos, sino que también contribuirán al desarrollo de una agricultura más sostenible y resiliente.

Conclusión

La agricultura de precisión representa una herramienta poderosa para enfrentar los desafíos del cambio climático y promover la sostenibilidad agrícola. Aunque existen desafíos en su implementación, como el costo, el acceso a la tecnología y la complejidad del manejo de datos, las estrategias adecuadas de apoyo y capacitación pueden ayudar a superar estas barreras. Al adoptar prácticas de precisión, los agricultores pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la eficiencia del uso del agua y conservar el suelo, contribuyendo a un futuro agrícola más sostenible y resiliente.

Referencias

- Basso, B., y Antle, J. (2020). Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability*, 3(4), 254-256.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Mulla, D. J. (2013). Twenty-five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*, 114(4), 358-371. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.08.009>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2021). *The state of food and agriculture 2021: Making agri-food systems more resilient to shocks and stresses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/cb4476en/cb4476en.pdf>



SISTEMA DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN PEQUEÑA ESCALA: UNA ESTRATEGIA A LA CONTRIBUCIÓN A REDUCIR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

**Francisco Antonio Cigarroa Vázquez,
Adriana Cecilia Rebollo Morales¹¹,
Fernando González Cerón¹²,
Rodrigo Portillo Salgado¹³**

A nivel mundial, la producción de huevos de gallina (*Gallus gallus domesticus*) se realiza mayormente a través de sistemas intensivos, que requieren inversiones significativas en tecnología y razas especializadas (Rajkumar et al., 2017). En México, la producción de huevos creció un 2.2 % en 2020, alcanzando más de 3 millones de toneladas (SIAP, 2023). Sin embargo, en áreas rurales, la avicultura de traspasio sigue siendo fundamental. Este tipo de producción de pequeña escala, manejada principalmente por mujeres, personas mayores y niños, proporciona ingresos y es esencial para la seguridad alimentaria local debido a su aporte nutricional (Kumar et al., 2021; Nys y Sauveur, 2005; Réhault-Godbert et al., 2019).

En Chiapas, el 48.5 % de la población experimentó inseguridad alimentaria en 2020 (CONEVAL, 2020), y esto subrayó la necesidad de mejorar la producción local de alimentos. La avicultura en pequeña escala no solo mejora la seguridad alimentaria, sino que también puede mitigar los efectos del cambio climático al ofrecer mejores condiciones de bienestar

¹¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa. Carretera Chicoasén - Malpaso Km. 24.3, San Miguel El cocal, C.P. 29625, Copainalá, Chiapas; México. antonio.cigarroa@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0003-0696-9587>; adriana.morales@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0003-3116-7949>,

¹² Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Estado de México; México. <https://orcid.org/0000-0002-2417-6700>

¹³ Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Calkiní, Campeche; México. <https://orcid.org/0000-0001-7253-3752>

animal que los sistemas intensivos, que suelen generar estrés en las aves debido a ambientes inadecuados (Raineri et al., 2012).

Este estudio, llevado a cabo por el grupo colegiado “Bioseguridad, Inocuidad y Calidad en la Producción Pecuaria” de la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa de la Universidad Autónoma de Chiapas, evaluó cómo los tipos de manejo (corral vs. pastoreo) afectan la calidad del huevo y la asimetría fluctuante en gallinas de postura. Los resultados de este capítulo buscan fomentar prácticas sostenibles en la producción avícola, promoviendo tanto la seguridad alimentaria como la reducción del impacto climático.

Importancia de la calidad del huevo en la sostenibilidad alimentaria

La calidad del huevo es un aspecto fundamental en la producción avícola sostenible, especialmente en el contexto del cambio climático. En México, el huevo no solo es un alimento básico en muchos hogares, debido a su bajo costo y alto valor nutricional, sino que también es un recurso clave para la seguridad alimentaria en comunidades rurales. En un entorno global cada vez más afectado por el cambio climático, garantizar la calidad del huevo mediante prácticas sostenibles es esencial para mantener su valor nutricional y asegurar su disponibilidad continua.

Parámetros de calidad del huevo: externos e internos

Los parámetros de calidad del huevo, tanto externos como internos, pueden variar significativamente según las condiciones de manejo, como el corral y el pastoreo. Externamente, el peso del huevo, el grosor de la cáscara, el diámetro longitudinal y transversal son factores clave que pueden ser influenciados por el sistema de manejo. Estudios han mostrado que los huevos producidos en sistemas de pastoreo suelen tener un grosor de cáscara mayor, debido a la mayor actividad física de las gallinas y a la exposición a condiciones más naturales, lo que puede mejorar la resistencia de la cáscara y reducir las roturas (Galazka-Czarnecka et al., 2019; Romo et al., 2022). Internamente, la calidad se mide por parámetros como la altura del albumen, la calidad de la yema y las unidades Haugh, que indican frescura y contenido proteico. Los huevos de gallinas en pastoreo tienden a presentar una mayor calidad del albumen y un color de yema más intenso, atribuible a una dieta más variada y rica en pigmentos naturales como las xantofilas (Ulmer-Franco et al., 2010; Schneider et al., 2013). En contraste, los huevos producidos en corrales pueden tener un peso ligeramente mayor, pero con variaciones en la calidad interna debido a la dieta controlada y menos variada, lo que afecta la calidad nutricional y la frescura del huevo (Kucukkoyuncu et al., 2017; Silva et al., 2017). Estos hallazgos sugieren que las condiciones de manejo, incluyendo la alimentación y el espacio disponible, son determinantes clave para optimizar la calidad del huevo en la producción avícola sostenible.

Asimetría fluctuante en gallinas de postura: indicador de estrés y sostenibilidad

La asimetría fluctuante (AF) se utiliza como un indicador de inestabilidad del desarrollo, reflejando el impacto del estrés tanto ambiental como genético en las aves. La

AF mide la diferencia en la simetría bilateral de características morfológicas en organismos, donde mayores niveles de asimetría indican inestabilidad en el desarrollo, debido a condiciones de estrés (Benítez y Parra, 2011). Diversos autores (Campo et al., 2010; Cigarroa et al., 2017) mencionaron que las aves criadas en sistemas de confinamiento presentan mayores niveles de AF en comparación con aquellas en sistemas de pastoreo o libres. Estos estudios sugieren que el manejo del ambiente de cría, como la mejora en la calidad del aire, la reducción de la densidad poblacional, y la provisión de un espacio adecuado, puede reducir la asimetría fluctuante y mejorar el bienestar animal. En conjunto, estos hallazgos destacan la relevancia de la asimetría fluctuante como una herramienta valiosa para evaluar y mejorar las prácticas de producción avícola, promoviendo una mayor sostenibilidad y bienestar animal.

Proyecto de la unidad experimental y de producción avícola (UEPA)

El proyecto llevado a cabo en la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa de la Universidad Autónoma de Chiapas, bajo la dirección del grupo colegiado de investigación “Bioseguridad, Inocuidad y Calidad en la Producción Pecuaria UNACH-GCI-050”, se centró en evaluar la calidad del huevo y la asimetría fluctuante en gallinas de postura como indicadores de sostenibilidad y bienestar animal.

El primer estudio tuvo como objetivo analizar la calidad del huevo mediante dos tipos de alimentación y manejo en gallinas de doble propósito en Copainalá, Chiapas. Se utilizaron 28 gallinas de tres genotipos Dominant CZ, de 16 semanas de edad, evaluando variables como peso del huevo, diámetros longitudinal y transversal, índice de forma, color del cascarón, características de la yema y el albumen, y unidades Haugh. Se establecieron cuatro tratamientos combinando manejo (corral y pastoreo) y alimentación (comercial y convencional), con 7 gallinas por tratamiento, durante 36 semanas. Los resultados mostraron que el alimento comercial mejoró significativamente ($p<0.0001$) el peso del huevo en ambos tipos de manejo (corral: 52.65 ± 7.45 g; pastoreo: 51.46 ± 7 g) y el diámetro longitudinal (corral: 5.09 ± 0.74 cm; pastoreo: 5.10 ± 0.77 cm). Por otro lado, el alimento convencional mejoró el diámetro transversal (pastoreo: 4.66 ± 0.58 cm; corral 4.63 ± 0.61 cm). Estos resultados sugieren que el uso de diferentes tipos de alimentos mejora características que determinan la preferencia del consumidor de huevos. Sin embargo, la producción en pequeña escala, ya sea en corral o en pastoreo, mantienen las mismas características de calidad.

El segundo estudio tuvo como objetivo analizar el efecto del manejo en corral y pastoreo sobre la asimetría fluctuante (AFR) como indicador de bienestar animal en gallinas de postura Dominant en Copainalá, Chiapas. Se evaluaron caracteres bilaterales (largo del ala, largo y ancho del tarso, largo y ancho del metatarso) de 28 gallinas bajo cuatro tratamientos, combinando sistemas de manejo (corral y pastoreo) y tipos de alimentación (comercial y convencional), con 7 gallinas por tratamiento. Las medidas se transformaron en arco seno \sqrt{y} y se analizaron mediante un modelo lineal generalizado. Los resultados mostraron que la AFR fue significativamente mayor en el sistema de confinamiento en comparación con el de pastoreo para el largo



del ala ($p<0.0001$), largo del tarso ($p=0.0061$), y ancho del metatarso ($p<0.0001$). No se observaron efectos relacionados al tipo de alimentación. Estos hallazgos sugieren que las gallinas bajo el sistema de confinamiento experimentan un mayor grado de estrés ambiental y genético que afecta la estabilidad del desarrollo en comparación con el sistema de pastoreo.

Estrategias de mitigación y adaptación en la producción de huevos

En respuesta al cambio climático, la implementación de prácticas de manejo sostenible en la producción avícola es crucial para la adaptación y mitigación de sus efectos. Los estudios demostraron que estrategias como el uso de sistemas de pastoreo y corral, pueden reducir el estrés en las aves, mantener la calidad del huevo y disminuir la asimetría fluctuante, un indicador clave del bienestar animal. Además, la adopción de prácticas de alimentación sostenible, utilizando ingredientes locales y menos dependientes de insumos externos, ayuda a reducir la huella de carbono de la producción avícola y mejora la resiliencia de los sistemas de producción de huevos. La evaluación y adaptación de los parámetros de calidad del huevo, junto con la implementación de estrategias de manejo y alimentación sostenibles, son fundamentales para asegurar una producción continua y de alta calidad que contribuya a la seguridad alimentaria y a la reducción del impacto ambiental. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar la asimetría fluctuante como un indicador del bienestar animal en la producción avícola bajo condiciones de cambio climático, guiando la adopción de estrategias más sostenibles y resilientes que no solo mejoran el bienestar animal, sino que también contribuyen a una producción avícola más eficiente y menos impactante en el medio ambiente.

Consideraciones

El proyecto llevado a cabo en la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa de la Universidad Autónoma de Chiapas, bajo la dirección del grupo colegiado de investigación “Bioseguridad, Inocuidad y Calidad en la Producción Pecuaria”, se centró en evaluar la calidad del huevo y la asimetría fluctuante en gallinas ponedoras como indicadores de sostenibilidad y bienestar animal. Los resultados obtenidos en este estudio proporcionaron una visión integral de cómo los sistemas de manejo y alimentación pueden influir en parámetros clave de la producción avícola, especialmente en el contexto del cambio climático.

Al abordar tanto la calidad del huevo como la asimetría fluctuante, este trabajo ofrece una base sólida para inspirar y guiar a otras instituciones educativas y comunidades en sus esfuerzos por implementar estrategias más sostenibles y efectivas en la producción avícola. Además, destaca la importancia de la colaboración multidisciplinaria para desarrollar enfoques integrales que aborden los desafíos del cambio climático desde múltiples perspectivas, tal como se propone en los lineamientos del libro.

Los esfuerzos realizados por la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa y el grupo colegiado de investigación “Bioseguridad, Inocuidad y Calidad en la Producción

Pecuaria” refuerzan el compromiso de la Universidad Autónoma de Chiapas con la sostenibilidad, el bienestar animal, y la mitigación del cambio climático. Al integrar estos hallazgos con los objetivos educativos y de investigación de la universidad, se promueve una formación académica orientada a la responsabilidad social y al desarrollo de soluciones prácticas que contribuyan a un futuro más sostenible y equitativo.

Referencias

- Benítez, H. A., y Parra, L. E. (2011). Asimetría fluctuante: Una herramienta morfo-funcional para medir estabilidad del desarrollo. *International Journal of Morphology*, 29(4), 1459-1469.
- Cigarroa-V, F. A., Herrera-Haro, J. G., Ruiz-Sesma, B., Ortega-Cerrilla, M., Cuca-García, J. M., Campo-Chavarri, J. L., y Lemus-Flores, C. (2017). Evaluation of animal welfare indicators in autochthonous domestic turkey (*M. Gallopavo*) in confinement and free range at Villaflores Chiapas, Mexico. *Agrociencia*, 833-847.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2020). *Informes de pobreza y evaluación de las entidades federativas 2020*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Informe.aspx>
- Galazka-Czarnecka, I. G., Korzeniewska, E., Czarnecki, A., Sójka, M., Kiełbasa, P., y Drózdz, D. T. (2019). Evaluation of quality of eggs from hens kept in caged and free-range systems using traditional methods and ultra-weak luminescence. *Applied Sciences*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/app9122430>
- Kucukkoyuncu, E. A., Tahtabican, E., Korkmaz, F., y Samli, H. E. (2017). Comparing quality of free range and battery cage eggs. *European Poultry Science*, 81. <https://doi.org/10.1399/eps.2017.197>
- Kumar, M., Ratwan, P., Dahiya, S. P., y Nehra, A. K. (2021). Climate change and heat stress: Impact on production, reproduction and growth performance of poultry and its mitigation using genetic strategies. *Journal of Thermal Biology*, 97.
- Nys, Y., y Sauveur, B. (2005). The nutritional value of eggs. *INRA. Productions Animales*, Institut National de la Recherche Agronomique, 17(5), 385-393.
- Prieto, M. T., y Campo, J. L. (2010). Effect of heat and several additives related to stress levels on fluctuating asymmetry, heterophil: Lymphocyte ratio, and tonic immobility duration in White Leghorn chicks. *Poultry Science*, 89(10), 2071-2077.
- Raineri, C., Antonelli, R., Prosdocimi, N., Simionato de Barros, C., Tarazona, A. M., y Gameiro, A. H. (2012). Contribution to economic evaluation of systems that value animal welfare at farm. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25, 123-134.
- Rajkumar, U., Haunshi, S., Paswan, C., Raju, M. V., Rao, S. V., y Chatterjee, R. N. (2017). Characterization of indigenous Aseel chicken breed for morphological, growth, production, and meat composition traits from India. *Poultry Science*, 96, 2120-2126. <https://doi.org/10.3382/ps/pew492>
- Réhault-Godbert, S., Guyot, N., y Nys, Y. (2019). The golden egg: Nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11(3), 684.
- Romo, S., López, D., Ledesma, N., Gutiérrez, C., Quintana, A., y Rangel, L. (2022). Comparación en la calidad de huevos obtenidos en un sistema de producción en corrales al aire libre y los producidos en un sistema de jaula. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(1), 32-42. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5300>
- Schneider, B., Schwartz, F., Brugnaro, C., Marjotta-Maistro, M., y Verruma-Bernardi, M. (2013). Análisis sensorial de huevos de gallina (*Gallus gallus domesticus*) orgánico y convencional. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 5(1), 48-57.



Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2023). *Escenario mensual de productos agroalimentarios: Huevo para plato*. México.

Silva, G. L., Rajapaksha, R. R., Madushani, L. C., y Himali, S. (2017). Effect of different feeding systems on the quality and functional properties of backyard chicken eggs. *Sri Lanka Journal of Venereology*, 9.

Ulmer-Franco, A. M., Fanseko, G. M., y Christopher, E. E. (2010). Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights. *Poultry Science*, 89(12), 2735-2742. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00403>



PARTE 2: GESTIÓN Y POLÍTICA AMBIENTAL





2.1 Gestión Ambiental y Recursos Naturales

EL ROL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS EN LA PROTECCIÓN NO JURISDICCIONAL DEL AGUA

Manuel Gustavo Ocampo Muñoa¹⁴

La contaminación del agua es una de las problemáticas de deterioro ambiental de mayor importancia a nivel mundial. Las corrientes de agua superficial que fluyen en las inmediaciones de zonas urbanas en México, registran aportes de contaminantes, provenientes de las descargas de aguas residuales de carácter municipal, así como del arrastre de residuos sólidos urbanos dispuestos en sitios no controlados, de desechos de las actividades pecuarias y de sedimentos producto de los cambios de uso de suelo; lo cual constituye un importante riesgo medioambiental para la salud humana, para la biodiversidad y los ecosistemas.

El presente capítulo pretende identificar el rol de la Universidad Autónoma de Chiapas en relación con la obligación de promover, proteger, respetar y garantizar el derecho al saneamiento del agua que establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos a partir de que se le exige el cumplimiento efectivo por la vía no jurisdiccional a un municipio, es decir, derivado de una recomendación emitida por Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). Para su mejor comprensión se dividió en cuatro apartados: el primero corresponde a esta introducción, los siguientes abordan el desarrollo del tema, las consideraciones y las fuentes de la información presentada.

A pesar de que el Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas 2019-2024 reconoce la alta contaminación de los cuerpos hídricos en la entidad, lo que afecta a la biodiversidad y a los

¹⁴ Universidad Autónoma de Chiapas. Instituto de Investigaciones Jurídicas. 7a. Avenida Norte Poniente SN, Barrio Cruz Blanca, C.P. 29140, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas; México. manuel.ocampo@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0002-4265-4761>



ecosistemas acuáticos, que a su vez, ocasiona la disminución de los volúmenes de agua aptos para uso y consumo humano (Gobierno del Estado de Chiapas, 2019), lo que equivale a aceptar la existencia de problemas en el cumplimiento efectivo del derecho humano al agua y su saneamiento, no fue hasta que la emisión de una recomendación de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) que se observaron acciones para garantizar la protección del derecho humano al agua, conforme al artículo 1 de la Constitución Federal.

En la recomendación 03/2020 de la CNDH, de fecha 3 de marzo de 2020, se acreditaron violaciones a los derechos humanos a un medioambiente sano y al saneamiento del agua, por la contaminación del río Suchiapa y sus afluentes, proveniente de las descargas de aguas residuales sin tratamiento y la inadecuada gestión de los residuos sólidos en los municipios de Villaflores, Ocozocoautla de Espinoza, Suchiapa, Chiapa de Corzo y Tuxtla Gutiérrez, en el estado de Chiapas, teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 102, Apartado B, de la Constitución Federal, sobre el carácter de público. (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2020).

La recomendación vinculó, en el ámbito federal, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); y, en el ámbito local, al Gobierno del Estado de Chiapas, así como a los municipios de Chiapa de Corzo, Ocozocoautla de Espinosa, Suchiapa, Tuxtla Gutiérrez y Villaflores, por la prestación inadecuada de los servicios públicos y la falta de vigilancia ambiental.

La CNDH cumplió así un doble propósito: formular una declaración respecto de una conducta irregular cometida por personas servidoras públicas en el ejercicio de las facultades que expresamente les confiere la ley, y obtener, en términos de lo establecido en el artículo 1, párrafo tercero, de la Constitución, la investigación correspondiente por parte de las dependencias administrativas o de cualquier otra autoridad competente, a fin de que, dentro de sus atribuciones, se apliquen las sanciones correspondientes y se subsane la irregularidad de que se trate.

Del análisis de las recomendaciones específicamente dirigidas a los municipios, se destacan los siguientes aspectos:

- La urgente colaboración con la CONAGUA a partir de la aceptación de la Recomendación, para llevar a cabo la celebración de un convenio o acuerdo de coordinación interinstitucional y cooperación técnica, entre la SEMARNAT, el Gobierno del Estado y los Municipios que integran la cuenca del río Suchiapa, así como con la participación de representantes de centros de investigación con experiencia en el tema, así como con las organizaciones de la sociedad civil debidamente inscritas en el Registro Federal del Instituto Nacional de Desarrollo, que así lo deseen; con el objeto de elaborar e implementar un Programa Integral de Restauración Ecológica o de Saneamiento del río Suchiapa.
- Realizar los trámites necesarios ante la CONAGUA para obtener o regularizar los permisos de descarga de aguas residuales municipales a su cargo, correspondientes a aquellos puntos que descargan a algún cuerpo de agua federal dentro de la cuenca del río Suchiapa y elaborar el diseño y presupuesto necesario para un proyecto de construcción

y/o rehabilitación, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, drenaje y saneamiento de aguas residuales en localidades urbanas y rurales, que garantice la sostenibilidad de los mismos; incluyendo la posibilidad de suscribir el o los convenios necesarios para la asunción temporal de dicho servicio público por parte de la autoridad competente o bien celebre los convenios necesarios con el sector social o privado para la prestación conjunta del servicio mediante empresas de participación municipal mayoritaria, que operen en plena observancia y respeto a los derechos humanos.

- Gestionar ante la CONAGUA apoyo económico para la ejecución de los estudios y proyectos de construcción, rehabilitación o incremento de capacidad productiva, así como para la óptima operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales eficientes que sean necesarios, tanto en comunidades rurales como urbanas de su jurisdicción.

- Elaborar, en coordinación con el Gobierno del Estado, un inventario de las granjas porcícolas en la cuenca del río Suchiapa, dentro de su jurisdicción, que sirva de insumo para el diseño e implementación de una campaña de capacitación y asistencia técnica dirigida al sector pecuario, con el objeto de impulsar buenas prácticas y este les brinde capacitación al personal de ese H. Ayuntamiento, encargado de tratar asuntos con el sector pecuario, sobre buenas prácticas de producción en granjas porcícolas, en particular sobre temas de descargas de aguas residuales y tratamiento de sus residuos.

- Actualizar estudios sobre generación y caracterización de residuos, realizar muestreos aleatorios de cantidad y calidad de los residuos en las localidades de su jurisdicción y diseñar y publicar el Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. De ser necesario, se debe solicitar asesoría técnica al Gobierno del Estado o a la SEMARNAT.

- Realizar campañas periódicas de difusión dirigidas al público en general, con el fin de modificar hábitos de generación de residuos y minimizar los impactos ambientales negativos.

- Finalmente, diseñar e impartir un curso integral de educación y capacitación en materia de derechos humanos, especialmente sobre el derecho a un medioambiente sano y al saneamiento del agua, dirigidos a personas servidoras públicas adscritas a las áreas encargadas de tratar asuntos ambientales en los municipios recomendados y de los organismos operadores de la administración del agua potable y saneamiento. Asimismo, se remitan a este Organismo Nacional las constancias que acrediten su cumplimiento.

Cabe señalar que los municipios recomendados aceptaron la recomendación y, de acuerdo con la CNDH, hasta la fecha se encuentra como aceptada y con pruebas de cumplimiento parcial (CNDH, 2021). Lo anterior puede interpretarse en el sentido de que persiste de alguna forma el incumplimiento o no se garantiza el máximo disfrute del derecho humano al saneamiento del agua en los referidos municipios.

Ejemplo de ello es el grado de cumplimiento del Ayuntamiento de Suchiapa: en primer lugar, por compartir la denominación con el río; en segundo, por ser el escenario principal en la recomendación, es decir, el sitio del que surge el movimiento social que lleva a la denuncia ante la CNDH; y, por último, por ser el municipio en el que la infraestructura relacionada con la limpieza del río debe instalarse.



En 2019, una vez enterado del trámite de la queja 03/2020, promovida ante la CNDH, y tras aceptar la recomendación, expresó al rendir su informe ante la autoridad no jurisdiccional que en el ámbito de su competencia se encontraba realizando acciones de protección al río Suchiapa respetando la distribución de competencias establecida en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, sus reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, cumpliendo con el mandato del artículo 1 de la Constitución Federal, de que todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad (Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH], 2020).

Aunado a que en el ámbito local, también se atendió lo establecido en materia de protección al medioambiente en la Constitución del Estado de Chiapas, la ley Ambiental para el Estado de Chiapas, la ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Chiapas; la ley de Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en el Estado de Chiapas; la ley de Protección para la Fauna en el Estado de Chiapas y la ley de Desarrollo Constitucional en materia de gobierno y administración municipal del Estado de Chiapas (Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH], 2020).

Entre las acciones realizadas se encuentran: foro de consulta ciudadana para la elaboración del plan municipal de gobierno 2019-2021, en el que una de las mesas de debate instaladas abordó el tema de servicios de gobierno municipales y ahí se recibieron algunas propuestas ciudadanas acerca del rescate del río; reuniones de trabajo con grupos de expertos para generar acciones que promovieran en la ciudadanía una cultura de conciencia, responsabilidad y solidaridad, como reciclar nuestros residuos y reutilizar aquellos que nos sea posible, tratar de usar y comprar menos productos hechos con plástico o unicel, cuidar a los demás seres vivos, como plantas y animales, no tirar basura o cualquier residuo fuera de los contenedores destinados para ello y evitar descargar residuos contaminantes en cuerpos de agua (Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH], 2020).

Posteriormente, el municipio de Suchiapa implementó acciones como: la obra pública “Rehabilitación y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 1.^a Etapa” iniciada en julio de 2021, relacionada a desinfectar aguas contaminadas y preservar el medioambiente (Ayuntamiento Constitucional de Suchiapa, 2020); convenios de colaboración con otros niveles de gobierno, como el sugerido por la CNDH y quizás sea el más trascendente, suscrito en agosto de 2021, acompañado de un evento protocolario en el Palacio de Gobierno de Chiapas, que contó con la presencia de la titular de SEMARNAT, el Gobernador del Estado y la asistencia de la mayoría de los alcaldes de los municipios recomendados (Cuarto Poder, 2021); Curso-Taller sobre Derechos Humanos y mecanismos de protección del derecho a un medioambiente

sano y al saneamiento del agua, dirigido a personas servidoras públicas municipales y organismos operadores de la administración de agua potable y saneamiento del municipio, impartido por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, en Chiapa de Corzo, Ocozocoautla, Suchiapa y Villaflores, entre marzo y mayo de 2022, que debe ser una práctica constante (Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Autónoma de Chiapas [UNACH], 2022).

Se advierte que el cumplimiento municipal depende de las acciones que los gobiernos, federal y estatal, estén dispuestos a implementar. Como parte de su proyecto de gobierno en turno y lo que hasta el momento han generado por su cuenta ha sido conseguir el apoyo de la UNACH, a excepción de Tuxtla Gutiérrez, para obtener capacitación en materia del derecho humano violado.

No obstante, que la ley de Desarrollo Constitucional en Materia de Gobierno y Administración Municipal del Estado de Chiapas (vigente tiempo antes de la interposición de la queja que genera la recomendación) señala que para el estudio, planeación y despacho de los diversos ramos de la Administración Pública Municipal, el presidente y el ayuntamiento se auxiliará de un defensor municipal de los Derechos Humanos (Congreso del Estado de Chiapas, 2022) en el Suchiapa, Chiapas, al momento en que se tuvo conocimiento de la recomendación, el Ayuntamiento carecía de dicha figura ni tenía persona alguna encargada del tema.

De igual manera se advierte la carencia de una comisión especial o grupo de trabajo a nivel municipal que estudie las problemáticas relacionadas con el saneamiento del agua.

Consideraciones

La perspectiva de derechos humanos en la actuación de la administración pública municipal debe impulsar el compromiso de modificar aspectos en su estructura gubernamental y realizar una armonización de sus reglamentos. El derecho al agua y su saneamiento están relacionados con la realización de otros derechos humanos que impactan en la calidad de vida de las personas, se les puede considerar como un parámetro de la legitimidad de la administración y buen gobierno municipal. La prestación de estos servicios de gobierno municipal implica poner en marcha todas las medidas regulatorias que sean necesarias y destinar al máximo los recursos con que se cuente para su realización progresiva.

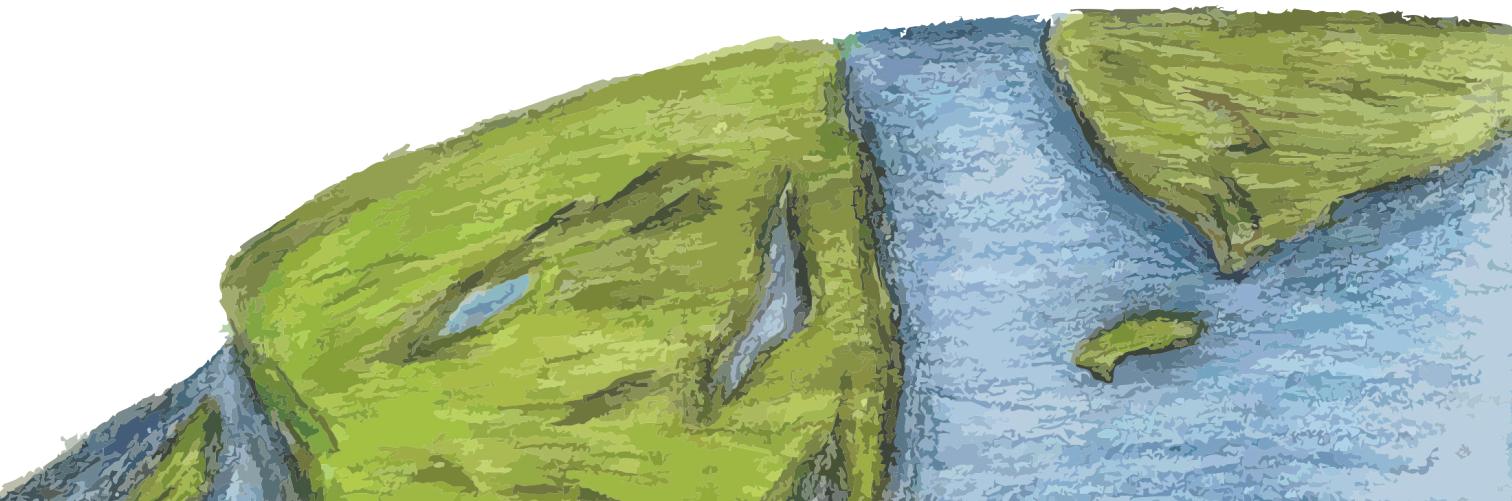
Para lograr una gobernanza efectiva del agua, tal como lo demuestra la recomendación 03/2020 de la CNDH, la implementación de una adecuada planeación municipal, lo que implica destinar de manera permanente recursos financieros y humanos a la atención de la protección y saneamiento del agua, lo anterior mediante políticas públicas pertinentes que incluyan, por ejemplo, la creación de una comisión especial al interior del ayuntamiento encargada de todas las acciones relacionadas con el saneamiento del vital líquido; convocar a la sociedad civil a participar en el tema y emitir los reglamentos, lineamientos, protocolos de actuación y acuerdos municipales que resulten indispensables.



La realización de capacitaciones en materia de derechos humanos y mecanismos de protección del derecho a un medioambiente sano y al saneamiento del agua, dirigido a las personas servidoras públicas del municipio, impartido por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNACH, debe ser una buena práctica que se mantenga y actualice en ese nivel de gobierno.

Referencias

- Ayuntamiento Constitucional de Suchiapa. (2020). *Obra: Rehabilitación y construcción de planta de tratamiento de aguas residuales*. Ayuntamiento Constitucional de Suchiapa. <http://suchiapa.gob.mx/noticia?not=166>
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH]. (2020). *Recomendación 03/2020 sobre el caso de las violaciones a los derechos humanos a un medio ambiente sano y al saneamiento del agua, en relación con la contaminación del Río Suchiapa y sus afluentes, por descargas de aguas residuales municipales no controladas, así como por la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos; en agravio de los habitantes del estado de Chiapas*. [Recomendación oficial]. Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH]. (2022). *Informe de actividades 2021*. CNDH.
- Congreso del Estado de Chiapas. (2022). *Ley de desarrollo constitucional en materia de gobierno y administración municipal*. Congreso del Estado de Chiapas (CECH).
- Cuarto Poder. (2021, 21 de agosto). REC firma convenio para sanear el río Suchiapa. *Cuarto Poder*. <https://www.cuartopoder.mx/chiapas/rec-firma-convenio-para-sanear-el-rio-suchiapa/376284/>
- Gobierno del Estado de Chiapas. (2019). *Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas 2019-2024*. Gobierno del Estado de Chiapas (GECH).
- Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Autónoma de Chiapas. (2022). Avanza capacitación para atender recomendación de la CNDH. *Instituto de Investigaciones Jurídicas*. <https://www.ijj-unach.mx/index.php/es/component/k2/itemlist/tag/derechos%20humanos>.





LA RESPONSABILIDAD SOCIAL Y LA GESTIÓN AMBIENTAL: EVOLUCIÓN Y PROPUESTAS INSTITUCIONALES PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Rosa Laura Vázquez Grajales¹⁵,
Ernesto Ramos Carbajal¹⁶

La responsabilidad social y la gestión ambiental se han convertido en componentes esenciales de la misión de las instituciones de educación superior (IES) en todo el mundo; y México, no ha sido la excepción. Estos conceptos han evolucionado a lo largo de las últimas décadas, influenciados por cambios globales en la conciencia sobre el desarrollo sostenible, el cambio climático y las desigualdades sociales. En México, la educación superior también ha experimentado un creciente interés en el abordaje de la sustentabilidad, tanto en el ámbito académico como en los procesos de la gestión institucional. Con este trabajo se realiza una breve exploración de los antecedentes recientes de la responsabilidad social y de la gestión ambiental en la educación superior, así como las estrategias de implementación que han adoptado las universidades para integrar estos principios en su funcionamiento diario.

Con el propósito de erradicar la pobreza, resguardar el planeta y asegurar la prosperidad de todos para 2030, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) adoptó en 2015 los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que son universales y aplicables a los países del

¹⁵ Universidad Autónoma de Chiapas. Dirección de Gestión de la Calidad Institucional. Boulevard Belisario Domínguez, Km. 1081, sin número, Colonia Terán, CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. rossy.vazquez@unach.mx <http://orcid.org/0009-0009-6941-9006>

¹⁶ Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa. Carretera Chicoasén - Malpaso Km. 24.3, San Miguel El cocal, C.P. 29625, Copainalá, Chiapas; México. ernesto.ramos@unach.mx <http://orcid.org/0000-0003-2107-785>.

mundo, incluyendo México. Estos objetivos abarcan temas como la educación, la igualdad de género, el acceso a agua potable, la acción climática y la reducción de la pobreza.

A partir de la adopción de la Agenda 2030 por la ONU en 2015, los ODS han servido como referencia y marco central para las IES. Desde el 2018 se puede observar un crecimiento en la alineación y articulación de las políticas educativas y estrategias universitarias con los ODS. Las instituciones de educación superior han comenzado a incorporar estos objetivos como parte de su misión, de manera particular el ODS 4 (Educación de calidad) como una guía para reformar sus planes y programas de estudio, el ODS 13 (Acción por el clima) para orientar sus políticas de sostenibilidad y el ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas) para fomentar una cultura de paz y solidaridad en la sociedad. Todos estos objetivos contribuyen para garantizar que las instituciones educativas promuevan una educación inclusiva, equitativa y de calidad, además de fomentar el aprendizaje a lo largo de la vida.

Asimismo, las cumbres internacionales y las declaraciones de compromiso con la sostenibilidad también han jugado un papel fundamental en el desarrollo de la RS y la GA en las IES. La Declaración de Talloires (2018) y el desafío de Bonn sobre el Desarrollo Sostenible en la Educación, son ejemplos importantes de cómo las autoridades universitarias y sus comunidades, han sido motivadas a intensificar sus esfuerzos hacia la sostenibilidad y la justicia social. Estas declaraciones enfatizan la responsabilidad de las IES no solo en la creación de conocimiento, sino también en la promoción de prácticas de vinculación y organizacionales, que beneficien, tanto a la sociedad como al medio ambiente.

Por su parte, en 2018 México inició la incorporación de los ODS en las políticas educativas, lo que orientó la actualización de currículos académicos que fomentan una formación encaminada a la sustentabilidad y la responsabilidad social, entre otras acciones.

En el documento “Visión y acción 2030. Propuesta de la ANUIES para renovar la educación superior en México”, se propone la mejora estructural de la educación superior, y en él se consideran cinco ejes de transformación:

- Mejor gobernanza para el desarrollo del sistema de educación superior.
- Ampliación de la cobertura con calidad y equidad.
- Mejora continua de la calidad de la educación superior.
- Ejercicio pleno de la responsabilidad social.
- Certeza jurídica y presupuestal para el desarrollo de la educación superior.

En el eje de transformación 4, la ANUIES promueve la aplicación del enfoque de la RS en las IES, para que, desde el marco de su misión, principios y valores institucionales, se fortalezcan la calidad y la pertinencia de sus funciones, su contribución al desarrollo regional y su participación en la construcción de una sociedad más próspera, democrática y justa, con el apoyo y la corresponsabilidad de los tres órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto (ANUIES, 2018).

Del mismo modo, la Ley General de Educación Superior de México (LGES), promulgada en 2021, tiene como objetivo regular el sistema de educación superior en México, promoviendo la calidad, la inclusión, la equidad y la pertinencia en todos los niveles y modalidades de la educación superior. Esta ley se alinea con los ODS al establecer principios y lineamientos que buscan garantizar el derecho a una educación de calidad para todos los mexicanos (Cámara de Diputados, 2021). En congruencia con los ODS, la LGES orienta a las IES a fomentar el desarrollo humano integral del estudiante en la construcción de saberes bajo criterios relacionados con la responsabilidad social, entre ellos la equidad social y de género, inclusión e interculturalidad.

La LGES establece varias obligaciones y compromisos para las IES, como la integración de principios de sustentabilidad en sus planes y programas de estudio, la promoción de la investigación para el desarrollo sostenible y la cooperación internacional para alcanzar los objetivos de la agenda 2030. Esta ley también busca fomentar la equidad y la inclusión en el acceso a la educación superior, lo que está en línea con el ODS 4.

La LGES y los ODS comparten objetivos comunes, como la mejora de la calidad educativa, la inclusión y la promoción de un desarrollo sostenible, entre otros puntos, que juntos, ofrecen una referencia para transformar la educación superior como promotor del desarrollo sostenible, aunque su implementación efectiva enfrenta desafíos importantes, tanto para las IES como para las autoridades educativas, uno de estos retos es la implementación efectiva de estas normativas en un contexto de desigualdad y limitados recursos en algunas regiones de México.

Sin embargo, no podemos dejar de mencionar que con la promulgación de la Ley General de Educación Superior en 2021 y como un esfuerzo del gobierno mexicano para fortalecer el sistema educativo, mejorar el impacto en la implementación de los postulados de esta LGES, contribuir a la resignificación de los procesos de evaluación y asegurar que las instituciones educativas se desempeñen con los estándares de calidad necesarios para ofrecer programas educativos pertinentes y de excelencia, en 2022 se publicó una Política Nacional para la Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (PNEAES), la cual ofrece un marco regulador que establece los criterios y procesos mediante los cuales se asegura la calidad de la educación superior.

En esta política (PNEAES) se definen las bases conceptuales y la estructura general de operación del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES), así como los tipos de evaluación que se integran, los ámbitos de evaluación y mejora continua y los criterios orientadores transversales, entre otros elementos básicos que requiere la resignificación de la evaluación de la educación superior para la transformación de las IES en nuestro país (CONACES, 2023).

De este modo, la Política Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior en congruencia con la LGES, establece siete criterios que se consideran orientadores y transversales, debido a que se proponen ofrecer una visión de la transformación del Sistema Nacional de Educación Superior (SNES) y abarcar todos los ámbitos de evaluación y mejora continua. Estos criterios orientadores son:

- Compromiso con la responsabilidad social;
- Equidad social y de género
- Inclusión
- Excelencia
- Innovación social
- Vanguardia e interculturalidad.

Los criterios de Compromiso con la Responsabilidad Social y de Excelencia se encuentran establecidos en la Ley General de Educación y en la LGES, y operan como los dos grandes criterios generales, desde los cuales es posible enfatizar, para darles mayor visibilidad y atención a los otros cinco que también tienen claros los fundamentos normativos (CONACES, 2023).

De acuerdo con el Marco General del SEAES, se entiende como Compromiso con la Responsabilidad Social a la forma en que las IES asumen su responsabilidad y liderazgo social ante su propio contexto y las problemáticas más sensibles de las comunidades cercanas, con el propósito de contribuir a la conformación de una sociedad más justa, libre, incluyente y pacífica, así como al desarrollo sostenible y al cuidado del medio ambiente, en el ámbito local, regional y nacional; a la preservación, enriquecimiento y difusión de los bienes, valores de las diversas culturas y con la internacionalización solidaria, (CONACES, 2023). Se hace la precisión de que la vinculación es la capacidad de responder a la sociedad en el marco de dicho compromiso a través de estrategias y acciones concretas en el ámbito de la docencia, la investigación y la vinculación.

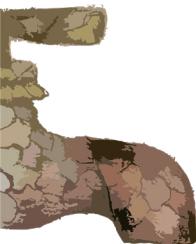
Los criterios orientadores transversales, deben estar considerados en el marco para la toma de decisiones en las funciones sustantivas de docencia, investigación y vinculación, así como en la función de la gestión institucional, las cuales están consideradas dentro de los cinco ámbitos de evaluación y mejora continua que el SEAES plantea en él su marco general SEAES (CONACES, 2023):

- *Ámbito de la formación profesional de estudiantes:* en este ámbito se sitúa a los estudiantes en el centro del proceso educativo, su desarrollo humano integral y el máximo logro de sus aprendizajes. Este ámbito tiene como propósito fundamental la materialización de los postulados del artículo 7 de la LGES.

- *Ámbito de la profesionalización de la docencia:* busca contribuir a la mejora continua de la docencia y a su revalorización como una función central de las IES.

Ámbito de los programas educativos de licenciatura, de TSU y de PA: es el conjunto de factores que incide en la formación de los estudiantes y el máximo logro de los aprendizajes esperados en la LGES, con énfasis en: el currículum, las trayectorias escolares y las condiciones de operación del programa.

- *Ámbito de los programas educativos de investigación y posgrado:* este ámbito tiene como propósito coadyuvar a una formación sólida especializada para desarrollar una actividad profesional de investigación y la aplicación innovadora o desarrollo tecnológico original



desde una perspectiva de colaboración con la sociedad, pluralidad epistémica y de diálogo de saberes.

- *Ámbito institucional:* abarca el análisis a la institución de educación superior en su conjunto, las funciones que correspondan de acuerdo con su misión, planeación institucional, subsistema al que pertenecen y su contexto.

La responsabilidad social exige asumir que la misión fundamental de la educación superior es el servicio de la sociedad y su futuro sostenible y debemos entenderla como una perspectiva ética, crítica y social del quehacer y la toma de decisiones de la institución, su evaluación se refiere a la comparación que se debe hacer en todos los ámbitos y niveles de la institución, entre lo que la institución realiza y lo que la sociedad necesita y requiere (CONACES, 2023).

Consideraciones

A partir del marco anterior, se proponen algunas estrategias que podrán implementarse desde las funciones sustantivas y de la gestión institucional de las instituciones de educación superior. Se requiere que las IES, como parte de su sistema de gobernanza, incluyan en el marco para la toma de decisiones los principios de la responsabilidad social y de la gestión ambiental, así como el diseño e implementación de políticas y objetivos institucionales, emanados de la misión y visión institucionales. Esto permitirá definir e implementar planes estratégicos que permitan la incorporación de la responsabilidad social y su gestión, en el centro de las acciones institucionales y en la toma de decisiones, que tienen impacto en las funciones sustantivas y de la operatividad institucional.

Los planes estratégicos que se propongan no solo deben abordar la gestión de recursos y la eficiencia energética, sino también incorporar la sostenibilidad en la enseñanza, la investigación y la vinculación. Un ejemplo del compromiso con la gestión ambiental es la certificación ambiental ISO 14001, adoptada por varias universidades para formalizar su compromiso con la sostenibilidad a través de un sistema de gestión ambiental riguroso, que tiene como objetivo mitigar los impactos ambientales que se generan por su operatividad. La norma internacional ISO 26000 “Guía sobre responsabilidad social” esta norma, aunque no es certificable, ofrece a las organizaciones del sector público y privado de todo tipo, un consenso internacional de las mejores prácticas en responsabilidad social, por lo que es un buen referente para la gobernanza de las organizaciones en su esfuerzo por implementar acciones a favor de la responsabilidad social en las IES.

Esta estrategia debe estar acompañada de un proceso de formación y capacitación del personal directivo de las IES, quienes son responsables de tomar las decisiones para la eficiente implementación de las políticas educativas en sus instituciones.

Otra estrategia que se puede implementar en las IES es en los Planes de estudio que, de acuerdo con las políticas educativas del nivel superior, la integración de la sostenibilidad en los planes de estudio, particularmente en los perfiles de egreso, de

todos los niveles y modalidades de su oferta educativa, es imperativa. Desde 2018, y a partir de la publicación de la LGES en 2021, se deben redoblar los esfuerzos en los procesos para la actualización de los planes y programas de estudio e incluir la responsabilidad social y otros criterios para la sostenibilidad, como temas transversales, más allá de los temas ambientales. Este enfoque permitirá sensibilizar a los estudiantes sobre los desafíos globales y proveerles de las competencias necesarias para liderar un mundo que demanda soluciones sostenibles. La responsabilidad social y el cuidado del medioambiente deben ser abordados en los planes de estudios de manera gradual, integral y transversal.

Asimismo, los procesos de Formación y los Programas de Estímulo del Personal Docente requieren ser actualizados, ya que los docentes tienen el encargo de desarrollar en la comunidad estudiantil el compromiso con la responsabilidad social y el cuidado del medio ambiente, entre otros conocimientos y competencias.

Por tal motivo, las IES deben diseñar estrategias para la profesionalización del personal docente, de todo tipo de contratación, (tiempo completo, tiempo parcial y técnicos académicos). El personal docente debe implementar estrategias para hacer ajustes en sus procesos formativos, su trabajo colegiado y la práctica reflexiva, así como los sistemas de evaluación del aprendizaje. En estas estrategias docentes se deben incluir los temas de sostenibilidad, inclusión, interculturalidad y gestión ambiental. Esto permitirá a la comunidad docente diseñar experiencias formativas con enfoques y contenidos relacionados con estos criterios en los procesos de enseñanza, aprendizaje y como parte de sus mecanismos de evaluación.

Al mismo tiempo, las IES deben diseñar o actualizar sus sistemas de reconocimiento, promoción, estímulo y evaluación del personal docente para integrar criterios de equidad, inclusión e interculturalidad, en sus mecanismos de evaluación y reconocer el trabajo docente que promueva y logre reforzar el compromiso con la responsabilidad social en la comunidad estudiantil.

En cuanto a la Infraestructura Sostenible, se recomienda que las IES implementen políticas institucionales, que sirvan como referente para la planeación, adquisición o construcción de la infraestructura que, además de apoyar la formación académica de la comunidad estudiantil y su operatividad, procuren el uso y manejo responsable de los residuos sólidos generados, el ahorro y aprovechamiento de energía, el cuidado del agua y el control de emisiones gaseosas.

Las universidades deben planificar el cambio de su infraestructura tradicional hacia infraestructuras sostenibles, para optimizar el uso de recursos y promover la energía renovable. Estas prácticas además de reducir la huella de carbono de las instituciones también sirven como laboratorios vivos donde las diferentes comunidades universitarias, pueden observar y participar en la aplicación de tecnologías sostenibles. El cambio en las lámparas de menor consumo energético o solares, grifos de agua ahorradores, promover estrategias para disminuir el uso de automóviles en la comunidad universitaria, incrementar el uso de vehículos comunitarios y asegurar el mantenimiento del parque vehicular de uso oficial para disminuir la huella de carbono; estas son algunas de las estrategias que pueden implementarse en las instituciones.

La identificación de la infraestructura y equipamiento en los edificios en todas las unidades académicas y administrativas, para obtener información sobre el comportamiento en el consumo de energía, agua y manejo de residuos en aulas, oficinas, laboratorios, sanitarios y otros espacios, es una excelente iniciativa ya que nos permite contar con un diagnóstico y determinar la brecha de desempeño que sustenten las acciones para la adquisición de productos no contaminantes y reciclables, así como para el mantenimiento de áreas verdes, gestión sustentable del tránsito y administración de residuos orgánicos y para el manejo del riesgo y de las contingencias ambientales.

Las IES como parte de su función sustantiva de Investigación y Desarrollo deben ser generadoras de nuevos conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos, y transmitir este conocimiento, tanto a la comunidad estudiantil como a la sociedad. Es por esta razón que debería fomentarse la investigación interdisciplinaria en sostenibilidad, a través de la definición de líneas de generación y aplicación del conocimiento relacionados con la responsabilidad social y la gestión ambiental; promover el desarrollo de proyectos de investigación con la participación de estudiantes y crear centros de investigación dedicados a abordar los desafíos ambientales y sociales, estas son estrategias que se pueden implementar desde esta función. La colaboración internacional con universidades que participan en proyectos de investigación globales para compartir conocimientos y desarrollar soluciones innovadoras, puede ser otra actividad clave.

Conclusiones

La responsabilidad social y la gestión ambiental en la educación superior han evolucionado significativamente en la última década, con un impulso claro desde 2018, al alinear sus acciones a los ODS y las presiones globales para abordar el cambio climático y las desigualdades sociales.

México a partir de 2021, tiene la obligatoriedad de implementar acciones a favor de la responsabilidad social y para la gestión ambiental por lo que, las universidades, con el impulso de las autoridades educativas, deberán adoptar un enfoque sistémico, integrando estos principios en sus políticas, currículos, y su operatividad. Estas acciones no solo reflejan un compromiso con la sostenibilidad, sino también un reconocimiento del importante papel que tienen las IES en la formación de líderes y ciudadanos conscientes y responsables.

La implementación de las diferentes propuestas y su seguimiento, permitirá una mayor gestión ambiental y responsabilidad social en las instituciones de educación superior y en la formación de los futuros líderes y tomadores de decisiones.

Referencias

- ANUIES. (2018). *Visión y acción 2030. Propuesta de la ANUIES para renovar la educación superior en México.* https://visionyaccion2030.anuies.mx/Vision_accion2030.pdf
- Cámara de Diputados. (2021). *Ley general de la educación superior.* https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGES_200421.pdf
- Congreso Nacional de Actividades Espaciales [CONACES]. (2023). *Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior.* https://educacionsuperior.sep.gob.mx/conaces/pdf/marco_gral_SEAES.pdf



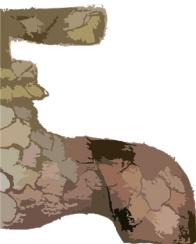
FOMENTO A LA CULTURA DEL AGUA DESDE EL AULA: LECCIONES APRENDIDAS Y RETOS POR SUPERAR

**Marco Antonio Moreno-Domínguez,
Daniela Zavala-Juárez,
Diana Maritza Tovilla-Ramírez¹⁷**

En un contexto mundial donde los efectos del cambio climático son cada vez más notables, la educación juega un papel de gran importancia en la formación de los alumnos capaces de enfrentar estos desafíos. En particular, la Facultad de Arquitectura C-I tiene una responsabilidad especial, derivado del hecho de que los proyectos arquitectónicos y urbanísticos influyen significativamente en el entorno natural inmediato; los docentes tienen un rol importante en el proceso y desarrollo de los mismos, ya que son aquellos que guían a los estudiantes, no solo en la adquisición de conocimientos teóricos, sino también en la aplicación de estos conocimientos.

Nuestro programa curricular 2013 incorpora temas relacionados al desarrollo sustentable y la crisis ambiental, limitando la enseñanza únicamente a lo teórico. La libertad de cátedra posiciona a nuevas generaciones de docentes a trabajar de forma teórica/práctica, como estrategia de una adquisición más significativa de conocimientos. El fomento y la enseñanza sobre el manejo del recurso hídrico y su integración en el diseño arquitectónico o urbano es fundamental para crear soluciones sostenibles, confirmando esto con el objetivo 6 “Agua limpia y saneamiento” de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que busca garantizar la

¹⁷ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Arquitectura. Boulevard Belisario Domínguez Km. 1081, Colonia Terán, C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. marco.moreno@unach.mx, <https://orcid.org/0009-0007-4139-1537>; daniela.zavala@unach.mx, <https://orcid.org/0009-0006-5977-3691>; diana.tovilla@unach.mx, <https://orcid.org/0009-0008-9509-5167>.



disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos, con el fin de proteger el planeta y mejorar las perspectivas de las personas en todo el mundo (Naciones Unidas, 2023).

Este enfoque educativo, donde los docentes enseñan y los alumnos aprenden a través de la práctica, busca no solo preparar a los futuros arquitectos, sino también inspirarles a ser ellos quienes creen proyectos que puedan ser replicados en distintos contextos, incluidas sus propias viviendas y comunidades, donde su enseñanza-aprendizaje lograría mitigar impactos ambientales.

Lecciones aprendidas

En la Facultad de Arquitectura, los docentes han adoptado un enfoque más activo y participativo en la enseñanza de temas como el cambio climático y la gestión del recurso hídrico. Lejos de limitarse a trasmitir conceptos teóricos, los docentes han diseñado estrategias que ofrezcan experiencias de aprendizaje que les permitan a los estudiantes aplicar esos conceptos en situaciones reales simuladas o escaladas. Esta metodología, más allá de facilitar la comprensión, fomenta la creatividad y el pensamiento crítico, ya que los futuros profesionistas comprenden profundamente cómo cada una de sus decisiones de diseño puede contribuir, o no, a que sus proyectos enfrenten al cambio climático.

Se documentó el trabajo realizado en las unidades de competencia de Arquitectura Sustentable (7.º) realizándose filtros de agua pluvial y en el Taller de Materiales Alternativos (6.º) llevándose a cabo actividades de fomento sobre la cultura del agua; contribuyendo desde el eje de la docencia y realizando estrategias para hacer aprendizaje significativo en relación al cambio climático, finalizando con proyectos y modelos prácticos de fácil reproducibilidad.

Las lecciones aprendidas se evidencian en cada uno de los proyectos finales de los alumnos, en donde las conclusiones describen la importancia de realizar modelos que pueden replicar posteriormente, y concluyeron con lo siguiente (Aquino Cruz et al., 2023):

- Consideramos importante la realización de este tipo de estrategias; para conocer su función y su importancia, así como para poder influir en las personas de manera que podamos fomentar el aprovechamiento de estas aguas pluviales que no son consideradas útiles para gran parte de la población.
- Nosotros como futuros arquitectos debemos conocer este tipo de propuestas e incentivar a nuestros futuros clientes a introducir estas mismas en la construcción y planificación de sus viviendas, y así propagar nuevas costumbres o ideas para la mejora de la utilización de este elemento tan importante como lo es el agua. (p.10).

La vinculación de la teoría y la práctica fue valiosa, a través de las actividades prácticas, como el diseño del filtro, la construcción del modelo a escala del sistema de captación de agua de lluvia o la realización de ensayos previos, los estudiantes han

podido visualizar y experimentar los conceptos teóricos que, de otro modo, parecerían abstractos o lejanos. Esta experiencia práctica no solo refuerza el aprendizaje, sino que también despertó la creatividad y la innovación, siendo estos elementos clave en el diseño arquitectónico. Los docentes, por su parte, proporcionan la retroalimentación enriqueciendo de nuevo el aprendizaje. Por lo anterior, autores como Piaget y Skinner teorizan sobre lo crucial que es la repetición y cómo esta ayuda a consolidar la información en la memoria a largo plazo; y el segundo, teoriza sobre el papel relevante del refuerzo en el aprendizaje, acrecentando la posibilidad de que una conducta se repita, constituyendo así el aprendizaje en la memoria.

Figura 1.

Colector de agua de lluvia y filtro.



Nota. Tomada de Aquino Cruz et al. (2023) y por el autor.

El recurso hídrico (pluvial en este caso), en particular, se ha convertido en un eje central de estas clases prácticas, ya que en regiones donde la escasez de agua es una realidad, comprender cómo gestionar eficientemente este recurso es y será fundamental hoy y en los años venideros. Los estudiantes han aprendido a diseñar soluciones que optimizan el uso del agua, como la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises (biojardines), captación de aguas pluviales, a la integración de jardines verticales que no solo embellecen los espacios, sino que también contribuyen a la absorción de agua y mejora del microclima inmediato. Además, estas experiencias prácticas demuestran que es posible aplicar estos conceptos no solo en grandes proyectos, sino también en las viviendas propias, convirtiéndolas en modelos ejemplos de sostenibilidad replicables en diversos contextos, con distintos materiales que se tengan a la mano y llevados a cabo sin mano de obra profesional.

Figura 2.

Resultados obtenidos por distintos filtros de agua pluvial.



Retos

Debemos enfatizar la importancia de que estas prácticas no se limiten al aula, sino que se extiendan a la comunidad. Al animar a cada estudiante a replicar lo aprendido en sus propios hogares, en sus proyectos comunitarios, donde puedan comenzar a incidir, que se fomente un enfoque de enseñanza-aprendizaje que vaya más allá de la universidad y tenga impactos reales en la sociedad. Así los estudiantes no solo serán futuros arquitectos, sino serán agentes de cambio que contribuirán a la creación de entornos sostenibles.

Las clases prácticas de arquitectura han demostrado ser un enfoque efectivo para enseñar temas complejos como el cambio climático, la educación en esta facultad debe seguir promoviendo el aprendizaje práctico y la innovación, porque estas lecciones no solo tienen el potencial de mitigar los impactos ambientales, sino que también pueden servir de ejemplo para otras instituciones, modelos a replicar en grandes proyectos como en nuestra propia vivienda, contribuyendo a un futuro sostenible para todos.

Nota: Alter Natos es un espacio de intercambio y aprendizaje colectivo construido en armonía con el entorno con materiales naturales y ecotecnologías, donde se promueve la búsqueda de prácticas ecológicas ante los problemas socio-ambientales de las ciudades.

94

Consideraciones

El cambio climático representa uno de los mayores retos de nuestra era, y la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) tiene un papel clave en la investigación, educación y liderazgo en la lucha contra esta crisis. La UNACH no solo debe ser motor de conocimiento científico, sino que también es responsable de la guía de las nuevas y futuras generaciones hacia un mundo que debiese ser más sostenible. Aun así, este ideal no está exento de obstáculos, en especial cuando hablamos de contextos de apatía social, burocracias institucionales y falta de recursos económicos que se imponen como barreras significativas.

En muchas sociedades existe una falta de urgencia y comprensión de la dimensión en torno a la crisis climática global actual. Esto dificulta la tarea de concientización,

sensibilización y movilización, tanto en el ámbito universitario como en la sociedad en general.

A esta apatía, se le suma la burocracia institucional, ya que las decisiones importantes deben pasar por una serie de procesos burocráticos que pueden realentizar o incluso paralizar la adopción de nuevos proyectos. Este tipo de barrera es especialmente problemático cuando se trata de un problema tan urgente como el cambio climático. Los procedimientos largos y complicados pueden hacer que la universidad pierda valiosas oportunidades de implementar proyectos de investigación, innovación y programas educativos centrados en el cambio climático.

La falta de recursos económicos es otra importante barrera a desafiar, especialmente cuando nuestra universidad se encuentra en un país con una economía en desarrollo, nos enfrentamos a presupuestos limitados que dificultan el financiamiento de proyectos relacionados a mitigar el cambio climático. Sin los fondos necesarios es difícil que nuestra universidad sea punta de lanza en este campo y que genere un impacto real.

A pesar de las barreras, la UNACH es un centro de conocimiento y de innovación. A través de la investigación interdisciplinaria, la universidad ofrece soluciones creativas y científicas a problemas ambientales. Por ejemplo, desarrollo de nuevas tecnologías que mitiguen el impacto ambiental. Además, las nuevas generaciones de estudiantes, en su mayoría, tienen mayor conciencia ambiental y un deseo por hacer cambios que ayuden al planeta. De esta forma, la misma universidad puede formar a los futuros líderes que influirán en las decisiones y políticas a nivel global.

La UNACH puede buscar alianzas con organizaciones no gubernamentales o privadas para llevar a cabo proyectos conjuntos en torno a la mitigación y a la adaptación al cambio climático, obteniendo recursos y convirtiéndola en un actor social y no solo en un centro educativo.

La UNACH debe posicionarse como la institución a nivel sureste líder en sostenibilidad que pueda atraer fondos internacionales para financiar la investigación científica que ayude con el cambio climático. De esta manera la universidad mejoraría su estatus hasta niveles internacionales.

Debemos trabajar en ser el modelo a seguir frente a nuestro contexto social inmediato, cambiando la apatía social por colaboración, convirtiéndonos en referente de cambio, no solo para estudiantes, sino para nuestra sociedad.

Referencias

- Aquino Cruz, P. A., Bermúdez Ortega, M. L., Pérez Trujillo, A. M., y Zenteno Montes, P. (2023). *Colector de agua de lluvia y filtro* [Documento privado]. Google Drive. https://drive.google.com/file/d/1KLq7mBTct8g7iaiKSVNYehjovwGnZAP1/view?usp=drive_link





LOS MICROPLÁSTICOS: LA AMENAZA EN LO QUE CONSUMIMOS

José Antonio David Muñoz¹⁸

La contaminación plástica es un fenómeno de acumulación de materiales plásticos capaz de crear efectos peligrosos en los organismos que habitan en los hábitats acuáticos y terrestres, este proceso se ha considerado reversible debido a su tasa relativamente lenta de proceso de mineralización que impacta en el medioambiente con cambios en el hábitat dentro del suelo y los ecosistemas acuáticos donde se vierten, lo que lleva a efectos desde ecotoxicidad hasta poner en peligro a organismos específicos que habitan en el medio. La contaminación por plástico puede ser ingerida por la fauna, afectando el sustento de las personas asociadas con ella y contaminando los mariscos, que impactan en la salud de los consumidores.

Por su amplia distribución en el medioambiente y sus efectos adversos para los animales terrestres, acuáticos y humanos, la contaminación por microplásticos se considera en la actualidad un problema grave que recibe mayor atención en los últimos años a través de investigadores que se han dado a la tarea de saber y conocer los efectos de los mismos en los organismos vivos, como los que se consideran de categoría de pequeñas partículas de plástico con forma de fragmentos, fibras o esferas, llamadas microplásticos (partículas menores de 5 mm) y nanoplasticos (partículas menores de 1 mm) han atraído particular atención.

¿Por qué es difícil degradar un plástico? ¿Cómo podemos transformar los plásticos? Para ello, existen diversas herramientas biotecnológicas para lograr la transformación de los

¹⁸ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá-Palenque Km. 4, C.P. 29980 Catazajá, Chiapas; México. jose.david@unach.mx

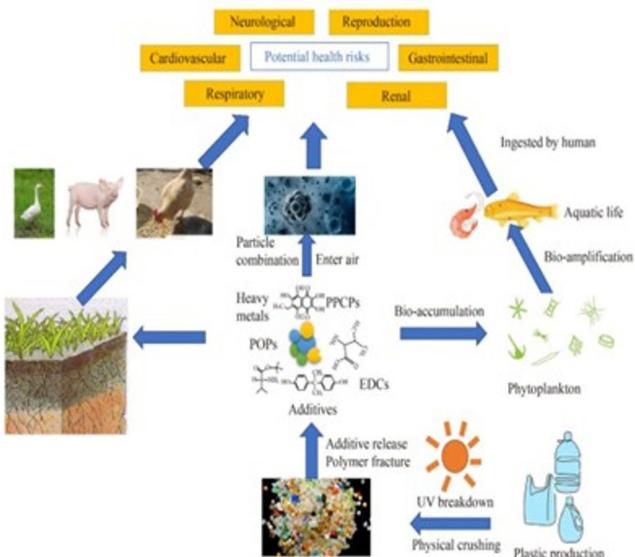
plásticos en nuevos materiales o incluso en energía. Las soluciones biotecnológicas son multidisciplinarias y cada una debe evaluarse su impacto ambiental, a través de políticas públicas gubernamentales para reducir las fuentes de emisión de microplásticos y, por lo tanto, minimizar sus riesgos ambientales.

¿De dónde surgen los microplásticos?

Los microplásticos se definen como partículas contaminantes sintéticas con dimensiones inferiores a 5 mm (Betts, 2008), un tema de los últimos años de interés científico globalmente. Los efectos ecológicos dañinos que se originan a causa de estos microcontaminantes se han centrado en la extracción y el cálculo de partículas microplásticas de hábitats acuáticos a terrestres (Fendall y Sewell, 2009).

Figura 1.

Medios de exposición ambiental y efectos de los microplásticos.



Existen estudios donde se ha comprobado que los restos de microplásticos se deriva de productos de cuidado personal y fibras, que se desechan durante el lavado de productos sintéticos que son liberados a los afluentes de los medios acuáticos (Mishra et al., 2019). Los microplásticos que existen en los afluentes representan un grave problema creciente en la actualidad, proyectándose de forma alarmante por la cantidad de desechos plásticos que está aumentando drásticamente. Para el 2019, la producción de plástico reportada fue de 368 millones de toneladas métricas, que se prevé que aumente al doble en las próximas dos décadas (Walker y Fequet; 2023). Las estimaciones predicen que la presencia de plásticos aumentará en las generaciones futuras, en ríos, lagos y océanos. Las micropartículas de plástico, junto con otras sustancias químicas nocivas, debido a su menor peso, se transfieren desde los entornos acuáticos a distintos niveles tróficos biológicos, que por ser confundidos con alimento son ingeridos por los organismos vivos (Barnes et al., 2009). Recientemente, se ha comprobado que la con-

centración de microplásticos va en una tendencia creciente, ya que cada año se liberan al medioambiente acuático hasta 12,7 millones de toneladas métricas de basura plástica desde fuentes terrestres (Besseling et al., 2019). La homoagregación de microplásticos sucede cuando se agrupan sin la presencia de otros componentes sólidos. Se considera que esta acción es uno de los comportamientos ambientales más importantes en entornos acuáticos (Wang et al., 2021), son los que determinan la movilidad, distribución y biodisponibilidad de los microplásticos, lo que conduce a su amplia distribución y riesgo potencial. Debido a su dispersión en el medioambiente y sus efectos adversos para los animales y los seres humanos, la contaminación por microplásticos se ha considerado un grave problema ambiental que ha recibido una mayor atención en los últimos años, como se puede observar en la figura 1.

Los microplásticos y su efecto en el ser humano

Los microplásticos pueden ingresar a la red de los alimentos humanos a través de la inhalación y la ingestión de alimentos y bebidas, causando efectos adversos para la salud (Yuan et al; 2019). En estudios realizados se detectaron hasta 107 partículas de microplásticos en 1 L de agua, como se puede observar en la figura 2, y otras fuentes de productos marinos como camarones, pescado, ostras y sal que contenían numerosos microplásticos (Akhbarizadeh et al., 2018 Cox et al., 2019).

Figura 2.

Microplásticos en agua embotellada.



Maher et al. (2016) detectaron diversos tipos de microplásticos en las heces humanas, lo que confirma una evidencia de ingestión en la alimentación. Mientras tanto, se ha diagnosticado que la presencia de micropartículas plásticas es que entre más pequeñas sean las partículas, más profundamente pueden penetrar en el cuerpo, incluidos los alvéolos intestinales, pulmonares e incluso el cerebro. Son muchas las consecuencias que pueden provocar los microplásticos para la salud humana, algunas pueden ser como anomalías del desarrollo del feto, anomalías congénitas, trastornos del sistema inmunológico y endocrino y muchos tipos de cáncer (Rustagi et al. 2011).

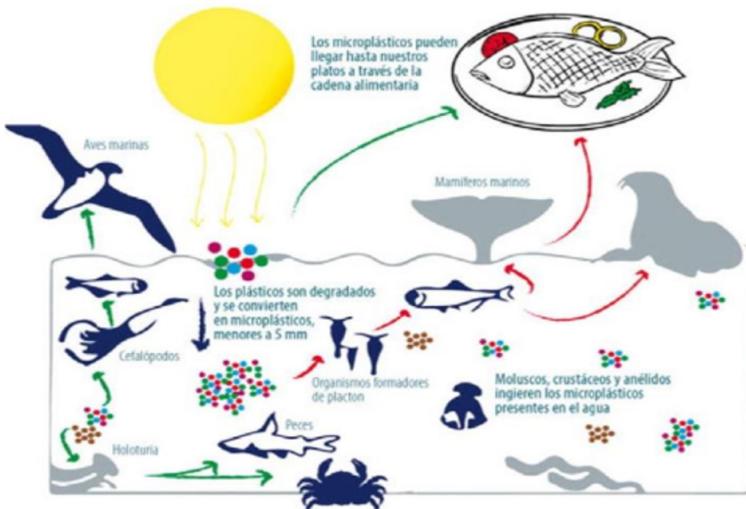


Microplásticos como alimento en los organismos acuáticos

La presencia de los microplásticos en la fauna marina se debe, a su ingestión accidental por organismos que van desde el plancton hasta los crustáceos y los peces, lo que ocasiona diversos problemas intestinales provocados por los contaminantes químicos que transportan, como se muestra en la Figura 3. Se ha demostrado que pueden pasar a lo largo de la cadena alimentaria hasta llegar a nuestros platos. Estos microplásticos incorporan químicos y son liberados en los tejidos de las especies marinas, incorporándose a la cadena trófica (Greenpeace, 2016). Los peces son los organismos marinos más estudiados en relación con el tema de microplásticos, debido a los efectos que presenta su ingestión, como la mala nutrición, la inanición y la reducción de las poblaciones, ya que se ve afectada su reproducción (Cole et al., 2011). También se han reportado microplásticos en otras especies, como la tortuga verde, aves marinas, focas, gusanos de arena, el delfín rosado, entre otros animales.

Figura 3.

Las rutas de los microplásticos en la cadena trófica.



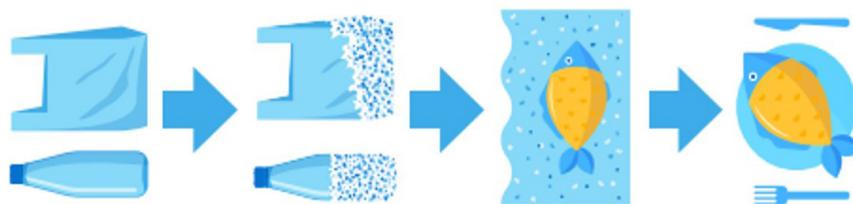
De acuerdo con estudios realizados por Amaya (2016) en México, el 59 % de los peces muestreados presentaron partículas microplásticas en sus estómagos, lo que representa un porcentaje alto. Además de los peces, se han investigado otros organismos para evaluar la presencia de microplásticos y sus posibles efectos. Por ejemplo, en la especie de equinodermos conocida como ofiuromes (*Ophiocoma echinata*), la tasa de ingestión varía entre 0 y 248 unidades de microplásticos en un lapso de 48 horas.

Asimismo, en estudios realizados en mamíferos marinos, como los cetáceos, también se ha demostrado la presencia de microplásticos. Según Tabata Olavarrieta (2017), se reportaron valores de ftalatos encontrados en hembras de ballena rorcuall común (*Balaenoptera physalus*). Los ftalatos (aditivos químicos de los microplásticos) son disruptores endocrinos que afectan las funciones reproductivas, particularmente durante la gestación o en etapas tempranas del desarrollo.

Finalmente, es importante destacar que existe una interacción entre los microplásticos y los seres humanos. Diversos estudios científicos han confirmado su presencia en mariscos, lo que los convierte en la fuente más reconocida de exposición humana a microplásticos. No obstante, como se aprecia en la Figura 4, las probabilidades de ingerir estos materiales a partir del consumo de pescados son bajas, considerando el porcentaje de ingreso de partícula por los peces y la localización de estas en el cuerpo de los organismos marinos, ya que usualmente se encuentran en el intestino o en el tracto digestivo, lo que no suele ser consumido por los humanos (Wright et al., 2013).

Figura 4.

Proceso de micropartículas plásticas en la ingestión a través de los peces.



Consideraciones

En la actualidad, la vida en el planeta ha cambiado drásticamente debido al aumento de la población humana, lo que ha traído consigo mayor demanda de alimentos, consumo de agua, espacios para viviendas que dan pie al crecimiento de la mancha urbana, generándose mayor consumo de productos y servicios básicos. Aunado a todo esto, se agrega el cambio climático que es provocado por la alta contaminación de basura y fábricas en las ciudades, menor producción agrícola, ganadera y pesquera, así como la pérdida de valores culturales. Es de primordial importancia que en las unidades de la UNACH las generaciones actuales de estudiantes sean participes en la gestión del cuidado del medio ambiente, en la preservación de los espacios públicos, de los recursos naturales, aprender y enseñar que la basura se debe de recoger para evitar problemas de degradación, crear espacios de sociabilización y concientización hacia otras escuelas de educación básica con el objetivo de contribuir y dejar un Chiapas más sustentable para las próximas generaciones en el aspecto ambiental, de investigación y de normas de leyes estrictas en la solución de problemas climáticos.

Referencias

- Akhbarizadeh, R., Moore, F., y Keshavarzi, B. (2018). Investigación de una probable relación entre microplásticos y elementos potencialmente tóxicos en los músculos de los peces del noreste del Golfo Pérsico. *Contaminación Ambiental*, 232, 154–163.
- Amaya, A. I. (2016). *Evaluación de los microplásticos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo, México, y sus efectos en la biota, tomando en cuenta como ejemplo una especie de invertebrado bético: Ophiocoma echinata* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thomson, R. C., y Barlaz, M. (2009). Acumulación y fragmentación de desechos plásticos en entornos globales. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998.



- Betts, K. (2008). Por qué las pequeñas partículas de plástico pueden representar un gran problema en los océanos. *Environmental Science & Technology*, 42(24), 8995.
- Besseling, E., Redondo-Hasselerharm, P., Foekema, E. M., y Koelmans, A. A. (2019). Cuantificación de los riesgos ecológicos de los micro y nano plásticos acuáticos. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(1), 32–80.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., y Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597.
- Cox, K. D., Coverton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F., y Dudas, S. E. (2019). Consumo humano de microplásticos. *Environmental Science & Technology*, 53(12), 7068–7074.
- Fendall, L. S., y Sewell, M. A. (2009). Contribuir a la contaminación marina al lavarse la cara. Microplásticos en limpiadores faciales. *Marine Pollution Bulletin*, 58(8), 1225-1228.
- Greenpeace. (2016). <https://www.greenpeace.org>.
- Maher, B. A., Ahmed, I. A. M., Karloukovski, V., MacLaren, D. A., Foulds, P. G., Allsop, D., Mann, D. M., Torres-Jardón, R., y Calderón-Garcidueñas, L. (2016). Nanopartículas contaminantes de magnetita en el cerebro humano. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(39), 10797–10801.
- Mishra, S., Rath, C. C., y Das, A. P. (2019). Contaminación marina por microfibras: una revisión del estado actual y desafíos futuros. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 188-197.
- Olavarrieta, T. (2017). Abundancia de microplásticos en la bahía de La Paz y niveles de ftalatos en el rorcuall común (*Balaenoptera physalus*) [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Rustagi, N., Pradhan, S. K., y Singh, R. (2011). Impacto de los plásticos en la salud pública: una descripción general. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 15(3), 100.
- Walker, T. R., y Fequet, L. (2023). Tendencias actuales de la producción insostenible de plástico y contaminación micro (nano)plástica. *Trends in Analytical Chemistry*, 160.
- Wang, L., Zhang, J., Leonardo, T., y Kurunthachalam, K. (2021). Presencia de microplásticos de tereftalato de polietileno y policarbonato en heces de bebés y adultos. *Environmental Science & Technology Letters*, 8(11), 989–994.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., y Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution*, 178, 483-492.
- Yuan, W., Zhou, Y., Liu, X., y Wang, J. (2019). Nueva perspectiva sobre los nanoplasticos que alteran la reproducción de un helecho en peligro de extinción en agua dulce artificial. *Environmental Science & Technology*, 53(21), 12715–12724.

PARTE 3: EDUCACIÓN, SOCIEDAD Y ACCIÓN CLIMÁTICA





3.1 Educación y Participación para la Sostenibilidad

INNOVACIÓN EDUCATIVA Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Ivett Reyes Guillén,
Orlando Uriel Bravo Argüello¹⁹

Hablar sobre el cuidado ambiental ha sido un tema que desde hace décadas ha generado líneas de investigación e intervención en todos los ámbitos de la vida humana. No obstante, fue hasta años recientes cuando este interés comenzó a mostrar verdadera preocupación, y adoptar hábitos de vida saludables en favor del ambiente se ha convertido en una necesidad urgente.

En el ámbito educativo, son varios los esfuerzos por promover las buenas prácticas ambientales. Según Fuentes (2018), algunos autores hacen hincapié en recuperar y fortalecer a la Educación Ambiental para lograr insertar programas educativos desde todos los niveles, que permitan sensibilizar y educar sobre el cuidado de las relaciones con el ambiente. Lo anterior se hace complejo cuando se habla de países menos desarrollados, donde las prioridades de atención se desvían y el recurso destinado para la protección ambiental es casi nulo.

Esta situación, de preocupación extrema, se basa en la acelerada presencia de consecuencias del deterioro ambiental sobre la salud y vida humana. No obstante, son también de interés las relaciones entre las mismas poblaciones humanas, las que muestran un importante grado de deterioro y ponen en riesgo la paz mundial y el orden social (ONU, 2020).

En este estudio se abordan las prácticas saludables para el cuidado ambiental, lo que conduce al análisis de la calidad de vida que se busca para las poblaciones humanas. Así también,

¹⁹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Sociales. Av. Miguel Hidalgo 8, Centro Histórico, C.P. 29220, San Cristóbal de las Casas, Chiapas; México. reyes.flor@unach.mx <https://orcid.org/0000-0001-9738-4554>; orlando.bravo@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0001-7109-9560>



sobre algunas herramientas didácticas útiles para promover la toma de conciencia sobre el equilibrio de las acciones humanas con el ambiente y consigo mismas.

Cuando se aborda el concepto *cultura ambiental*, este se relaciona con la generación de buenas prácticas que mejoren el estilo de vida de las personas, disminuyan el impacto ambiental y, al mismo tiempo, aseguren la herencia de estas buenas prácticas a las generaciones futuras (Sandoval, 2012), razonamiento basado en el desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable busca satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras sin destruir los recursos ni los procesos ecológicos. Se centra en la conservación de los recursos naturales, no sin tocar estos recursos, sino a partir de un manejo equilibrado que permita cubrir las necesidades de la población en materia de alimentación, vivienda, trabajo, vestimenta e, incluso, esparcimiento y recreación. Al respecto, Víctor Toledo (2015) señala que la *sustentabilidad*:

Ha realizado un fulgurante recorrido... y sigue vivo... En su devenir, se ha convertido al mismo tiempo en concepto, paradigma, marco teórico, instrumento técnico, utopía, pretexto, ideología y muchas cosas más, pero sobre todo se ha vuelto la palabra que encierra un vago deseo... de un mundo mejor en el que el género humano se reencuentre idealmente con la naturaleza y con la justicia social. (s.p.)

No obstante, ha sido altamente complejo, a través del tiempo, lograr que el concepto de sustentabilidad nos lleve a este equilibrio de las relaciones entre especies que coexisten en el planeta y al concepto de sustentabilidad, la población común la considera como el cuidado ambiental que es parte de los programas de gobierno, o bien, una modalidad que permite contar con un empleo para el bienestar familiar (Reyes et al., 2022). Es claro que existe un manejo desigual de información y que la construcción de conceptos juega un papel importante para medir el impacto de las acciones ambientalistas y la toma de conciencia de las poblaciones humanas.

Se requiere que la toma de conciencia sea real y que se refleje en la modificación de hábitos que lleven al mejoramiento de la calidad ambiental y la calidad de vida de la especie humana, misma que está siendo gravemente impactada por sus propios actos, tanto en la salud como en la vida de poblaciones enteras.

Ante este panorama, la educación ambiental busca generar la toma de conciencia de las relaciones humanas consigo mismo y con su entorno atendiendo las consecuencias de estas relaciones y asegurando la toma de decisiones responsables para el saneamiento ambiental desde el hogar hasta las urbes. Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ONU, 2024) son varios los que se han dirigido su atención a la protección y educación ambiental, tal es el caso de los objetivos 14 vida submarina, 12 producción y consumo responsable, y la interrelación de los esfuerzos por lograr al conjunto de objetivos, conduce al logro de una sociedad en equilibrio consigo misma y con la naturaleza.

La preocupación de las instituciones educativas, en todos sus niveles, ha llevado a la búsqueda de estrategias pedagógicas que impulsen el cambio de hábitos, la toma de conciencia y la sensibilización de lo que se puede hacer hoy para no padecer

mañana. Trabajar en los hábitos saludables es esencial para potenciar la cultura ambiental en los estudiantes, y requiere de estrategias pedagógicas que generen cambios significativos en el ámbito escolar y en los hogares (Álvarez, 2019).

Las buenas prácticas ambientales de docentes e instancias educativas aportan significativamente al entretejido de la cultura ambiental en los estudiantes y ellos, a su vez, en sus hogares (Sarmiento, 2013). El presente documento cobra relevancia al considerar la urgente necesidad de implementar buenas prácticas ambientales y hábitos de vida saludables en instancias educativas de nivel superior, tanto como lo vienen haciendo los niveles de educación media y básica.

Temas de interés mundial como la variación y cambio climático, el deterioro ambiental, el agua y su delicado estatus tanto en continentes como en océanos, son solo algunos de los macro problemas a los que se enfrenta la humanidad, pero es a través de la educación que se logrará informar, formar y sensibilizar respecto a la acción de la misma humanidad para recuperar la salud ambiental, acciones desde lo local hasta escalar los distintos niveles espaciales.

Innovación educativa en el área ambiental

La universidad es un nivel educativo que concentra estrategias diversas de innovación, donde el impacto hacia la sociedad es una preocupación y eje rector de sus acciones. Las sociedades actuales presentan necesidades claras de atención al ambiente y las expectativas que la sociedad tiene de las universidades están puestas en la formación integral de sus egresados (Melendro et al, 2008).

La innovación educativa, uno de los retos más importantes para las universidades (Mecanchi et al, 2020), es una fortaleza para la atención de la demanda de educación ambiental en espacios universitarios, incidir en las pautas de consumo, la interacción con el entorno y el tiempo, los estilos de vida, organización y destino del tiempo libre son puntos clave sobre los cuales trabajar desde las universidades.

Es entonces que, al respecto, la Universidad puede y necesita innovar acciones educativas ambientales en las que se tomen en cuenta puntos principales tales como:

1. Incluir a la educación ambiental dentro de los procesos del sistema de tutorías universitarias.
2. Formar a los profesores universitarios en el diseño de estrategias educativas integrales que fomenten las buenas prácticas ambientales a través del uso de las tecnologías.
3. Crear un Observatorio Ambiental Universitario para la vinculación y cooperación ciudadana en el monitoreo y fomento de las buenas prácticas ambientales; donde los principales actores sean los estudiantes, el objetivo principal la toma de conciencia ciudadana y las tecnologías de la información y la comunicación sus principales herramientas.

Consideraciones

La educación ambiental necesita ser vista como el mecanismo que permite la toma de conciencia a través de generar y difundir el conocimiento que fomente las buenas prácticas ambientales, mismas que repercuten en la calidad de vida de las



poblaciones humanas y el equilibrio ambiental del planeta. Ante esta realidad, las universidades ante su compromiso social necesitan incluir a la educación ambiental en sus procesos de formación integral de los futuros profesionistas.

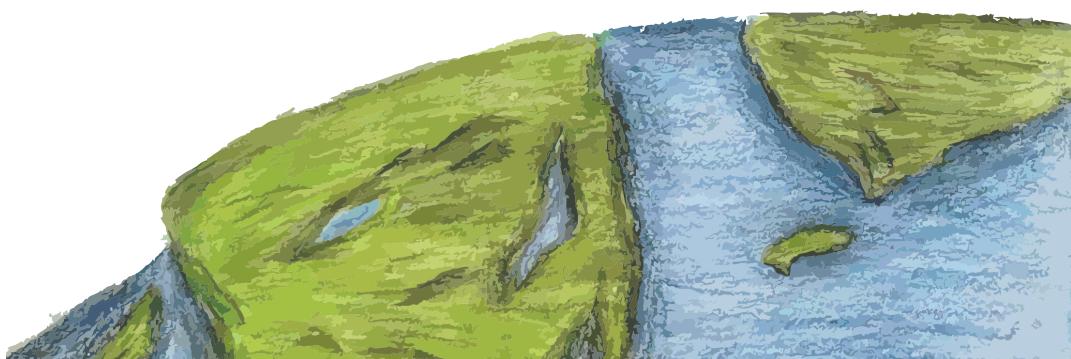
Los observatorios ciudadanos son estrategias de acción colectiva para el fortalecimiento de los mecanismos de desarrollo de las poblaciones humanas (Luna, 2016). Crear un observatorio ambiental universitario coloca a los estudiantes, tanto en formación profesional como en estatus ciudadano, como sensibilizadores para las buenas prácticas ambientales, vigilantes de las conductas sociales en pro y en contra del cuidado ambiental.

La participación de los estudiantes universitarios los centra en un compromiso cívico que genera identidad, experiencia y capacidades para evaluar asuntos públicos de interés colectivo, de preocupación mundial, coordinando voluntades y proponeiendo vías de solución.

Lo anterior, aunado a la formación continua del docente universitario para el diseño de estrategias educativas integrales que fomenten las buenas prácticas ambientales a través del uso de las tecnologías y su acción tutorial, son acciones sinérgicas que funcionarán como plataforma de la acción ambiental universitaria.

Referencias

- Álvarez, P. (2019). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14(2), 245-260. <https://www.redalyc.org/pdf/175/17512724006.pdf>
- Luna, S. A. G. (2016). Los observatorios ciudadanos como estrategias de acción colectiva para el fortalecimiento de la rendición de cuentas social en México: estudio de caso red mexicana por ciudades justas democráticas y sustentables. *Práxis Sociológica*, (21), 195-212.
- Melendro, M., Murga, M. Á., Novo, M., y Bautista-Cerro, M. J. (2008). Estrategias formativas innovadoras en educación ambiental y para el desarrollo sostenible. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 11(2), 15-39. <https://www.redalyc.org/pdf/3314/331427209002.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2024). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. 17 objetivos para transformar nuestro mundo*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Reyes, G. F. I., Fonseca, C. S., y Muñoz, A. R. B. (2022). Análisis de percepciones respecto al deterioro ambiental y el desarrollo sustentable: un manejo desigual de información. *LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos*, 20(2). <https://liminar.cesmeca.mx/index.php/r1/article/view/925>
- Sandoval, M. (2012). Comportamiento sustentable y educación ambiental: una visión desde las prácticas culturales. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(1), 181-196. <https://acortar.link/CyiTc4>
- Sarmiento, P. (2013). Bioética ambiental y eco pedagogía: una tarea pendiente. *Acta Bioethica*, 19(1), 29-38. <https://acortar.link/l0YxwY>
- Toledo, V. M. (2015). ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico política. *Interdisciplina*, 3(7). <http://www.revistas.unam.mx/index.php/inter/article/view/52383>



UNIVERSIDADES POR EL FUTURO: INTEGRANDO DERECHOS HUMANOS Y PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

**Maricela Hazel Pacheco Pazos,
Cecilia Enríquez Ríos²⁰**

El cambio climático es una realidad que vivimos en todas las regiones del planeta y que afecta a toda la humanidad. Sin embargo, se puede afirmar que no todas las personas viven estos efectos de la misma manera, pues múltiples estudios han demostrado que son las personas que históricamente se encuentran en situaciones de vulnerabilidad quienes enfrentan mayores desafíos ante esta crisis, entre estos grupos poblacionales se encuentran las mujeres, las niñas, niños y adolescentes, las personas migrantes, las personas adultas mayores y las personas con discapacidad. En este sentido:

La población que ya se encuentra en desventaja [...] debido a desigualdades e inequidades preexistentes, los grupos más marginalizados y en situaciones vulnerables se ven todavía más afectados y carecen de las condiciones o capacidades necesarias para adaptarse y mitigar sus consecuencias. (CEPAL/ACNUDH, 2019, p. 11)

Las afectaciones del cambio climático son múltiples, pero en materia de derechos humanos pone en peligro el ejercicio de todos los derechos humanos, desde los más obvios, como el derecho a la salud, la alimentación o el derecho al agua, como todos los otros: derecho a la educación, a la igualdad o al desarrollo.

20 Defensoría de los derechos humanos y universitarios. Avenida 1º Norte Poniente 1016, Guadalupe, C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. hazel.pazos@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0002-9045-844X>; cecilia.enriquez@unach.mx.

Por lo anterior, es indispensable que tanto en el estudio como en la implementación de acciones para mitigar los efectos del cambio climático se tome en cuenta la perspectiva de derechos humanos, de género e interseccional, y en esta tarea las Instituciones de Educación Superior tenemos una enorme responsabilidad.

En cuanto a los derechos humanos, su integración “constituye un imperativo legal y ético, por cuanto la acción climática no debe vulnerar los derechos de las personas y los derechos humanos pueden mejorar la efectividad y redundar en mayores beneficios para todos los sectores de la sociedad”. (CEPAL/ACNUDH, 2019, p. 12)

La interseccionalidad debe ser entendida como:

Una metodología para la investigación y un punto de partida para una agenda de acciones en el ámbito de la justicia social y de género. Reconoce que las personas viven identidades múltiples que se derivan de las relaciones sociales, la historia y la operación de las estructuras del poder. Las personas pertenecen a más de una comunidad a la vez y pueden experimentar opresiones y privilegios de manera simultánea. (De Luca et al., 2020, p.56)

Esta metodología no se trata solo de hacer un análisis o teorizar sobre estas desigualdades, sino que implica acción. En palabras de Armijo y Benítez “enfatiza la necesidad de distinguir tres momentos: constatar las opresiones cruzadas, teorizarlas y formular un proyecto político que las articule” (De Luca, et al, 2020, p. 56).

Por lo anterior, además de la perspectiva interseccional y de derechos humanos, es indispensable aplicar una perspectiva de género, entendida, de acuerdo con Estela Serret “como una mirada que pretende, primero, hacer visibles a las mujeres, sus actividades, espacios, lenguajes, interacciones, necesidades y problemáticas específicas, y segundo, dar cuenta de cómo opera en cada campo al que este enfoque se aplica, el orden de género como sistema de dominación” (De Luca, et al, 2020,²¹ p. 36). Esta perspectiva puede ser aplicada de múltiples maneras:

Una vez que empleamos la perspectiva de género para construir cifras, informes, diagnósticos y mecanismos de intervención, revelamos cuáles son las concepciones culturales que dan origen a la desigualdad entre hombres y mujeres (que se halla en la base de toda desigualdad social) y se pueden trazar estrategias concretas para combatirla. (De Luca, et al, 2020, p. 38).

La investigación con perspectiva de género busca generar una idea del mundo que integra las experiencias y perspectivas de las mujeres, corrigiendo las distorsiones, sesgos y recuentos o explicaciones erróneas que se han realizado históricamente (Ímaz, Mireya et al., 2014, p. 35)²².

21 De Luca Zuria, Ana, Fosado Centeno, Ericka y Velázquez Gutiérrez, Margarita, 2020. “Feminismo socioambiental. Revitalizando el debate desde América Latina”. UNAM.

22 Ímaz, Mireya et al. (2014). Cambio climático, miradas de género. México: UNAM.

Este impacto ambiental, así como la cultura de los grupos sociales, tienen implicaciones diferenciadas en las consecuencias que genera en hombres y en mujeres; pues están fuertemente vinculados a la desigualdad socioeconómica y a la persistencia de la pobreza en el marco de un crecimiento que es excluyente e insostenible, además profundizan la división sexual del trabajo y la injusta organización del cuidado (Aguilar, L., 2021, p. 12-13).

Tanto en comunidades rurales como en países en desarrollo, las mujeres suelen enfrentar mayores riesgos y cargas debido al cambio climático, al contar con menos acceso a recursos físicos, humanos, financieros, técnicos y sociales; a la educación formal, a la propiedad de la tierra, a la ocupación de espacios de toma de decisiones y sobre todo al uso del tiempo derivado de la carga de trabajo por cuidados; lo que agrava las desigualdades existentes en cada sociedad, vulnerando en mayor medida los derechos humanos, el derecho a la vida, al agua potable, a fuentes de energía, a servicios de salud y a un ambiente saludable.

Algunos ejemplos de lo anterior los encontramos en los textos de Stock y de Ímaz. Anke Stock (2012, p.10)²³, analiza cómo las mujeres de entornos rurales son altamente afectadas por el cambio climático al depender de los recursos naturales y del uso de energía y agua para realizar las labores fundamentales que realizan en la producción y provisión de alimentos, y en el ejercicio de la maternidad y cuidado de menores, sin considerar el creciente número de hogares que son encabezados por mujeres.

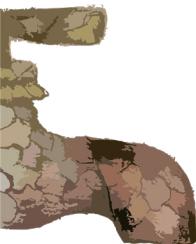
De acuerdo con Mireya Ímaz et al., (2014, p. 39)²⁴, las afectaciones que mayormente sufren las mujeres se refieren a causas como la carga de trabajo reproductivo y no remunerado que recae, principalmente, en las mujeres, tanto para el cuidado, crianza y mantenimiento del hogar y de los integrantes, como para la recolección de agua y combustible. Así como a las diferencias salariales que reciben hombres y mujeres aún por realizar el mismo trabajo o la misma jornada laboral. La limitación en derechos de propiedad que presentan las mujeres dificulta el acceso a financiamiento, pero también el acceso a programas de equipamiento, infraestructura, créditos, arrendamiento, apoyos económicos por pago de servicios ambientales, y tampoco están representadas en la toma de decisiones para organizar actividades agropecuarias vinculadas con la adaptación.

Todo lo que se ha expuesto con anterioridad hace necesario que, desde los espacios universitarios se promueva el estudio y descubrimiento, a través de la investigación y actividades académicas y científicas, que permitan la generación de soluciones para un desarrollo más armónico en las comunidades, y la reducción del impacto ambiental que generan. Como mencionaron Armijo y Benítez (De Luca, et al, 2020):

Las perspectivas feministas en el ámbito del pensamiento sobre desarrollo y medio ambiente han tomado diversos rumbos, se han confrontado y retroalimentado y actualmente existe un corpus extenso y complejo donde buscar conceptos,

23 Stock, Anke. (2012). El cambio climático desde una perspectiva de género. Fundación Friedrich Ebert, FES-ILDIS

24 Ímaz, Mireya et al. (2014). Cambio climático, miradas de género. México: UNAM.



categorías de análisis y orientaciones teóricas para explicar problemáticas socioambientales y sus respuestas desde lo local y lo global. (p. 60)

Es indispensable incluir de manera integral la perspectiva de derechos humanos, género e interseccional, no solo en el diseño curricular de la educación, sino también en la capacitación del personal docente, para que, a través de la práctica áulica, los valores y principios de cultura de paz puedan ser reforzados en la formación de los y las estudiantes, de modo que su análisis y propuestas para mejor el desarrollo y su impacto ambiental, puedan también considerar la generación de igualdad de condiciones y oportunidades entre hombres y mujeres, el respeto a los derechos humanos y la inclusión integral de las mujeres como agentes de cambio, reconociendo y visibilizando los aportes que realizan en el estudio y aportación en su lucha contra las consecuencias del cambio climático.

Para cumplir con esta obligación, la Universidad Autónoma de Chiapas recientemente ha instaurado el Plan Institucional de Cultura de Paz, a través del cual coordina las múltiples acciones que se realizan por las diferentes unidades académicas y dependencias de la administración central, y que contribuyen para fomentar una cultura de paz dentro y fuera de la comunidad universitaria.

Este plan estipula nueve políticas institucionales, basadas en autonomía, igualdad e inclusión, a través de las cuales se establece el compromiso institucional de promover y proteger los derechos humanos. De estas nueve políticas, surgen los siguientes programas institucionales:

1. Programa Institucional de cultura de paz, cuyo objetivo es promover la cultura de paz en los procesos formativos, a través de estrategias integrales.
2. Programa de bienestar integral universitario para la cultura de paz, encargado de procurar el bienestar integral y la convivencia pacífica en la comunidad universitaria, a través de servicios de apoyo.
3. Programa de alianzas para la paz, el cual establece y formaliza alianzas estratégicas con distintos sectores de la sociedad, para la promoción y evaluación continua de la cultura de paz dentro y fuera de la universidad.
4. Programa de Inclusión y No Discriminación, que busca establecer un marco institucional para asegurar la igualdad, equidad, inclusión y no discriminación en todas las actividades y funciones de la universidad.
5. Programa de Instrumentos jurídicos y administrativos para la consolidación de la cultura de paz, a través de la cual se impulsará de manera transversal la inclusión de la cultura de paz en toda la normatividad institucional.
6. Programa de seguimiento y atención a conflictos, para llevar a cabo un seguimiento puntual a las actividades para la promoción de la paz, inclusión y manejo de conflictos en la comunidad universitaria.
7. Programa de Cumplimiento Normativo en Ambientes Laborales, que promoverá la implementación y monitoreo del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-035 STPS-2018 y NMX-R-025-SCFI-2015 en toda la universidad.

8. Programa de Fomento a la cultura ambiental con enfoque para la paz, para promover la educación ambiental y la adopción de prácticas sostenibles en la comunidad universitaria.
9. Programa de Extensión Comunitaria para la Paz, a través del cual se difundirán las mejores prácticas de promoción de la cultura de paz desarrolladas por la universidad en la sociedad en general.

La Defensoría de los Derechos Humanos y Universitarios desarrolla, dentro de la universidad, una serie de actividades y acciones de promoción y defensa de los derechos humanos, y en el marco de este Plan Institucional, las Comisiones de Género que tiene adscritas, trabajan en las unidades académicas como primer contacto para casos de violencia dentro de la comunidad universitaria, canalizando a las víctimas a las instancias internas y externas a la institución, que puedan atender sus necesidades. Aunado a esto, las Comisiones realizan actividades de sensibilización, capacitación y difusión, que permitan promover los temas de igualdad, no violencia, respeto a la vida, a los derechos humanos, al medio ambiente.

Esta estrategia institucional es clave en la promoción de una cultura de paz, que busca generar en la comunidad universitaria el equilibrio y bienestar individual, colectivo y ambiental; considerando en cada acción, la perspectiva de género, la igualdad entre hombres y mujeres, y la reducción de todas las formas de discriminación, violencia y desigualdad que viven las mujeres.

La finalidad de plasmar un Plan que permita a la Universidad desarrollar estrategias y usar las herramientas institucionales para realizar una promoción de cultura de paz a través de sus distintas acciones, permite coordinar el trabajo y esfuerzos de las diferentes áreas administrativas, y la transversalización de esta perspectiva en los procesos académicos, normativos y administrativos de esta casa de estudios; reconociendo que las instituciones de educación superior juegan un papel fundamental en la generación de ciencia y en el desarrollo de todas las áreas del conocimiento, pero de manera especial, en la formación de ciudadanos que sean conscientes de todas las implicaciones y afectaciones que el desarrollo económico de las comunidades tiene en el medio ambiente, tales como el cambio climático.

Consideraciones

Nos encontramos frente a un escenario en el que el ejercicio de todos los derechos humanos está en peligro ante situaciones ambientales. Para hacer frente a ella, no basta con buscar soluciones de manera tradicional, o con un enfoque basado en las necesidades y realidades de los hombres, y en las que solo ellos se involucren, sino que se requiere que todas las personas sean parte de las soluciones, especialmente las mujeres, que, como ha quedado demostrado, sufren desproporcionadamente el impacto del cambio climático, pero también son agentes clave en la búsqueda de soluciones.

La crisis socioambiental actual exige una praxis inscrita en marcos teóricos y categorías analíticas incluyentes que den cabida a la pluralidad y a las propuestas surgidas desde grupos subalternos también plurales y diversos (De Luca, et al, 2020, p.71).



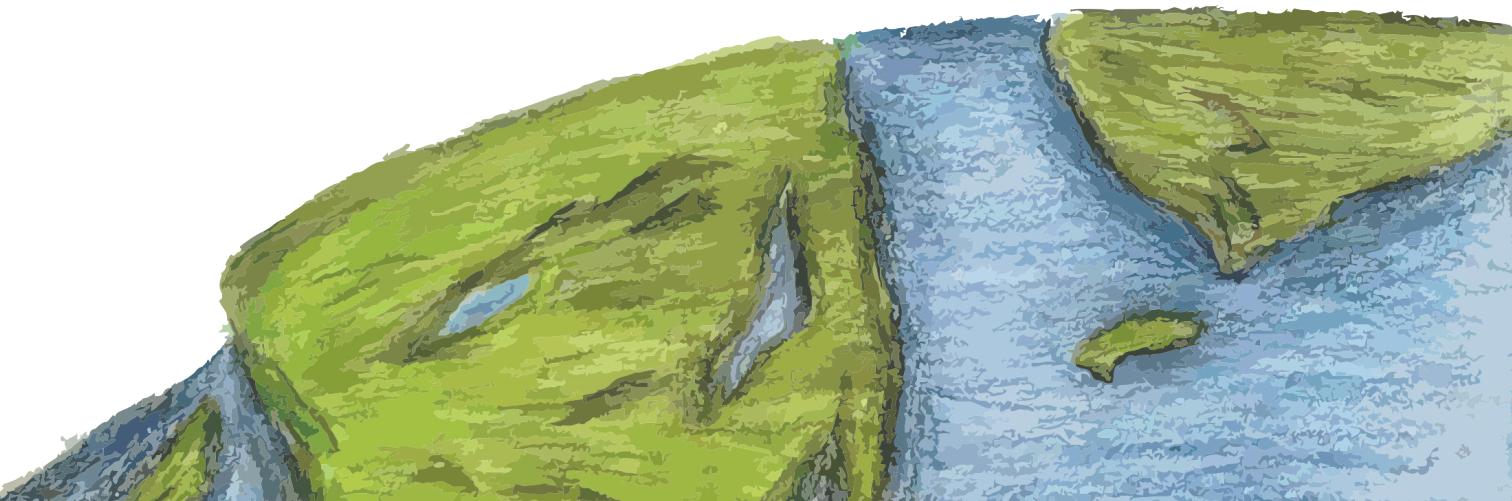
La construcción de puentes entre género, crisis ecológica, ética ambiental y derechos implica enfoques interseccionales que superen el pensamiento dualista, así como reconocer que desde el arte y la literatura es posible conocer formas de relación sociedad-naturaleza y mecanismos de interacción social, es un avance y una ventana de oportunidad para nuevas formas de pensamiento creativo que fortalezca la comprensión y contextualización de la dimensión de género en distintas manifestaciones de la crisis socioambiental.

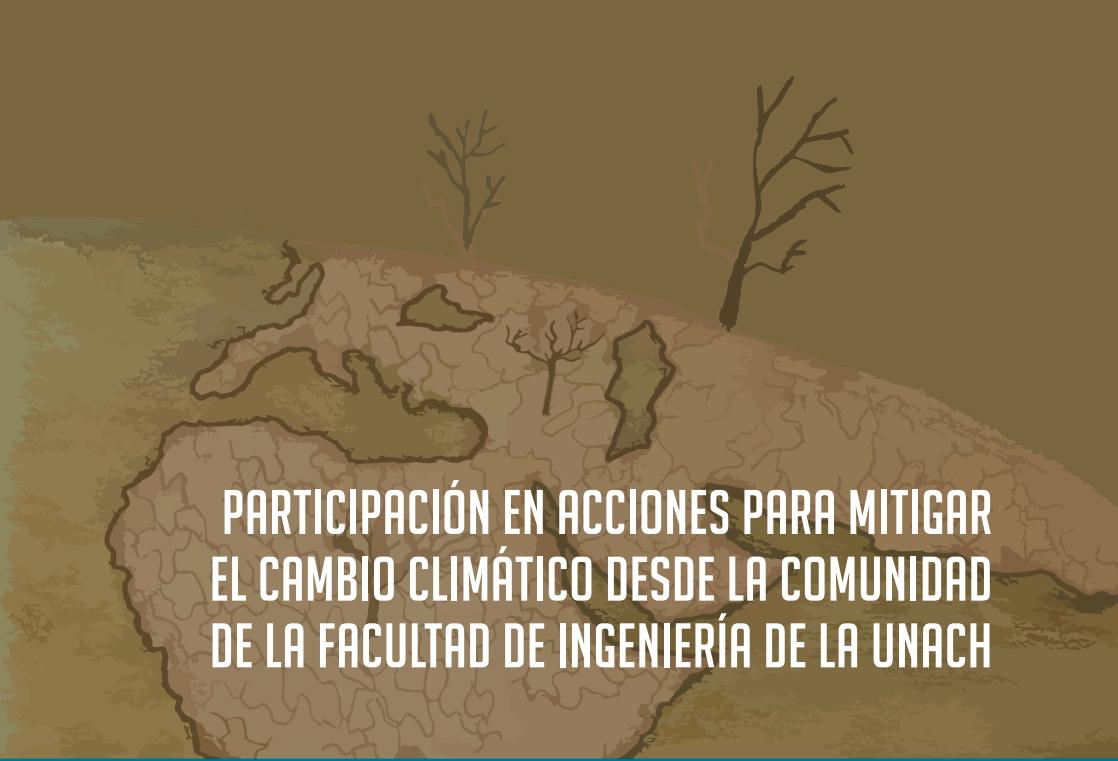
En esta tarea, las universidades juegan un papel fundamental, pues en estas instituciones se puede investigar, hacer diagnósticos, pero también diseñar acciones concretas con estas perspectivas, para generar un impacto más integral en la mitigación de los efectos del cambio climático.

La Universidad Autónoma de Chiapas, actualmente camina en esta senda de contribuciones para la mitigación y adaptación ante el cambio climático, con un compromiso claro, precisado a través de la implementación del Plan de Cultura de Paz, con el que articula acciones tanto en el diseño curricular de la oferta educativa, como el desarrollo de estrategias institucionales, acciones de sensibilización y capacitación, programas de bienestar integral, vinculación estratégica y una serie de actividades específicas a favor de la igualdad, la no discriminación y una cultura ambiental.

Referencias

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (2019). *Cambio climático y derechos humanos: contribuciones desde y para América Latina y el Caribe*. CEPAL/ACNUDH.
- De Luca Zuria, A., Fosado Centeno, E. y Velázquez Gutiérrez, M., (2020). *Feminismo socioambiental. Revitalizando el debate desde América Latina*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ímaz, M., et al. (2014). *Cambio climático, miradas de género*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Stock, A. (2012). *El cambio climático desde una perspectiva de género*. Fundación Friedrich Ebert, FES-ILDIS.





PARTICIPACIÓN EN ACCIONES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO DESDE LA COMUNIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNACH

Hugo Alejandro Guillén Trujillo²⁵

A pesar de que existe un programa institucional para el medioambiente conocido como Plan Ambiental Institucional (PAI) en la Universidad Autónoma de Chiapas, la experiencia nos ha mostrado que las continuidades de dicho programa son ineficientes para establecer mecanismos a mediano y largo plazo sobre medidas de mitigación al cambio climático.

El cambio climático como fenómeno global se le restó importancia en el siglo pasado y a raíz de los eventos catastróficos actuales (huracanes, incendios, sequías severas, entre otros) parece ser que comienza a atraer la atención de la comunidad internacional, específicamente la académica.

En este ensayo se describe la experiencia vivida, de manera muy escueta, en más de veinte años de quehacer docente sobre la agenda ambiental (incluido el cambio climático) en la Facultad de Ingeniería de la UNACH. Las actividades que se fueron desarrollando se iban adaptando a las políticas internas ambientales de la universidad, a la accesibilidad de recursos financieros y a la disponibilidad de capital humano.

La intervención en materia de acciones de mitigación del cambio climático en la Facultad de Ingeniería se puede agrupar en cuatro vertientes: 1) programa educativo, 2) asignaturas relacionadas al cambio climático, 3) proyectos terminales o tesis y 4) vinculación de los estudiantes y docentes con la comunidad.

²⁵ Universidad Autónoma de Chiapas. Centro de Transferencia Tecnológica y Desarrollo Sostenible. Yajalón, Chiapas; México. hguillen@unach.mx <https://orcid.org/0000-0002-5049-6126>

Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ingeniería. Boulevard Belisario Domínguez, Sin Número, Colonia Terán, C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; México. hguillen@unach.mx <https://orcid.org/0000-0002-5049-6126>



1. Programa educativo

El parteaguas en materia ambiental en la Facultad de Ingeniería de la UNACH se dio en el año 2000, cuando se realizaron revisiones a su programa educativo. Las primeras decisiones fueron incluir, en la “currícula dura” «matemáticas, física, cálculo, entre otras» asignaturas que tuvieran que ver con el cuidado y conservación del medioambiente «“currícula suave” o de “relleno”» así descrita en su momento por algunos colegas universitarios que sentían que la ingeniería no estaba vinculada al medio ambiente.

Afortunadamente, en ese momento ya se había formado un cuerpo académico de Hidráulica Ambiental el cual empujaba para implementar en la currícula asignaturas que tuvieran corte ambiental. Adicionalmente, que ya había tendencias en los modelos educativos de tener una transversalidad del eje ambiental con las ingenierías y, por consecuencia, sugería que un porcentaje de dicha currícula debería contener ciertos elementos medioambientales. Fue así como se introdujeron en el programa educativo de la licenciatura de ingeniería civil, asignaturas relacionadas a la ecología, química del agua, tratamiento del agua, residuos sólidos, ingeniería ecológica e impacto ambiental por citar algunos temas.

Una vez establecido este “bloque ambiental” en la “currícula dura” de ingeniería, permitió entonces involucrar estudiantes que abordaran estos temas y por consecuencia el desarrollo de proyectos terminales o tesis en materia ambiental. Estos fueron los primeros acercamientos para que la facultad se viese involucrada en medidas de mitigación del cambio climático, aunque no todos los temas ambientales lo abordaran.

2. Asignaturas

Una vez aprobado el plan de estudios con asignaturas que pertenecían al bloque ambiental, la siguiente pregunta era: ¿Quiénes eran los docentes con estos perfiles para darlas? Afortunadamente, aunque la mayoría de los docentes contaban con una licenciatura en ingeniería civil, muchos realizaron estudios de posgrado relacionados con medioambiente por citar algunas áreas: manejo integral de cuencas, tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos, impacto ambiental y energías renovables. Esto permitió que por lo menos un 10 % de la planta docente pudieran abordar estos temas ambientales y, por consecuencia, dar las asignaturas de este bloque. Adicionalmente, al haber una currícula con “matiz ambiental”, permitió por consecuencia la organización de congresos en materia ambiental, talleres y diversos eventos en que los estudiantes se vieron involucrados. Por citar un ejemplo actual del involucramiento de los estudiantes en acciones de mitigación al cambio climático, el autor ha impartido, entre otras, la asignatura de Tecnologías Aplicadas al Diseño Sustentable, donde los estudiantes del 9.º semestre trabajan de manera individual: primero, sobre una ecotecnología que tenga que ver con la ingeniería civil; y luego, en un equipo de trabajo de máximo cinco estudiantes la elaboración de un proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento) de una ecotecnología que mitigue el cambio climático en acciones relacionadas a la ingeniería ambiental y de forma indirecta con

materiales y derivados de la misma. Por citar algunos ejemplos, han hecho diseños de techos verdes, tratamiento de aguas jabonosas, muros ecológicos, entre otros. Afortunadamente, a través de la concientización de la comunidad universitaria de la facultad, ahora a los estudiantes se les ha permitido “salirse de su línea dura” de formación en la ingeniería civil para atender algún problema específico ambiental. Tal es el caso de un estudiante en un rancho en Copainalá, Chiapas, propiedad de su familia donde implementó un biodigestor anaerobio (biobolsa) para mitigar las emisiones de carbono. A pesar de que los costos de implementación eran elevados, su familia consideró hacer la aportación económica para este proyecto donde se trató el estiércol del ganado para generar gas metano que fue utilizada en la cocción de alimentos y del biofertilizante producto de la digestión anaerobia. Actualmente, este rancho se caracteriza por haber integrado varias ecotecnologías y funciona como un modelo de sustentabilidad de producción en la región.

3. Proyectos terminales o tesis

Generalmente los estudiantes que llevaron las asignaturas del bloque ambiental incluyendo algunas optativas porque manifestaban su interés en el cuidado del medio ambiente, decidían continuar su formación y conclusión de la carrera de Ingeniería Civil con un tema relacionado al medio ambiente. En esta facultad, más de doscientas tesis en los últimos veinte años abordan una problemática ambiental, que van desde el manejo integral de la cuenca hasta la aplicación de ecotecnologías para la construcción. La resistencia que se había observado hace veinte años fue cambiando entre los docentes y los alumnos conforme se observaba el impacto del cambio climático en la economía humana. Actualmente, hay una buena cantidad de estudiantes que están enfocando sus proyectos terminales o tesis en esta vertiente.

Figura 1.

Implementación de un “techo verde” en una vivienda de interés social en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, por estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.



Nota. Fotografía tomada del autor.

4. Vinculación

Se viene colaborando por más de veinte años con la Asociación Civil Yashalum de Santiago Apóstol en Yajalón, Chiapas, con quienes se establecieron las bases de colaboración conjunta, principalmente, en los ejes de educación y cuidado al medio ambiente. Esta asociación se caracteriza por tener un enfoque a la comunidad indígena de la Región XIV Tulijá Tzeltal Chol con cabecera en Yajalón. La universidad a través del cuerpo académico de Hidráulica Ambiental y, actualmente, el Centro de Transferencia Tecnológica y Desarrollo Sostenible de la UNACH, han colaborado en el desarrollo de talleres, intercambio de estudiantes y proyectos relacionados al medio ambiente.

Esta vinculación consiste en que estudiantes de ingeniería que estuvieran ya realizando su proyecto terminal pudieran ir al campo para hacer propuesta de solución a comunidades indígenas. Se integraron equipos de trabajo de hasta cuatro estudiantes, quienes identificaban alguna problemática ambiental comunitaria y abordaban el problema haciendo una propuesta de solución. Por citar un ejemplo, para la protección de un bosque mesófilo se requería de sistemas alternativos de energía. Entonces, los estudiantes proponían un sistema de generación de electricidad basada en energía solar. Sin embargo, surgía la pregunta: ¿Era esta una actividad a realizar por los estudiantes de ingeniería civil? ¿O este tema caía más en ingeniería ambiental? La manera de solucionar dicha disyuntiva era que en toda propuesta ambiental tenía que haber elementos de diseño, cálculo y estimación de costos vinculados a la ingeniería civil. Así se desarrollaron temas relacionados con techos verdes, muros ecológicos, materiales sustentables en la construcción, reciclaje de materiales y sistemas alternativos (naturales) de tratamiento de aguas residuales con menor carga ambiental (huella de carbono).

Este ha sido uno de los ejes de mayor involucramiento de los estudiantes en la solución de problemas ambientales y muy concretamente algunas acciones que derivan en la mitigación del cambio climático.

Figura 2.

Talleres en comunidades indígenas sobre el manejo integral de la Cuenca en Yajalón, Chiapas, organizado juntamente con organismos de la sociedad civil y el Centro de Transferencia Tecnológica y Desarrollo Sostenible de la UNACH.



Nota. Fotografía tomada del autor.

Consideraciones

En este artículo de divulgación se describe desde la perspectiva y experiencia del autor, cómo durante veinte años se ha ido abonando en una cultura ambiental en la Facultad de Ingeniería de la UNACH. Al inicio de este milenio, había una “resistencia”, especialmente, por profesores formados en la “línea dura” de la Ingeniería Civil para incorporar asignaturas en el programa educativo que estuvieran relacionados con temas ambientales. Después de estos veinte años se ha probado que, a pesar de las limitaciones o alcances en materia ambiental, los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil cuentan con una formación y una ética ambiental. Sin embargo, existe mucho trabajo por hacer, ya que los conocimientos, habilidades y destrezas que se imparten actualmente no son completamente congruentes con lo que se requiere para tener un planeta saludable.

Es importante mencionar que esta “agenda ambiental” que se insertó en el plan de estudios de la Facultad, se ha ido adaptando a las políticas internas ambientales de la universidad, a la accesibilidad de recursos financieros y a la disponibilidad de capital humano.

Para la intervención en materia de la agenda ambiental, donde se incluyen acciones de mitigación del cambio climático en la Facultad de Ingeniería se agruparon en cuatro vertientes: 1) La adecuación de los programas educativos con una agenda ambiental, 2) el desarrollo de asignaturas relacionadas al medioambiente y su impartición con profesores con formación ambiental, 3) la elaboración de proyectos terminales o tesis que tienen que ver con el medioambiente y acciones de mitigación al cambio climático y la ingeniería civil; y 4) la vinculación de los estudiantes y docentes con la comunidad a través de convenios de colaboración con organismos de la sociedad civil.

Desafortunadamente, no existe una política ambiental definida a largo plazo en forma institucional que integre todas las acciones que realizan las diferentes unidades académicas. Lo que aquí se ha descrito es una acción independiente, tomada por docentes preocupados por la agenda ambiental más que una directriz central que enfoque todo el esfuerzo conjunto en dicha materia.

En la última gestión rectoral se ha manifestado la preocupación de la agenda ambiental para el cambio climático a nivel universitario. Esto refleja la necesidad inminente de tener una política ambiental coordinada, integradora y holística con un rumbo muy bien definido en materia ambiental, específicamente en acciones de mitigación del cambio climático.

A manera de conclusión y basado en la experiencia de la “agenda ambiental” de la comunidad de la Facultad de Ingeniería de la UNACH y la vinculación en comunidades indígenas tzeltales y choles a través del Centro de Transferencia Tecnológica y Desarrollo Sostenible de la UNACH, es importante encontrar un eje rector que coordine estas acciones ambientales a nivel institucional. Aunque se cuenta con el Programa Ambiental Institucional (PAI) de la UNACH, sus limitaciones en cuanto a recursos humanos y financieros no le permiten ser el ente coadyuvante para generar las directrices en materia ambiental y específicamente en la mitigación del cambio climático.







HUERTO UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES COMO ESPACIO ALTERNATIVO DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO. HACIA EL FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés²⁶

La presencia de problemas estructurales, como desigualdad, pobreza, marginación, desempleo, ocasionados por un modelo de producción caracterizado por el extractivismo de bienes naturales, impacta sobre el ambiente de forma alarmante, sus consecuencias son el aumento de temperatura, de gases de efecto invernadero, deforestación, contaminación y extinción de especies. Sin lugar a dudas las repercusiones ambientales afectan a toda la humanidad. En ese sentido, la universidad tiene dentro de su misión formar profesionistas integrales con conciencia ciudadana y ambiental (UNACH, 2022), este último aspecto es fundamental. Sin embargo, la educación no es suficiente, es necesario la acción.

La Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) tiene una trayectoria institucional consolidada, que involucra sus tres funciones sustantivas: docencia, investigación y extensión, que en su conjunto coadyuvan a la implementación de opciones que permiten solucionar problemas específicos en la sociedad. Para poder aplicar soluciones, es indispensable fortalecer los vínculos entre las distintas unidades académicas de la Universidad, que permitirá ejercer acciones que tengan impacto positivo en la protección del ambiente.

En este año, la UNACH cumple 50 años de haberse fundado, debemos de pensarnos como una institución propositiva que refrende el compromiso social contraído con los chiapanecos, las alternativas propuestas para la solución de problemas deben de ser sustentadas

26 Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés1, 1Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas. eulises@unach.mx, <https://orcid.org/0000-0001-6215-4150>



no solo teóricamente, sino respaldadas institucionalmente. En definitiva, la Universidad debe conducirse hacia ese fortalecimiento interno que se necesita.

La presente reflexión se compone de los siguientes apartados: ¿De qué hablamos cuando expresamos cambio climático?, aquí desarrollamos conceptos que proporcionan un marco de análisis para la situación ambiental de hoy día; el huerto universitario de la Facultad de Ciencias Sociales como espacio de mitigación del cambio climático; ejes de fortalecimiento institucional hacia la protección del ambiente, desde el Huerto Universitario (HU), en donde se esboza directrices desde donde se hacen propuestas para fortalecer la institución y que ello permita una acción más efectiva para proponer sociales a problemas sociales; y el último apartado son consideraciones finales.

¿De qué hablamos cuando expresamos: cambio climático?

El cambio climático es una condición que estamos viviendo en todo el planeta, y que no se puede ignorar. La elevación de la temperatura o la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), evidencian la catástrofe planetaria que se vive. La temperatura en todo el planeta aumentó 1 °C desde finales del siglo XIX. Mucho de esta situación se debe a la concentración de GEI como el óxido nitroso, metano, dióxido de carbono y gases fluorados (ONU, 2024). Otros efectos del cambio climático, como la elevación del nivel mar, las sequías e inundaciones, son factores relacionados con la actividad antropogénica. Por ello, en lugar de cambio climático, es preferible conceptualizar este problema como colapso civilizatorio, entendido como el declive y posible desaparición de la sociedad compleja, así como la conocemos y cuyas causas son múltiples y entrelazadas (Diamond, 2005).

Este colapso civilizatorio está asociado a un sistema económico y político, el cual ha sido el culpable de acelerar el cambio climático. El sistema económico capitalista es el impulsor de la crisis ambiental, porque las empresas acumulan capital sobre la base que no habrá consecuencias que afecten al planeta. Sin embargo, la realidad es otra porque los bienes naturales tienen un límite en el planeta, a este periodo se le ha llamado capitaloceno (Moore, 2016). Ante esta situación, la universidad puede proponer soluciones encaminadas a resolver problemas. En este sentido, se hace apremiante buscar los lugares en donde la universidad promueva justicia ambiental.

Espacios sociales como escuelas, colonias, centros comerciales, iglesias y centros culturales, pueden ser ámbitos de incidencia universitaria. Sin embargo, el reto es poder establecer lugares en donde se conjunte las tres funciones sustantivas de la universidad —docencia, investigación y extensión—, pero que al mismo tiempo se pueda promover justicia ambiental. En este sentido, el Huerto Universitario de la Facultad de Ciencias Sociales es el espacio ideal para las actividades y además es un modelo que puede ser replicable en diferentes espacios.

El Huerto Universitario de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas desde su inició, en 2015, promueve las tres actividades sustantivas de la universidad:

Docencia

Durante los primeros años (2015-2017) el motor para establecimiento del huerto fue impulsar el proceso de enseñanza aprendizaje en un espacio diferente al convencional. Al principio, se impartían clases relacionadas con algunas asignaturas como sociología rural y después se empezaron a proporcionar talleres cuyo contenido se orientaba a la alimentación y manejo del propio huerto (Contreras, 2019). La pedagogía desarrollada en un espacio de esta naturaleza (rodeado de seres vivos, animales y vegetales) motiva al estudiante a la reflexión. Además, los conocimientos se socializan entre todos los estudiantes y profesores, produciéndose comunidades de aprendizaje, en donde el docente toma el rol de facilitador, quien orienta la construcción de soluciones a los problemas planteados.

Extensión

A partir de 2018, se observó que el HU era en sí mismo una unidad de aprendizaje y enseñanza que se fortaleció con la llegada de varios colectivos de estudiantes quienes se ofrecían no solo a las labores agroecológicas que requería el espacio, sino que además realizaban actividades culturales y artísticas, lo cual posibilitó el apropiamiento del proyecto. Al mismo tiempo, el establecimiento de un huerto educativo en un barrio cercano posibilitó la reproducción de la experiencia de la universidad, estudiantes de licenciatura dieron clases a sus pares, de nivel secundaria, y el huerto sirvió como instrumento pedagógico en donde enseñaron biología y matemáticas, principalmente. Después, en 2019 se ampliaron los trabajos con una primaria de una colonia en la zona norte de la ciudad, replicando el modelo. En 2020, en la época de pandemia se incorporaron voluntarios como los vecinos de las colonias de alrededor e incluso de otras partes de la ciudad, quienes colaboran desde entonces en el proyecto (Contreras, 2024).

Investigación

Las experiencias de vinculación con estudiantes de secundaria y primaria fueron registradas, analizadas y comparadas con otras similares de otras partes de México. Incluso en la época de pandemia, cuando se suspendieron clases y las actividades se realizaban al mínimo, el Huerto Universitario se convirtió en un lugar socialmente más visible, donde se incorporaron egresados de la facultad y ciudadanos en general. Es en este periodo donde se reflexionó sobre el significado de “construir comunidad”. Asimismo, a lo largo de estos nueve años y durante la permanencia de un proyecto como el huerto se han presentado situaciones como el fortalecimiento organizacional, pero también dificultades específicas que fueron resueltas con estrategias particulares. Todo ello muestra que el Huerto Universitario se convirtió en un lugar para hacer investigación social, como lo evidencia la publicación de artículos y capítulos de libro.

El Huerto Universitario no solo articula las actividades sustantivas de la universidad, sino que, además, en términos ambientales presta varios servicios:





Ejes de fortalecimiento institucional hacia la protección del ambiente, desde el Huerto Universitario

La institución como un ente que rige la vida universitaria, necesita fortalecerse para que a su vez pueda mejorar las tres funciones sustantivas que presta la universidad a la sociedad en general. En este sentido, se sugieren mejorar o implementar en su caso los siguientes aspectos:

Como se aprecia en la Figura 1, todos los servicios ambientales mencionados y el trabajo colectivo entre estudiantes, profesores y voluntarios contribuyen a la mitigación del cambio climático. Si bien es cierto, el aporte es mínimo en comparación del problema que existe, es posible que se pueda replicar en diferentes espacios para que la contribución pueda ser mayor. En este sentido, los propósitos sociales de la universidad se estarían cumpliendo, lo cual no significa que el establecimiento de huertos como espacios de aprendizaje y réplica sea la única vía. No obstante, el fortalecimiento de ciertos mecanismos institucionales puede contribuir a diseñar otros mecanismos de mitigación del cambio climático.

Figura 1.
Día de trabajo colectivo. Julio 25 de 2024.



1. *Programas académicos.* Deben diseñarse programas que sean transversales cuyas temáticas se aborden en cualquiera de las facultades, el ambiente como asignatura puede darse en diferentes campus e incluso los estudiantes se puedan mover y tomarla en una facultad distinta a la suya. El contenido de la materia explicará las relaciones que existen entre el ser humano y naturaleza, además se pueden analizar los impactos antropogénicos que se hace en el ambiente y construir alternativas de solución, todo ello sobre la base de la aplicación real a problemas sociales concretos.
2. *Seminarios interdisciplinarios.* Se pueden establecer seminarios en donde las ponencias analicen desde distintas disciplinas y diferentes perspectivas la importancia del ambiente y su cuidado por parte de la sociedad. De modo que las facultades que tengan las condiciones y que deseen participar, lo hagan. Este seminario tendría un carácter permanente e, incluso, podría estar asociado a una cátedra que llevara el nombre de un personaje reconocido en la sociedad internacional, nacional y, especialmente, chiapaneco, cuyos méritos estén vinculados con el ambiente.
3. *Comunicación.* Esta es una condición fundamental que permita que las facultades estén permanentemente vinculadas y comunicadas. La UNACH tiene las plataformas digitales para que pueda comunicarse a través de diferentes medios como Facebook e Instagram, y al mismo tiempo poder difundir los temas en un canal de YouTube destinado para dicho propósito.
4. *Promover la movilidad académica.* Para el enriquecimiento del proyecto es fundamental incentivar el intercambio de profesores y de estudiantes de las distintas facultades para que las experiencias propicien reflexiones que conduzcan a proponer proyectos académicos y de extensión.
5. *Investigación conjunta.* La colaboración entre profesores de diferentes campus de la universidad, puede contribuir a proyectos de investigación colegiada, los cuales pueden ser complementarios. En este sentido, la propia UNACH puede hacer convocatorias para proyectos de investigación interdisciplinarios.
6. *Establecer alianzas estratégicas.* El vínculo con otras instituciones educativas y con organizaciones de la sociedad civil, en especial con Redes que fortalezcan el proyecto propio. Las alianzas con el sector social deben ser con grupos que trabajen en beneficio del medioambiente.
7. *Residencias en todas las unidades.* El diseño y construcción de al menos un departamento en donde se puedan recibir a los visitantes de otros campus, permitirá que los profesores o estudiantes de otras partes del estado pernocten y estén los días necesarios para hacer las tareas encomendadas en materia ambiental.

Sin lugar a dudas, pueden existir más aspectos a considerar. Sin embargo, creemos que con los anteriormente expresados se pueden apoyar acciones en beneficio del ambiente. Pensamos que el fortalecimiento institucional permitirá la reproducción del establecimiento de huertos educativos en diferentes lugares.

Para considerar los espacios sociales en donde la universidad pudiera incidir, dos criterios son fundamentales: los municipios en donde el Consejo Nacional de Población (CONAPO) determine que existe altos grados de marginación y de





pobreza extrema, aspectos ineludibles de acción porque la UNACH como institución educativa pública se debe a quienes tienen menos; y en segundo lugar, las escuelas de educación básica de estos municipios, porque poseen infraestructura y terreno en donde pueden albergar un huerto educativo con tecnología ya probada en la propia UNACH. Lo más valioso de la colaboración con instituciones educativas, además de producir alimentos y plantas medicinales, es el conocimiento desarrollado en la propia universidad, lo que se complementa con los saberes locales, que en su conjunto les queda a los pobladores.

La formación de los estudiantes universitarios no solo se daría en discursos, sino con prácticas permanentes, con proyectos concretos, talleres, colaboración con otras instituciones y organizaciones. Sin duda, promoviendo la equidad de género, integrando conocimientos y perspectivas de los pueblos originarios, aspectos que la universidad contempla en sus propios principios.

Consideraciones

Es importante pensar en espacios en donde puedan integrarse las actividades sustantivas en la universidad, la investigación, la docencia y la extensión. Los huertos educativos son una alternativa, además que los temas pueden ser orientados hacia el cuidado del ambiente. Son aulas vivas, que también propician el cultivo de valores humanos que son propios de la formación humanística que enarbola la institución.

La promoción de justicia social y el servicio son dos principios universitarios que acompañan proyectos orientados a proteger el medioambiente como los huertos educativos. Al implementarse proyectos prácticos se piensa en construir las estructuras que permitan la igualdad de oportunidades y la distribución justa de recursos y oportunidades; se visibiliza tanto la justicia, como esta vocación de servicio realizada por estudiante y profesores.

Un huerto educativo es una herramienta pedagógica invaluable porque los estudiantes adquieren conocimientos y desarrollan habilidades y actitudes que les permitirán tomar decisiones informadas y responsables en relación al ambiente.

Finalmente, para que iniciativas como los huertos educativos sean realmente exitosos, es necesario la voluntad de todos los participantes, de autoridades universitarias, docentes, administrativos y estudiantes. Todos deben hacer no solo lo que les corresponde, sino también trabajar en conjunto y dar ese “plus” que hace la diferencia en los proyectos de extensión con un impacto que beneficie a la sociedad. Una ventaja sustancial es que los Huertos Educativos son espacios flexibles capaces de reinventarse de acuerdo con el contexto y los retos que enfrenta, lo cual permite proponer soluciones adecuadas a problemas de corto, mediano y largo plazo.

Referencias

- Contreras, U. (2019). Sembrando reflexión y valores. En H. Morales, M. E. García, y G. Bermúdez (Eds.), *Huertos educativos: relatos desde el movimiento latinoamericano* (pp. 34-35). El Colegio de la Frontera Sur. <https://chatgpt.com/>

Contreras, U. (2024). El Huerto Universitario de la Universidad Autónoma de Chiapas: experiencias y ejes de funcionamiento en contexto de pandemia. En Fontalvo, J., De la Cruz, Y., Castro, O (Eds.), *Huertos en instituciones de educación superior: relatos y experiencias desde México* (pp. 94-108. Editorial Comunicación Científica.

Diamond, J. (2005). *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Debate.

Moore, Jason W. (2016). *Anthropocene or Capitalocene? Nature, history and the crisis of capitalism*. PM Press.

United Nations [ONU], Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division. (2024). *Global set of climate change statistics and indicators*. <https://unstats.un.org/unsd/envstats/climatechange>

Universidad Autónoma de Chiapas [UNACH]. (2022). *Estatuto integral de la UNACH*. https://www.unach.mx/images/documentos/legislacion/Estatuto-Integral-de-la-UNACH_22_.pdf





VINCULACIÓN UNIVERSITARIA PARA LA CONSERVACIÓN EN EL ADVC LOS BORDOS

**Paola Ocampo González,
Donato Chang Gutiérrez,
Pablo R. Coutiño Hernández,
Jenner Rodas Trejo.²⁷**

En el contexto actual de la crisis climática, las instituciones de educación superior desempeñan un papel fundamental en la formación de profesionales capacitados para enfrentar los desafíos ambientales. La UNESCO destaca que “la educación sobre el cambio climático ayuda a que las personas comprendan y hagan frente a las repercusiones de la crisis climática, dotándolas de los conocimientos, las capacidades, las actitudes y los valores necesarios para actuar como agentes del cambio”.

En particular, las escuelas de Medicina Veterinaria y Zootecnia tienen la responsabilidad de integrar en su currículo competencias orientadas a la conservación y protección del medioambiente. Un estudio publicado en la Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo subraya la necesidad de que los médicos veterinarios zootecnistas desarrollen habilidades en áreas como la gestión sostenible de los recursos naturales y la implementación de prácticas que mitiguen el impacto ambiental de la producción animal (Sánchez, 2024). La vinculación entre universidades y comunidades locales es esencial para

²⁷ Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa. Carretera Chicoasén - Malpa-so Km. 24.3, San Miguel El cocal, C.P. 29625, Copainalá, Chiapas; México. paola.ocampo@unach.mx <https://orcid.org/0000-0002-5186-3581>; donato.gutierrez@unach.mx pablo.rosemberg@unach.mx; jenner.roras@unach.mx <https://orcid.org/0000-0001-6158-9734>

implementar acciones efectivas contra el cambio climático. Esta colaboración permite la aplicación práctica del conocimiento académico en proyectos de conservación que benefician tanto al entorno natural como a las poblaciones humanas.

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) representan una estrategia clave para la protección del patrimonio natural de México, permitiendo la participación activa de comunidades y organizaciones en la conservación de la biodiversidad. En el contexto actual del cambio climático, estas áreas cobran especial relevancia como espacios de aprendizaje y acción donde convergen los conocimientos académicos y tradicionales. Chiapas cuenta con un total de 15 ADVC (CONANP, 2024), entre las cuales se encuentra “Los Bordos”, esta área, pertenece a la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y abarca las comunidades de Llano Grande, Absalón Castellanos y Francisco Villa, situada en el municipio de Jiquipilas.

La UNACH, comprometida con su responsabilidad social, en colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2023) ha desarrollado iniciativas que combinan el conocimiento académico con el trabajo comunitario para fortalecer los esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático. En este contexto, estudiantes de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa han colaborado con ejidatarios de la comunidad Francisco Villa del ADVC “Los Bordos”, la cual se ha convertido en un espacio donde los estudiantes desarrollan prácticas que abordan simultáneamente los desafíos de la producción agropecuaria sostenible, la salud pública y la conservación de los recursos naturales.

Este documento expone la importancia de la educación superior en la lucha contra el cambio climático, a través de las actividades desarrolladas en colaboración entre estudiantes universitarios y ejidatarios. Se describen detalladamente las actividades realizadas bajo los componentes de producción ganadera resiliente ante el cambio climático, salud pública y control zoosanitario y, conocimiento y conservación de la biodiversidad, destacando cómo la colaboración con comunidades y ejidatarios favorece los esfuerzos de mitigación y adaptación ante los desafíos climáticos actuales, además de fortalecer la formación académica de los estudiantes. Esta iniciativa representa un modelo de vinculación universidad-sociedad que demuestra cómo el conocimiento académico, cuando se integra con el saber local, puede generar soluciones prácticas para enfrentar los retos ambientales actuales.

Producción ganadera resiliente al cambio climático

En el Ejido Francisco Villa, dentro del ADVC “Los Bordos”, la producción pecuaria, especialmente la crianza de ovinos y bovinos, representa una actividad importante para la economía de familias. Sin embargo, la falta de asesoría técnica ha limitado el desarrollo sostenible de esta práctica, dificultando el crecimiento de los rebaños y generando impactos significativos en el equilibrio ecológico del área. Las actividades ganaderas pueden generar alteraciones en los ecosistemas, afectando la biodiversidad y los recursos naturales.

La intervención de los estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia en el manejo del ganado bovino y ovino tiene como objetivo contribuir en el desarrollo de sistemas de producción más resilientes ante los efectos del cambio climático. Los estudiantes realizaron un diagnóstico integral de los sistemas productivos bovinos y ovinos, a través de talleres y visitas a las parcelas, donde realizaron actividades que incluyeron:

- a. Diagnóstico integral de los sistemas productivos, identificando áreas de oportunidad para la adaptación al cambio climático.
- b. Desarrollo de calendarios sanitarios, considerando las condiciones climáticas y su impacto en la presencia de parásitos y enfermedades.
- c. Capacitación a productores en prácticas sostenibles que reducen la presión sobre los recursos naturales.

Como parte del diagnóstico se identificó que el sistema de producción bovina es mayormente considerado un trabajo de tipo familiar, las principales problemáticas identificadas fueron: deficiencias nutricionales por falta de preparación para épocas de estiaje, suministro inadecuado de minerales, confusión en el diagnóstico de enfermedades comunes, prevalencia de parasitosis del 30 % en el ganado evaluado. Por su parte, en el sistema ovino se identificó que las principales problemáticas son una baja tasa de natalidad y alta tasa de mortalidad.

Se consideró la implementación de estrategias de mejora que incluyen el desarrollo de planes de alimentación adaptados a la época de estiaje, capacitación en técnicas de conservación de forrajes y en elaboración de bloques nutricionales, establecimiento de programas de suplementación mineral, diseño de calendarios de vacunación y desparasitación para control parasitario en ovinos, monitoreo de la condición corporal y estado de salud y capacitación en identificación temprana de enfermedades, como se observa en la figura 1.

Figura 1.

Estudiantes realizando actividades de capacitación a productores y atención clínica a ovinos.



Salud pública y control zoosanitario

Las ADVC desempeñan un papel fundamental en la preservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico, al resguardar hábitats naturales y especies silvestres. Sin embargo, la coexistencia entre la fauna silvestre, los animales domésticos y las comunidades humanas genera desafíos en materia de salud pública y control zoosanitario. Entre estos, la rabia representa una de las principales amenazas, ya que es una enfermedad viral zoonótica que afecta a mamíferos y puede transmitirse a los humanos. La proximidad entre la ganadería, los perros domésticos y los ecosistemas conservados incrementa el riesgo de transmisión del virus desde animales domésticos a especies silvestres y viceversa, lo que hace imprescindible la implementación de programas de vacunación periódicos, es por ello que los estudiantes realizaron las siguientes acciones enfocadas en promover la salud pública:

- a. Concienciación y capacitación sobre la importancia de la vacunación y el manejo sanitario responsable de los animales de compañía y de producción, acciones clave para prevenir la transmisión de enfermedades zoonóticas que contribuyen al equilibrio zoosanitario entre la fauna doméstica y silvestre, garantizando la sostenibilidad de estas áreas protegidas.
- b. Campaña de vacunación antirrábica, en la que se lograron vacunar más de 100 animales de compañía que incluían perros y gatos.

La vacunación antirrábica es una estrategia fundamental para la protección de la salud pública y la conservación de la biodiversidad en un ADVC. En zonas de conservación, donde conviven la fauna silvestre, el ganado y las mascotas, el riesgo de transmisión del virus se incrementa si no se aplican medidas de control adecuadas. En estas áreas, los perros y gatos domésticos pueden representar un riesgo para la fauna silvestre si no reciben la vacuna antirrábica, ya que podrían convertirse en transmisores del virus a especies silvestres, por lo que implementar campañas de vacunación es esencial para garantizar la salud animal, fortaleciendo así la conservación del entorno y el bienestar de las especies que lo habitan.

132

- c. Sensibilización sobre la importancia del control poblacional de perros y gatos, fomentando la cultura de la esterilización en estos animales.

En un área natural protegida, el manejo responsable de las mascotas es crucial para evitar impactos negativos en la fauna silvestre. La presencia descontrolada de perros y gatos puede generar problemas como la depredación de especies nativas, la competencia por recursos y la transmisión de enfermedades zoonóticas que afectan tanto a los animales silvestres como a los domésticos. Además, la reproducción no controlada de estos animales puede llevar a un aumento en el número de individuos en situación de calle, lo que agrava los riesgos sanitarios y el bienestar animal.

A través de pláticas con los pobladores, se buscó sensibilizarlos sobre su papel en la conservación del entorno y en la promoción del bienestar animal. Se resaltó la importancia de la esterilización como una medida ética y efectiva para el control poblacional, evitando el abandono de animales no deseados y reduciendo los riesgos de enfermedades transmisibles. Estas iniciativas no solo contribuyen a la preservación del ecosistema dentro del ADVC, sino que también fortalecen la convivencia entre la comunidad, la fauna silvestre y los animales domésticos, promoviendo un modelo de desarrollo sustentable en el que la conservación y la salud animal van de la mano.

Conocimiento y conservación de la biodiversidad

Con el propósito de contribuir a la conservación de la fauna silvestre y la concientización de los ejidatarios de Francisco Villa en el ADVC “Los Bordos”, los estudiantes realizaron diversas actividades que incluyeron:

a. *Talleres educativos con niños de primaria.* A través de dinámicas y actividades didácticas, se identificó la percepción que los niños tienen sobre la fauna silvestre y fomentaron el respeto y la conservación de estas especies. Se les mostraron imágenes de animales nativos y se les pidió que los identificaran y dibujaran, lo que permitió evaluar su conocimiento y percepción sobre la biodiversidad local.

Mediante esta actividad se identificó que muchas especies silvestres de la región son utilizadas como alimento o mascotas, especialmente el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), mapache (*Procyon lotor*) y tejón (*Nasua narica*).

b. *Encuestas y pláticas con habitantes de la comunidad.* Se realizaron entrevistas a ejidatarios y sus familias para conocer el nivel de aprovechamiento de la fauna silvestre, la frecuencia de la caza y el consumo de estos animales, además del uso de especies silvestres como mascotas. A través de las encuestas, se evidenció que la mayoría de los habitantes afirmaban no cazar ni consumir fauna silvestre, pero los testimonios de los niños indicaban lo contrario, lo que reveló la necesidad de una mayor concientización en la comunidad.

c. *Monitoreo de fauna con cámaras trampa.* Se instalaron cámaras trampa en puntos estratégicos dentro del ADVC “Los Bordos” para identificar mamíferos medianos y grandes que habitan la región. Estas cámaras capturaron imágenes de especies como coyotes (*Canis latrans*), zorrillos, tejones (*N. narica*) y tlacuaches (*Didelphis sp.*), permitiendo un registro detallado de la fauna presente y su comportamiento en el área. Sin embargo, también se documentó un alto nivel de actividad humana en el área, incluyendo cacería, lo que afecta la conservación de los ecosistemas locales.

d. *Concientización sobre la conservación de especies silvestres.* Mediante pláticas dirigidas a niños y adultos se abordó la importancia de la fauna silvestre dentro del ecosistema, su rol en el equilibrio ambiental y la necesidad de reducir la caza y el uso de animales silvestres como alimento o mascotas. A través de estas actividades, como puede observarse en la Figura 2, no solo se generó información valiosa sobre la biodiversidad de la zona, sino que también ha fortalecido el vínculo entre la universidad y la comunidad, sentando las bases para futuras iniciativas de conservación y educación ambiental en la región.





Consideraciones

La vinculación entre la Universidad Autónoma de Chiapas y pobladores que se encuentran en el Área Destinada Voluntariamente a la Conservación “Los Bordos” representa un modelo de integración entre la academia y la sociedad para la protección del medio ambiente. Las acciones desarrolladas por los estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa en la comunidad de Francisco Villa han demostrado que la educación superior no solo es un espacio de formación teórica, sino también una plataforma para la acción concreta en la lucha contra el cambio climático y la conservación de los recursos naturales.

En el contexto del cambio climático, iniciativas como esta cobran especial relevancia. La conservación de las áreas naturales y el manejo sostenible del ganado contribuyen a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la preservación de la biodiversidad y la protección de los servicios ecosistémicos esenciales para la estabilidad climática. Además, la educación ambiental y la concienciación sobre la importancia de las especies silvestres ayudan a reducir las amenazas a la fauna y a fomentar un equilibrio entre la actividad humana y la naturaleza.

A pesar de los avances logrados, aún queda un camino por recorrer. Es necesario continuar con estrategias de fortalecimiento de la vinculación entre la universidad y la comunidad, ampliando el alcance de las actividades educativas, promoviendo prácticas agrícolas y pecuarias sostenibles y asegurando la continuidad de los programas de monitoreo y conservación. La consolidación de estas acciones permitirá no solo proteger el ADVC “Los Bordos”, sino también convertirlo en un referente para la gestión ambiental en otras áreas protegidas.

El compromiso de los estudiantes universitarios con la conservación y la acción climática demuestra el poder transformador de la educación cuando se vincula con

la realidad social y ambiental. Su participación activa no solo enriquece su formación profesional, sino que también genera un impacto positivo en las comunidades y en el entorno natural. Por ello, es fundamental seguir impulsando estos espacios de colaboración, asegurando que el conocimiento académico se traduzca en soluciones prácticas para los desafíos ambientales de nuestro tiempo.

Referencias

- Comisión de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2024, 30 septiembre). *Listado de ADVC*. Gobierno de México. <https://advc.conanp.gob.mx/listado-de-advc/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (s.f.). *La educación sobre el cambio climático*. <https://www.unesco.org/es/climate-change/education>
- Quintana Martínez, R. M., Espinoza Prieto, J. R., y Gutiérrez Olivas, A. C. (2013). Granja didáctica universitaria: Educación ambiental y producción animal sustentable para toda la vida. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 4(7), 151-166. <https://www.redalyc.org/pdf/4981/498150315008.pdf>
- Sánchez Moreno, E. M. (2024). Competencias del eje de conservación y protección del ambiente del médico veterinario zootecnista. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27), 1-20. <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1757>





3.2 Perspectivas Sociales del Cambio Climático

¿POR QUÉ LA ACCIÓN CLIMÁTICA REQUIERE CADA VEZ MÁS DE LAS CIENCIAS SOCIALES?

Arturo V. Arreola Muñoz²⁸

Para María Eugenia Santana

Las Ciencias Sociales, con su enfoque desde la complejidad y diversidad humanas, enfrentan desafíos al integrarse con las Ciencias Naturales y Abstractas. Tal es el caso del estudio del Cambio climático. Como campo híbrido, combina perspectivas de la sociología, economía, historia y geografía, con categorías provenientes de las Ciencias de la Atmósfera. Esta integración refleja la creciente relevancia de las Ciencias Sociales en la comprensión y abordaje de fenómenos globales y locales relacionados con el Cambio climático, destacando su papel en argumentar procesos y fenómenos emergentes. El presente ensayo busca reflexionar sobre este momento clave de construcción científica interdisciplinaria a partir del análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio climático que el autor coordinó para el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Chiapas en 2022.

El clima: una construcción socioambiental compleja

El clima, a diferencia del tiempo atmosférico, se refiere a un patrón habitual de estados del tiempo en un lugar. El Sistema climático es un sistema complejo compuesto por elementos interdependientes como la atmósfera, océanos, vegetación y glaciares, cuya interacción no lineal genera propiedades emergentes, como las estaciones o los huracanes. Estas dinámicas

28 Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. Avenida Cristóbal Colón 35B, barrio El Cerrillo, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas; Mexico. arturovam@yahoo.com.mx <https://orcid.org/0000-0002-2515-495X>



incluyen puntos de inflexión y retroalimentaciones que amplifican o moderan ciertos procesos. Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2021) el Cambio climático actual, distinto de la variabilidad climática natural, es causado principalmente por actividades humanas que alteran la composición atmosférica y provocan nuevas propiedades emergentes físicas y sociales, que son las respuestas del sistema ante tales desafíos.

Además de su dimensión ambiental, el clima tiene significados culturales y políticos. Para Bruno Latour (2019), el cambio climático redefine enfoques y conceptos, incluyendo la “negación climática”, que refleja una resistencia a las transformaciones económicas y políticas requeridas para abordar la crisis climática. Esto está vinculado a la desregulación normativa que beneficia a las élites, exacerbando desigualdades. Latour resignifica el clima como una categoría política fundamental para estructurar estrategias futuras, destacando su papel en las condiciones materiales de la existencia humana.

Historia y clima en Chiapas

El análisis histórico del clima es crucial para comprender la actual crisis climática, permitiendo identificar cómo las sociedades han percibido y adaptado sus conocimientos climáticos a lo largo del tiempo. Disciplinas como la historia, la climatología histórica y la paleoclimatología son fundamentales (Arrioja, 2021). En Chiapas, los estudios sobre historia climática son limitados y suelen basarse en investigaciones nacionales o regionales. Fuentes como las Relaciones Geográficas de los siglos XVI al XVIII o las notas de Elisée Reclus (1905) ofrecen datos iniciales.

Algunos de los registros de variabilidad climática más destacados en Chiapas son, por ejemplo, los de la erosión donde se identifican tres períodos de impacto de las actividades humanas: el inicio del cultivo de maíz hace 3600 años, un período intenso durante el auge de las culturas mesoamericanas antiguas entre 2500 y 1200 años, y una deforestación severa hace 850 años hasta la fecha (Villegas, s/f). Asimismo, estudios sobre las Sequías Mayas sugieren que las sequías intensas entre los años 750 y 950 d.C. contribuyeron al colapso de las ciudades estado mayas (Gill, 2008; Peterson y Haug, 2006).

En el Soconusco, estudios estratigráficos han documentado al menos diez eventos de inundación en el valle del río Coatán durante los últimos 1,320 años (Murcia y Macías, 2009). En San Cristóbal de Las Casas, la Pequeña Era de Hielo (siglos XVI-XVIII) trajo lluvias intermitentes que causaron desastres significativos en 1595, 1652 y 1785 (Montoya et al., 2008). Estos datos destacan la vulnerabilidad histórica de las comunidades chiapanecas ante la variabilidad climática.

Variabilidad y cambio climático en Chiapas

Chiapas se caracteriza por presentar dos estaciones climáticas: la seca y la húmeda, con un período de canícula. Predominan climas cálidos con temperaturas medias anuales (TMA) superiores a 22 °C, mientras que en Los Altos y la Sierra Madre, la altitud

genera climas templados con TMA entre 12 °C y 18 °C. Las precipitaciones varían, con valores mayores a 4,500 mm anuales en el Soconusco y las Montañas del Norte, y mínimos de 600-800 mm en el Cañón de Motozintla (Arreola, 2018).

Desde 1901, los registros meteorológicos en Chiapas han permitido observar patrones climáticos. Entre 1950 y 2015, las TMA aumentaron entre 1 °C y 4 °C en ciudades como Tuxtla Gutiérrez y Tapachula, mientras que en Altamirano y Motozintla disminuyeron entre -1 °C y -2 °C. Además, las precipitaciones han mostrado cambios: aumentos de hasta 300 mm en algunas zonas y disminuciones de hasta 350 mm en otras, como Tapachula, con tendencia hacia períodos de sequías más prolongados y lluvias intensas (Arreola, 2018). Estos datos reflejan una transición de la variabilidad al Cambio climático, sobre todo porque los aumentos en las TMA están asociados a las llamadas “islas de calor” generadas por la pavimentación de las principales ciudades del estado.

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Chiapas (PECCCH, 2022) confirma que la entidad está pasando de ser un sumidero de carbono a una fuente emisora debido a la urbanización y el cambio en actividades económicas. En 2018, el estado emitió 20 231.51 gigagramos de CO₂ equivalente. El sector AFOLU (Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra) fue el mayor emisor con 58.6 %, seguido por Energía (29.7 %) y Residuos (11.6 %).

México, alineado con el Acuerdo de París, busca reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un 22 % de manera no condicionada y hasta un 36 % con apoyo externo para 2030. Chiapas refleja la transición de lo rural a lo urbano y su impacto en las emisiones de GEI, lo que subraya la importancia de implementar estrategias para mitigar y adaptarse al Cambio climático (PECCCH, 2022). En este periodo, se han multiplicado las investigaciones sociales que han contribuido a entender las condiciones ambientales del estado y las adaptaciones humanas a lo largo del tiempo. Instituciones como El Colegio de la Frontera Sur, la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, las Universidades y Organizaciones de la Sociedad Civil local han enriquecido el conocimiento sobre el clima y el medioambiente en el estado.

Vulnerabilidad al cambio climático en Chiapas

El estudio de la *vulnerabilidad al cambio climático* es un campo clave para las Ciencias Sociales, ya que permite analizar cómo los factores climáticos afectan a comunidades y territorios. En el marco del PECCCH (2022), se desarrolló un análisis basado en el enfoque metodológico de análisis-síntesis territorial propuesto por Monterroso et al. (2014), el cual incluyó 26 indicadores que se sintetizaron en mapas de Exposición, Sensibilidad y Capacidad adaptativa, resultando un mapa final de Vulnerabilidad al Cambio climático en Chiapas. La escala de análisis territorial abarcó desde niveles municipales, Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) y Unidades agrarias.

La Exposición se relaciona con el grado de estrés climático que enfrentan los territorios, como sequías, huracanes o tormentas severas. En Chiapas, aproximadamente 2 462 000 hectáreas presentan alta exposición, especialmente en la Selva Lacandona,



Soconusco e Istmo Costa, donde predominan tormentas e inundaciones. En contraste, regiones como De los Llanos enfrentan mayor incidencia de sequías (PECCCH, 2022). Estas condiciones impactan actividades como la agricultura de subsistencia, fomentando la migración interna y desafíos para la resiliencia comunitaria.

La problemática ambiental complementa el análisis de vulnerabilidad, vinculándose con la degradación de recursos. Regiones como la Metropolitana, Mezcalapa y Soconusco presentan alta problemática debido a la erosión, el decremento en la provisión de servicios ecosistémicos y la menor integridad forestal. En contraste, la Sierra Madre y la meseta Comiteca tienen condiciones más estables, actuando como sumideros de carbono. El flujo neto de carbono forestal en Chiapas sigue siendo negativo, con municipios como Ocosingo como principales emisores; otros logran un balance mediante prácticas de conservación y agroforestería, como el café bajo sombra (WRI, 2022).

Este análisis resalta la relevancia de las Ciencias Sociales en la gestión climática. Investigaciones previas han explorado desde la percepción local del Cambio climático hasta la gobernanza forestal y la resiliencia comunitaria. Estudios de Villafuerte y García (2006; 2007), Moguel y Toledo (1999) subrayan el papel de los sistemas agroforestales y los saberes locales en la mitigación

La planeación territorial y comunitaria es esencial para enfrentar los fenómenos meteorológicos extremos en Chiapas, considerando un enfoque interdisciplinario que integre conocimientos socioambientales. Esto incluye estrategias como la promoción de servicios ecosistémicos compatibles con el bien común y la formulación de políticas públicas culturalmente pertinentes. La praxis de las Ciencias Sociales debe orientar la organización comunitaria, la producción sustentable y la adaptación local, fortaleciendo la resiliencia frente a los desafíos climáticos del estado.

La actual perspectiva socioeconómica y el cambio climático

El sexto informe del IPCC (AR6, 2021) introdujo la noción de Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP). Los SSP integran narrativas y datos cuantitativos para explorar posibles futuros socioeconómicos y ambientales del siglo XXI. Estas trayectorias destacan la influencia de decisiones políticas, cohesión social y gobernanza en la mitigación y adaptación al Cambio climático, subrayando la relevancia de las Ciencias sociales para abordar estos desafíos.

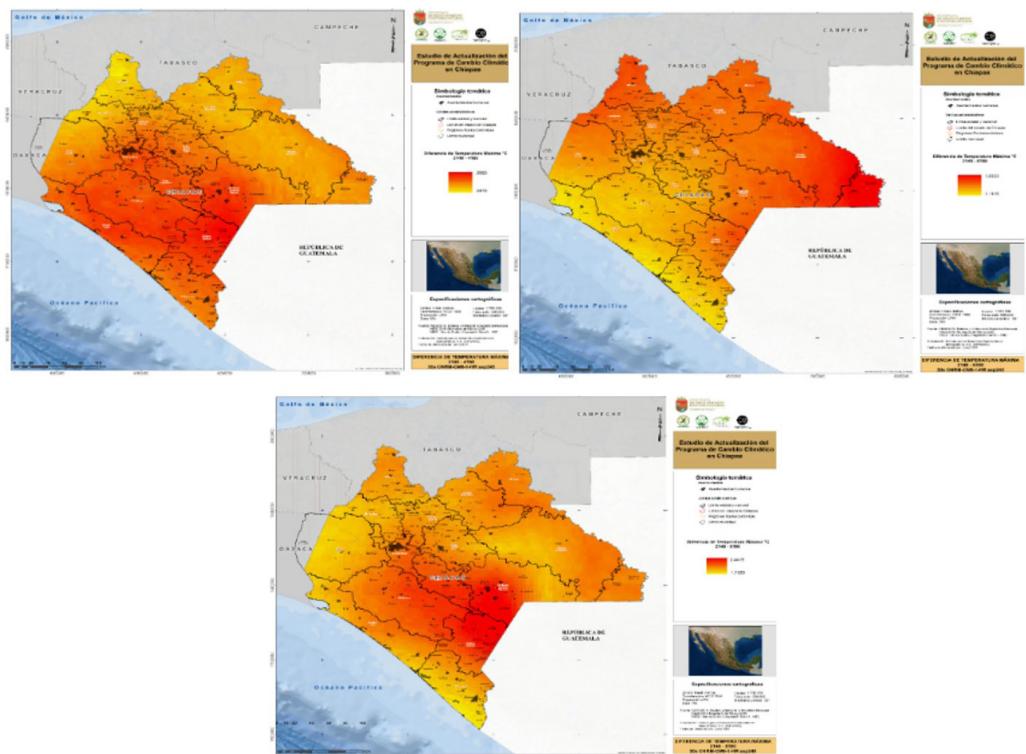
En el PECCCH (2022) se utilizó el modelo CNRM-CM6-1-HR SSP 245 para evaluar los impactos del cambio climático en Chiapas, considerando una trayectoria correspondiente a un desarrollo socioeconómico medio (SSP2). Se analizaron escenarios cercanos (2041-2060), intermedios (2061-2080) y lejanos (2081-2100), con especial atención a las variaciones en temperatura máxima y precipitación anual.

En cuanto a la Temperatura máxima, como se puede observar en la Figura 1, en el escenario cercano la variación oscilará entre 0.54 °C y 0.97 °C, afectando principalmente regiones como Sierra Mariscal y Meseta Comiteca. En el intermedio, los incrementos estimados de 1.14 °C a 1.83 °C superarán el límite de 1.5 °C

establecido por el IPCC, con temperaturas de hasta 39.4 °C en la Selva Lacandona y Mezcalapa. En el escenario lejano, los aumentos oscilarán entre 1.7 °C y 2.44 °C, alcanzando 40 °C, lo que requerirá mayores esfuerzos adaptativos por sus implicaciones sociales, económicas y culturales (PECCCH, 2022).

Figura 1.

Mapa 1, Mapa 2 y Mapa 3. Diferencia de Temperaturas Máximas en ° C 2021/2040-2041/2060-2061/2080-2081/2100 Modelo CNRM-CM6-1-HR SSP 245.



Nota. Tomada de PECCCH, 2022.

¿POR QUÉ LA ACCIÓN CLIMÁTICA REQUIERE
CADA VEZ MÁS DE LAS CIENCIAS SOCIALES?

141

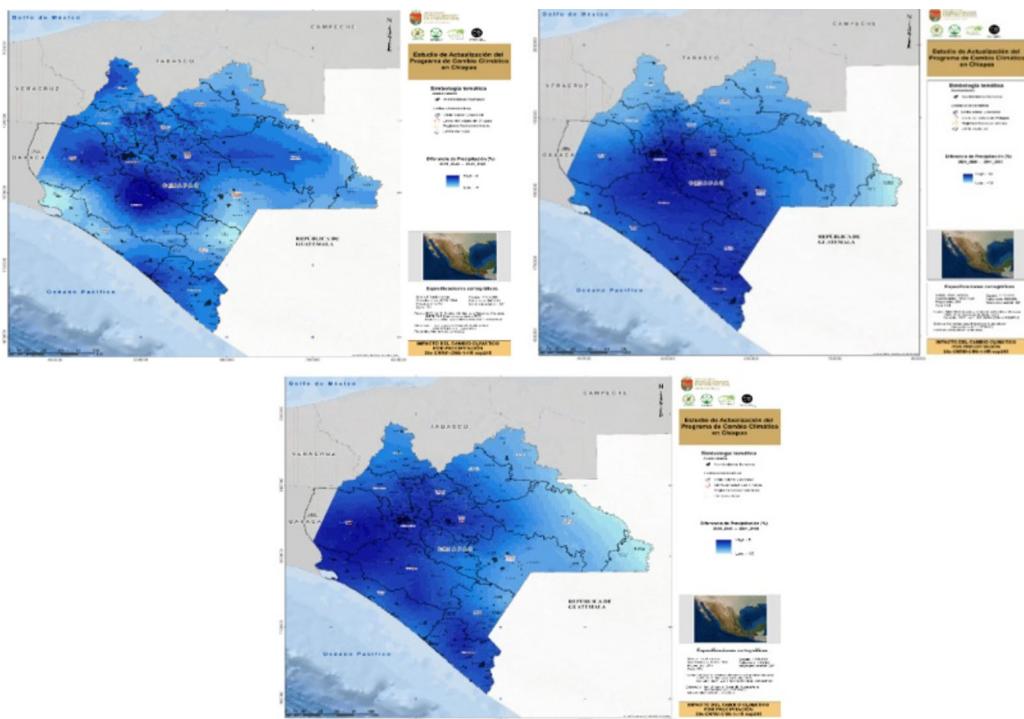
En tanto en la Precipitación anual, en el escenario cercano, se prevé una disminución de hasta -8 % en amplias zonas del estado, causando sequías moderadas a severas en Frontera Comalapa, Comitán y Tonalá. En el intermedio, se anticipa un incremento de entre 12 % y -10 %, estabilizando la precipitación en la mayoría del estado. Sin embargo, en el escenario lejano, habrá una nueva disminución de hasta -13 %, con graves repercusiones socioeconómicas y ambientales (PECCCH, 2022).

Estos escenarios resaltan la necesidad de medidas adaptativas inmediatas para enfrentar la transición hacia un clima más cálido y seco, como podemos observar en la Figura 2, lo que amenaza actividades económicas, como la agricultura y el manejo del agua. La implementación de mecanismos de financiamiento, como bonos verdes y pagos por servicios ambientales, es esencial para solventar los costos de adaptación y mitigación. Además, enfoques como la economía circular y las cadenas cortas pueden reducir el impacto ambiental y fortalecer la resiliencia económica en regiones vulnerables.



Figura 2.

Mapa 4, Mapa 5 y Mapa 6. Diferencia de Precipitación en Porcentaje, 2021/2040-2041/2060, 2021/2040, 2061/2080, 2021/2040-2081/20100



Nota. PECCCH, 2022.

En términos de gobernanza y educación climática, es crucial promover una ciudadanía informada que impulse la participación comunitaria en la acción climática. La participación política de los pueblos indígenas también es fundamental, pues su conocimiento biocultural desempeña un papel clave en la conservación y la sustentabilidad, tal y como lo señaló Boege (2008). Estos esfuerzos interdisciplinarios desde las Ciencias Sociales deben enfocarse en la gestión efectiva de los recursos naturales y la planificación territorial, garantizando un enfoque inclusivo que mitigue los efectos del Cambio climático y fortalezca la resiliencia en Chiapas.

142

Análisis de vulnerabilidad por sensibilidad

Uno de los dominios de las Ciencias Sociales es la valoración de la Sensibilidad al Cambio climático, la cual mide cómo las características internas de un sistema o comunidad agravan o mitigan los impactos climáticos. Este análisis considera tres dimensiones clave: población, producción y salud, asociadas con condiciones económicas, demográficas y de infraestructura (PECCCH, 2022).

En la Sensibilidad por población, los factores críticos incluyen la potenciación de género, la pérdida de lenguas indígenas y la marginación. Las mujeres con menor acceso a educación, empleo o poder económico son más vulnerables ante el cambio climático. La pérdida de lenguas originarias refleja una erosión cultural que disminuye la cohesión

comunitaria y la resiliencia. Además, las comunidades marginadas, con deficiencias en ingreso, vivienda y salud, carecen de infraestructura adecuada para enfrentar desastres climáticos. Según el PECCCH (2022), el 76 % de la superficie estatal presenta alta marginación, mientras que el riesgo de pérdida de lengua indígena afecta al 39 %.

La Sensibilidad por producción evalúa actividades tradicionales como la milpa, pesca artesanal y café bajo sombra, las cuales son menos sensibles a sequías o cambios en las precipitaciones. Las áreas urbanas tienen una sensibilidad Baja debido al empleo disponible, mientras que regiones rurales enfrentan Altos niveles de sensibilidad por la dependencia de alimentos básicos y la precarización económica. En Chiapas, el 66 % de la superficie representa a Población Económicamente activa Ocupada con Alta sensibilidad (PECCCH, 2022).

La Sensibilidad por salud considera variables como enfermedades gastrointestinales, las transmitidas por vectores y la cobertura de servicios de salud. Las enfermedades gastrointestinales aumentan en inundaciones y sequías debido a la contaminación del agua, mientras que el dengue y paludismo se expanden con cambios en temperatura y humedad. Aunque el 90 % de la superficie estatal tiene baja sensibilidad a vectores, el 40 % enfrenta alta sensibilidad en términos de deficiencias en servicios de salud y enfermedades gastrointestinales (PECCCH, 2022).

Las Ciencias sociales han abordado la sensibilidad al cambio climático desde enfoques innovadores. Investigaciones destacan el uso de la Ciencia de Datos para relacionar el uso de redes sociales en situaciones de riesgo por inundación (de Bruijn et al., 2019), mientras que Toledo y Barrera-Bassols (2009) subrayan el valor de los conocimientos tradicionales indígenas para la adaptación. Millán (2008) enfatiza el liderazgo femenino en la gobernanza climática.

En términos de financiamiento, la GIZ México (2020) ha propuesto el uso de tecnologías emergentes como “blockchain” para gestionar recursos energéticos, y Markowitz et al. (2018) sugieren simulaciones virtuales educativas en material de Cambio climático. Estas herramientas, junto con la agroecología y la innovación social, son fundamentales para disminuir la vulnerabilidad al Cambio climático y fortalecer la resiliencia comunitaria.

Análisis de vulnerabilidad por capacidad adaptativa

Un segundo dominio para las Ciencias Sociales en materia de Cambio climático lo compone la evaluación de la Capacidad adaptativa, la cual refleja la habilidad de las comunidades y ecosistemas para enfrentar y reducir los impactos climáticos mediante medidas anticipadas y efectivas. Según el análisis del PECCCH (2022), la Capacidad adaptativa en Chiapas se evaluó mediante cuatro dimensiones: Capital humano, social, financiero y ambiental, utilizando indicadores no economicistas basados en el enfoque de Medios de Vida Sustentable (Arreola et al., 2017).

El análisis del capital humano incluyó indicadores como formación especializada, brecha educativa y abasto de alimentos. Una alta capacidad adaptativa se observa en localidades con baja brecha educativa y altos niveles de formación y abasto. Sin



Conclusiones

Para el PECCCH (2022) se desarrolló un índice para medir la vulnerabilidad al Cambio climático en Chiapas, integrando tres categorías: Exposición, Sensibilidad y Capacidad adaptativa. La fórmula utilizada: ($\text{Vulnerabilidad} = f \{\text{exposición} + \text{sensibilidad}\} - \text{capacidad adaptativa}$), esta refleja cómo la Exposición y Sensibilidad incrementan la vulnerabilidad, mientras que la Capacidad adaptativa la reduce.

Solo el 21 % del estado presenta vulnerabilidad muy baja o baja, concentrada en las zonas serranas de Valles Zoque, Istmo-Costa y Frailesca. Un 30 % tiene vulnerabilidad media, en regiones como Mezcalapa y Los Altos. Sin embargo, el 49 % del territorio enfrenta niveles altos o muy altos, con la mayor incidencia en las regiones

embargo, Chiapas enfrenta serias debilidades en esta dimensión. La Selva Lacandona, Los Altos, Mezcalapa y la Sierra presentan bajos niveles, mientras que áreas como Istmo-Costa y Soconusco alcanzan una capacidad Media (Arreola et al., 2017).

El estudio del Capital Social se basó en considerar la potenciación de género, presencia de asistencia técnica y niveles de conflicto social. Una alta capacidad adaptativa social se encuentra en localidades con buena asistencia técnica y bajos conflictos, como el centro y sur del estado. Sin embargo, zonas como Benemérito de las Américas y Los Altos muestran niveles bajos debido a la escasez de agentes técnicos y altos niveles de conflicto. Regiones metropolitanas, como Tuxtla Gutiérrez, y urbanas como Tapachula y Comitán, presentan una capacidad Media (Arreola et al., 2017).

En cuanto al Capital Financiero se evaluó la Población Económicamente Activa Ocupada, acceso a subsidios e ingreso per cápita. Tuxtla Gutiérrez y su “hinterland” destacan con alta capacidad adaptativa financiera, mientras que zonas como Los Altos, Selvas Cho’ol y Zoque, y Marqués de Comillas enfrentan niveles bajos. Esta dimensión es una de las más críticas, con el 52 % de la superficie estatal en nivel bajo (Arreola et al., 2017).

En contraparte, el Capital Ambiental refleja la resiliencia de los ecosistemas basada en el balance de carbono forestal, conectividad del paisaje y áreas protegidas. Aunque Chiapas cuenta con políticas de conservación activas y es un sumidero de carbono, zonas como la región Norte, Palenque y áreas de Los Altos presentan baja capacidad adaptativa ambiental debido a la fragmentación del paisaje y la falta de conectividad. No obstante, la dimensión ambiental es una fortaleza en el estado, con el 59 % de la superficie en nivel alto gracias a iniciativas como las Áreas Naturales Protegidas (Arreola et al., 2017).

El análisis de Capacidad adaptativa muestra que Chiapas enfrenta desafíos significativos en Capital humano, social y financiero, mientras que su Capital ambiental es un punto de fortaleza. Las estrategias de adaptación deben priorizar la educación, la igualdad de género, la asistencia técnica, y la conectividad de ecosistemas. Además, se deben abordar las desigualdades estructurales mediante políticas integrales para fortalecer la capacidad adaptativa en todo el estado y reducir la vulnerabilidad al cambio climático, todo esto terreno de acción de las Ciencias Sociales.



Soconusco, Selva Lacandona y Metropolitana, evidenciando retos significativos para la mitigación y adaptación climática (PECCCH, 2022).

En el análisis de la vulnerabilidad se identificaron cinco temáticas clave afectadas:

1. Sector Hídrico: Con un 46 % de vulnerabilidad de media a muy alta, los riesgos incluyen escasez de agua, contaminación y problemas de gestión, impactando la agricultura y las ciudades.
2. Vegetación Primaria: El 55 % del territorio enfrenta riesgos de deforestación, erosión y pérdida de biodiversidad, afectando los servicios ecosistémicos y las comunidades locales.
3. Superficie Agrícola: Un 57 % de la superficie del estado enfrenta alta vulnerabilidad debido a sequías y variaciones en las lluvias, comprometiendo la soberanía alimentaria y los ingresos rurales.
4. Superficie Pecuaria: Con un 41 % de vulnerabilidad media a muy alta, el sector enfrenta desafíos en el acceso a agua y pastizales, amenazando las economías locales.
5. Zonas Urbanas: El 48 % tiene vulnerabilidad significativa por riesgos de inundaciones, fallas en infraestructura y dificultades en servicios básicos como agua potable y gestión de residuos.

Para enfrentar estos desafíos, se requiere fortalecer la Capacidad adaptativa y reducir la Sensibilidad al Cambio climático de los sectores más vulnerables. Esto incluye medidas como mejorar la resiliencia en la agricultura, proteger los ecosistemas clave y planificar el crecimiento urbano. Aunque la exposición climática es difícil de modificar, los esfuerzos coordinados entre gobierno, sociedad y sector privado pueden mitigar los impactos.

Desde un enfoque de sistema socioambiental complejo, el análisis destaca la interdependencia entre factores climáticos, sociales y económicos. Este enfoque ayuda a construir trayectorias sustentables (SSP) mediante la acción climática planificada, promoviendo una adaptación inclusiva y resiliente para las comunidades chiapanecas.

Para fortalecer la Capacidad adaptativa de Chiapas frente al Cambio climático, es fundamental que desde las Ciencias Sociales se aborden los desafíos en Capital humano (educación, capacitación y servicios de salud) y Capital social (cohesión comunitaria, participación y redes de cooperación). Estas aportaciones permitirían implementar estrategias más efectivas y una mejor gestión sustentable de los recursos. Además, la generación de propuestas para una transición económica hacia actividades como la agroforestería, el ecoturismo y las energías renovables reduciría la presión ambiental y mejoraría el Capital financiero de las comunidades, fortaleciendo su resiliencia.

Las políticas de adaptación deben adoptar un enfoque multidimensional que integre factores sociales, económicos y ambientales, reconociendo la interdependencia entre Exposición, Sensibilidad y Capacidad adaptativa. Esto incluye fomentar la gobernanza local, promoviendo la toma de decisiones colaborativa y soluciones ajustadas a las realidades comunitarias, lo que incrementa las posibilidades de adaptación efectiva.

Entre las prioridades de mitigación, destacan el desarrollo de transporte público de bajas emisiones, prácticas sustentables en el sector AFOLU, y la protección de sumideros de carbono en bosques, selvas y cultivos como el café y cacao bajo sombra. En el ámbito de la adaptación, se proponen medidas de uso sustentable del agua y reforestación para evitar la deforestación. Todos estos desafíos constituyen una agenda para las Ciencias Sociales ante el Cambio climático.

Finalmente, es esencial en esta materia la construcción de alternativas que permitan el ejercicio de los derechos de mujeres, comunidades locales y pueblos originarios en estrategias integradas en sistemas socioambientales resilientes, sustentables, creativos y diversos de largo aliento. Las Ciencias Sociales tienen un vasto campo de acción en ello, es necesario que tomen la palabra entonces.

Referencias

- Arrioja, L. (2021). Historia y clima en México: perspectivas y horizontes desde la historiografía. *Estudis D'història Agrària*, 33, 13-31. file:///C:/Users/admin/Downloads/37333-Text%20de%20l'article-95314-2-10-20230323.pdf
- Arreola, A., Gómez A., Madrid D. y Reyes, C. (2017). *Medición del impacto potencial de la restauración productiva sobre los medios de vida de las comunidades en Chiapas*. Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (IDESMAC) y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (UICN).
- Arreola, A. (2018). Variabilidad climática regionalizada en Chiapas. *Diversidad*, 16, 44-54. https://issuu.com/idesmac/docs/idesmac_revista_xvi
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- de Bruijn, J., de Moel, H., Jongman, B. Jens A., de Ruiter, M., Wagemaker, J. y Aerts, J. (2019). A global database of historic and real-time flood events based on social media. *Scientific Data*, 6, 311. <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0326-9>
- Gill, R. B. (2008). *Las grandes sequías mayas: agua, vida y muerte*. Fondo de Cultura Económica.
- GIZ. (2020). *Blockchain en el Sector Energético Mexicano*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). https://energypartnership.mx/fileadmin/mexico/media_elements/reports/Blockchain_en_el_Sector_Energ%C3%A9tico_Mexicano.pdf
- Latour, B. (2019). *Dónde aterrizar: Cómo orientarse en política*. Siglo XXI Editores.
- Markowitz, D., Laha, R., Perone, B., Pea, R. y Bailenson, J. (2018). Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change. *Frontiers in Psychology*, (9), 23-64. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364>
- Millán, Margara (2008). Nuevos espacios, nuevas actoras. Neozapatismo y su significado para las mujeres indígenas. En Hernández, A. *Etnografías e historias de resistencia. Mujeres indígenas, Procesos organizativos y nuevas identidades políticas* (217-249). CIESAS / PUEG-UNAM.
- Moguel, P., y Toledo, V. (1999). *El sistema agroforestal de café bajo sombra: un modelo para la conservación de la biodiversidad en Mesoamérica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Monterroso, R., Fernández, A., Trejo, R., Conde, A., Escandón, J., Villers, L. y Gay, C. (2014). *Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México*. Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS), Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://atlasclimatico.unam.mx/VyA/>

- Montoya, R., Hernández, J., Castillo, M., Bonifaz, D., y Pérez, A. (2008). Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 23(67), 83-122. <https://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v23n1/2448-6515-educm-23-01-83.pdf>
- Murcia, A., y Macías, J. (2009). Registro geológico de inundaciones recurrentes e inundación del 4 de octubre de 2005 en la ciudad de Tapachula, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26(1), 1-17. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v26n1/v26n1a2.pdf>
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [IPCC]. (2021). *Cambio Climático 2021: Bases Físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del IPCC*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Peterson, L. C. y Haug, G. H. (2006). Climate and the Collapse of Maya Civilization. *American Scientist*, 94(4), 322-329. <https://www.americanscientist.org/article/climate-and-the-collapse-of-maya-civilization>
- Programa Estatal de Cambio Climático de Chiapas [PECCCCH]. (2022). *Actualización 2022*. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Gobierno del Estado de Chiapas.
- Reclus, É. (1905). *El hombre y la tierra. Volumen V: América Latina*. Librería Universitaria.
- Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2009). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. *Ciencias*, 96 (096). <https://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/17958>
- Villafuerte, D., y García, M. (2006). Crisis rural y migraciones en Chiapas. *Migración y Desarrollo*, 6, 102-130. <https://www.redalyc.org/pdf/660/66000604.pdf>
- Villafuerte, D., y García, M. (2007). Doble mirada de la migración en la frontera sur de México: asunto de seguridad nacional y palanca del desarrollo. *LiminaR*, 5(2), 26-46. <https://doi.org/10.29043/liminar.v5i2.249>
- Villegas, A. (s/f). *El holoceno en México*. El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal. [PDF disponible en repositorio institucional] http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:CF4q4Me7SpoJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5
- World Resources Institute [WRI]. (2022). *Global Forest Watch (GFW)*. *Flujo neto de GEI forestales entre 2001-2019*. <https://www.globalforestwatch.org/map/>





PARTE 4:

CONSIDERACIONES GENERALES Y

PERSPECTIVAS INSTITUCIONALES

FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO





CONSIDERACIONES GENERALES

Esta sección integra y sistematiza los principales aportes derivados de las tres partes que estructuran este documento, con el propósito de ofrecer una lectura transversal de los avances, desafíos y tensiones que enfrenta la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) en su posicionamiento como actor estratégico frente a la crisis climática. Se parte del reconocimiento de que el cambio climático constituye un fenómeno complejo, de múltiples dimensiones, que demanda respuestas articuladas desde la ciencia, la política institucional y la acción educativa con enfoque de justicia social y ambiental.

El análisis transversal de las tres secciones permite plantear que la UNACH ha desarrollado capacidades relevantes para incidir en la mitigación y adaptación al cambio climático. Existen avances significativos en materia de investigación, gestión ambiental y formación con enfoque socioambiental. Sin embargo, estos avances requieren ser articulados mediante un modelo institucional coherente, dotado de marcos normativos, recursos financieros y mecanismos de gobernanza adecuados.

Frente al contexto de alta vulnerabilidad ecológica y desigualdad estructural que caracteriza a Chiapas, la universidad tiene la responsabilidad histórica de consolidar un proyecto académico que articule sostenibilidad, inclusión social y pertinencia territorial. Ello implica no solo formar profesionales técnicamente competentes, sino también sujetos éticamente comprometidos con la transformación de sus comunidades y del entorno que habitan.

Los contenidos analizados en la primera parte permiten advertir una transformación progresiva en la forma en que la UNACH se vincula con la producción de conocimiento científico y tecnológico orientado hacia la sostenibilidad. La inclusión de enfoques transdisciplinarios, como el Programa para el Desarrollo Social y la Gestión de Ecosistemas (PDSGE), representa un avance sustantivo en la superación de las estructuras disciplinares rígidas y en la construcción de modelos académicos orientados a la solución de problemas complejos.

Los estudios desarrollados sobre el aprovechamiento del viento, los efectos del cambio climático en vectores de enfermedades, la agricultura de precisión y la producción avícola en pequeña escala constituyen ejemplos de innovación científica con pertinencia territorial. No obstante, estos esfuerzos enfrentan el riesgo de dispersión y desarticulación institucional. Se advierte, por lo tanto, la necesidad de consolidar una agenda institucional de investigación ambiental de largo plazo, sustentada en políticas internas estables, mecanismos de financiamiento permanentes y criterios de evaluación orientados al impacto social y ecológico.

Los capítulos reunidos en la segunda parte abordan la gestión universitaria del medioambiente desde una perspectiva integral, que articula marcos normativos, procesos de formación y prácticas institucionales. El análisis de experiencias vinculadas al derecho humano al agua, la cultura ambiental en el aula y la amenaza de los microplásticos revela una creciente sensibilidad institucional ante los desafíos ecológicos contemporáneos.

Sin embargo, estos esfuerzos todavía dependen, en gran medida, de iniciativas individuales o de grupos académicos específicos, sin que exista una política ambiental universitaria plenamente consolidada. Esta carencia limita la replicabilidad y sostenibilidad de las buenas prácticas identificadas. En consecuencia, se plantea como prioridad el diseño e implementación de una política ambiental transversal que articule acciones, recursos y responsabilidades en todos los niveles de la estructura universitaria.

La tercera parte del documento introduce una perspectiva crítica desde las ciencias sociales, que enriquece el abordaje del cambio climático al situarlo en su dimensión estructural, histórica y civilizatoria. Las experiencias sobre innovación educativa, perspectiva de género, derechos humanos y construcción de espacios formativos alternativos como los huertos universitarios, ilustran el potencial de la universidad para incidir en la transformación cultural y social de los territorios.

La reflexión en torno a conceptos como colapso civilizatorio, modelo civilizatorio extractivista o justicia climática, y su vinculación con prácticas pedagógicas y proyectos comunitarios, posiciona a la universidad como un espacio clave para la formación de sujetos críticos, capaces de incidir en las causas profundas del deterioro ambiental. No obstante, persisten desafíos importantes en materia de inclusión, equidad y territorialización del conocimiento, que deben ser atendidos mediante estrategias institucionales de alfabetización climática, participación estudiantil y vinculación comunitaria sostenida.



CONTRIBUCIONES

PARTE I: CIENCIA E INNOVACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

1.1 FUNDAMENTOS INSTITUCIONALES

LA UNACH FRENTE AL DESAFÍO AMBIENTAL DE CHIAPAS

MC. Carlos Alberto Velázquez Sanabria

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas

MC. Freddy Delgado Ruiz

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas

Dr. Manuel Alejandro la O Arias

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas

Dr. Francisco Guevara Hernández

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas

PROGRAMA TRANSDISCIPLINARIO PARA EL DESARROLLO SOCIAL Y LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS (PDSGE)

Dr. Leopoldo Medina Sansón

Universidad Autónoma de Chiapas, Instituto de Investigación de Plantas Medicinales Chiapanecas

Dr. César Aramís Martínez Leina

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Humanidades

Dr. Lauriano Eliseo Rodríguez Ortiz

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Gestión y Autodesarrollo Indígena

1.2. CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

EL PODER DEL VIENTO: RETOS Y OPORTUNIDADES DESDE LA UNACH

Dr. Filiberto Hueyotl Zahuantitla

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas

Dr. Orlando Díaz Hernández

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas

Dr. Mario A. Aguirre López

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas

Dr. Gerardo J. Escalera Santos

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas

CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL IMPACTO SOBRE EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE VECTORES QUE PROPAGAN LOS VIRUS DEL DENGUE, CHIKUNGUNYA Y ZIKA

Dr. Orlando Díaz Hernández

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas

AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO: UN ENFOQUE PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Dr. Ernesto Ramos Carbajal

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa

Dra. Rosa Laura Vázquez Grajales

Universidad Autónoma de Chiapas, Dirección de Gestión de la Calidad Institucional

MC. Leonardo B. Domínguez Alfaro

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa

Dr. Raudel Flores Moreno

Universidad Politécnica de Texcoco (UPTex)

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN PEQUEÑA ESCALA

Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa

MC. Adriana Cecilia Rebollo Morales

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa

Dr. Fernando González Cerón

Universidad Autónoma de Chapingo

Dr. Rodrigo Portillo Salgado

Instituto Tecnológico Superior de Calkini

PARTE II:

GESTIÓN Y POLÍTICA AMBIENTAL

2.1 GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

EL ROL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS EN LA PROTECCIÓN NO JURISDICCIONAL DEL AGUA

Dr. Manuel Gustavo Ocampo Muñoz

Universidad Autónoma de Chiapas, Instituto de Investigaciones Jurídicas



LA RESPONSABILIDAD SOCIAL Y LA GESTIÓN AMBIENTAL: EVOLUCIÓN Y PROPUESTAS INSTITUCIONALES PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Dra. Rosa Laura Vázquez Grajales

Universidad Autónoma de Chiapas, Dirección de Gestión de la Calidad Institucional

Dr. Ernesto Ramos Carbajal

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa

FOMENTO A LA CULTURA DEL AGUA DESDE EL AULA

Mtro. Marco Antonio Moreno Domínguez

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Arquitectura

Mtra. Daniela Zavala Juárez

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Arquitectura

Mtra. Diana Maritza Tovilla Ramírez

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Arquitectura

LOS MICROPLÁSTICOS: LA AMENAZA EN LO QUE CONSUMIMOS

MC. José Antonio David Muñoz

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

PARTE III: EDUCACIÓN, SOCIEDAD Y ACCIÓN CLIMÁTICA

3.1 EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

INNOVACIÓN EDUCATIVA Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Dra. Ivett Reyes Guillén

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Sociales

Dr. Orlando Uriel Bravo Argüello

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Derecho

UNIVERSIDADES POR EL FUTURO: INTEGRANDO DERECHOS HUMANOS Y PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Dra. Maricela Hazel Pacheco Pazos

Universidad Autónoma de Chiapas, Defensoría de los Derechos Humanos y Universitarios

Dra. Cecilia Enríquez Ríos

Universidad Autónoma de Chiapas, Defensoría de los Derechos Humanos y Universitarios

PARTICIPACIÓN EN ACCIONES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO DESDE LA COMUNIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNACH

Dr. Hugo Alejandro Guillén Trujillo

Universidad Autónoma de Chiapas, Centro de Transferencia Tecnológica y Desarrollo Sostenible, Facultad de Ingeniería

HUERTO UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES COMO ESPACIO ALTERNATIVO DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO. HACIA EL FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Dr. Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés

Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Sociales



VINCULACIÓN UNIVERSITARIA PARA LA CONSERVACIÓN EN EL ADVC LOS BORDOS

Dra. Paola Ocampo González

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa

Donato Chang Gutiérrez

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa

Pablo R. Coutiño Hernández

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa

Jenner Rodas Trejo

Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa

3.2 PERSPECTIVAS SOCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

¿POR QUÉ LA ACCIÓN CLIMÁTICA REQUIERE CADA VEZ MÁS DE LAS CIENCIAS SOCIALES?

Dr. Arturo V. Arreola Muñoz

Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (IDESMAC A.C.)

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO:
SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

156



ACERCA DE LOS COORDINADORES

Jenner Rodas-Trejo

Es doctor en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Maestro en Ciencias con mención en Producción, Manejo y Conservación de los Recursos Naturales por la Universidad de Los Lagos, Chile. Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Autónoma de Chiapas. Actualmente es director y docente de la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa de la Universidad Autónoma de Chiapas. Ha ocupado diversos cargos en la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas, incluyendo la Dirección de Cambio Climático y Economía Ambiental. Sus líneas de investigación incluyen la conservación de fauna silvestre, con énfasis en cocodrilos y mamíferos, así como estudios sobre el impacto del cambio climático en sistemas productivos. Ha publicado extensamente sobre monitoreo de fauna silvestre, manejo de recursos naturales y conservación de especies amenazadas en el sureste mexicano. Su trabajo reciente incorpora el uso de inteligencia artificial y nuevas tecnologías para el estudio y conservación de la biodiversidad.

Paola Ocampo-González

Es doctora en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas en 2022. Maestra en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Universidad Nacional Autónoma de México en 2011. Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Universidad Autónoma de Chiapas en 2008. Profesora de Tiempo Completo en la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa de la Universidad Autónoma de Chiapas desde 2011. Sus líneas de investigación incluyen la conservación de fauna silvestre, con énfasis en mamíferos voladores, así como estudios sobre percepciones y conocimiento tradicional de la biodiversidad. Ha dirigido proyectos de conservación con la

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, particularmente sobre cocodrilos y tortugas en áreas protegidas de Tabasco y Campeche. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) como Candidata a Investigadora Nacional, miembro del Sistema Estatal de Investigadores de Chiapas y cuenta con reconocimiento de Perfil Deseable PRODEP. Su trabajo ha sido publicado en revistas científicas nacionales e internacionales, con contribuciones significativas al conocimiento de la mastofauna y herpetofauna del sureste mexicano.

Florentino Pérez Pérez

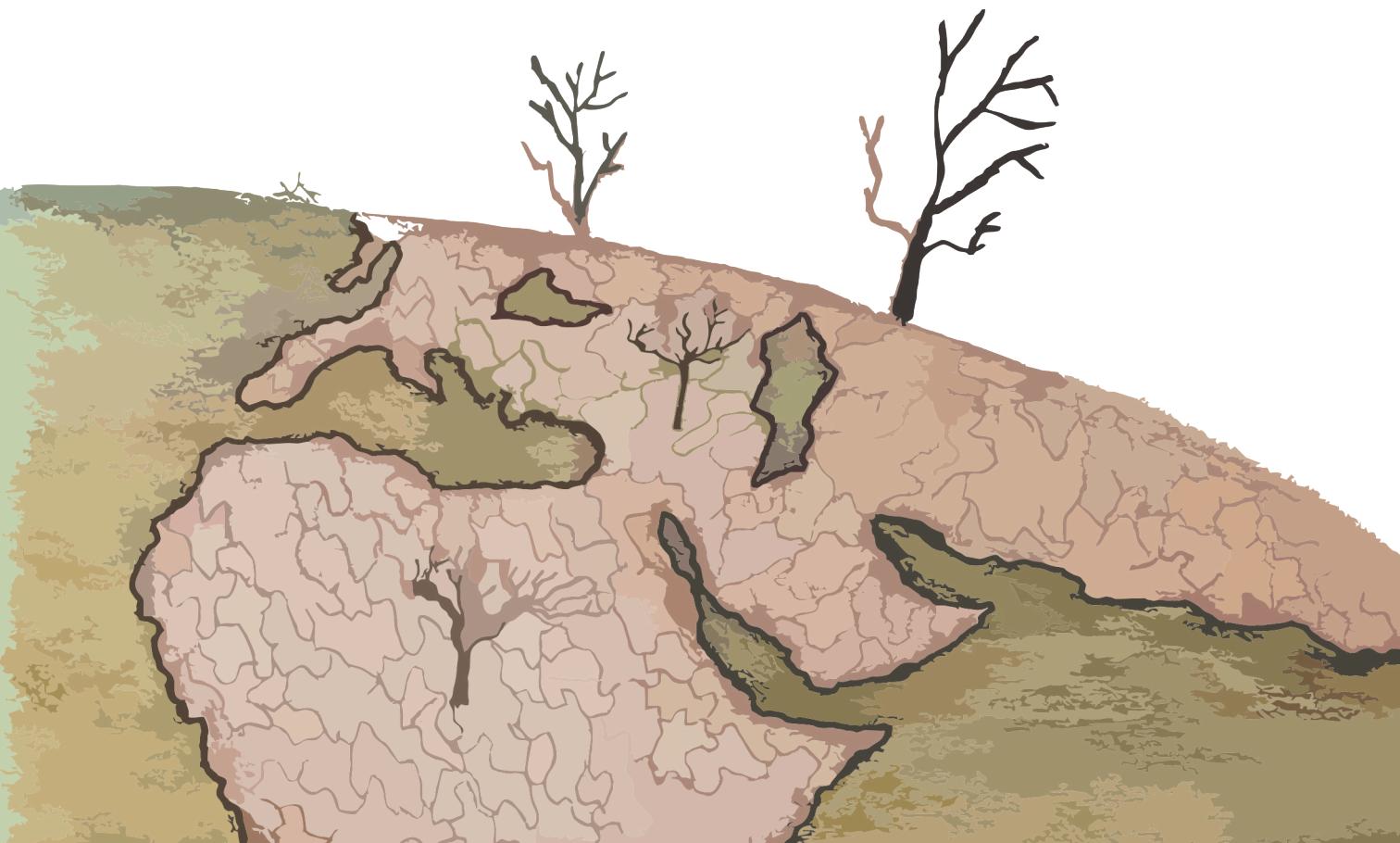
Realizó estudios de licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Estudió la maestría y el doctorado en Didáctica y formación de sujetos históricos, en el Instituto Pensamiento y Cultura de América Latina (IPECAL) y el doctorado en Administración Pública por el Instituto de Administración Pública del Estado de Chiapas (IAP). Se desempeñó como profesor de asignatura en las carreras de Economía y Pedagogía de la UNAM y en la Escuela Normal Superior de Chiapas. Es Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y docente-investigador del Centro de Estudios para la Construcción de la Ciudadanía y la Seguridad (CECOCISE) de la UNACH, así como docente en posgrados de universidades públicas y particulares de Chiapas. Su línea de investigación es la educación, la formación de sujetos autónomos y la construcción de ciudadanía. Es miembro del Ateneo de Ciencias y Artes de Chiapas. Como conferencista ha participado en diversos congresos educativos a nivel nacional e internacional. En la Universidad Autónoma de Chiapas, además de director de la Facultad de Humanidades, fue director de Extensión Universitaria. En el Instituto de Elecciones y Participación Ciudadana, director Ejecutivo de Capacitación Electoral y Educación Cívica. En la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, secretario académico. En la Universidad Pablo Guardado Chávez, director de Investigación y Proyectos. En la Secretaría de Educación del Estado de Chiapas, subsecretario de educación federalizada. Es autor de más de veinte títulos publicados, entre ellos: Cuaderno del Seminario. Número Uno. Modelo Educativo. Miradas y reflexiones (coordinador); Ciudadanía y educación en Chiapas. La Cartilla Escolar; Pedagogía del deseo. Cinco tesis y un manifiesto; Los territorios perdidos; Reformar el pensamiento, descolonizar el saber; Memoria e historia. Tu recuerdo y yo; Crisis civilizatoria. Una aproximación a la lectura de la pobreza del mundo y a los territorios perdidos; y El Mundo herido. La subjetividad en tiempos del coronavirus, entre otros. Actualmente, se desempeña como secretario académico de la UNACH.

Francisco Guevara-Hernández

Es doctor en Tecnología y Desarrollo Agrario (Ciencias Sociales) por la Universidad de Wageningen, Países Bajos, en 2007. Maestro en Recursos Genéticos y Productividad por el Colegio de Postgraduados, México, en 2000. Ingeniero en Agroecología por la Universidad Autónoma Chapingo en 1995. Profesor de la Facultad de Ciencias

Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) desde 2008, donde es integrante del Cuerpo Académico Consolidado en Agroforestería Pecuaria. Sus líneas de investigación incluyen la innovación de agroecosistemas tradicionales, socioagronomía para la seguridad alimentaria y extensionismo agropecuario. Es miembro fundador del doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad (DOCAS) y la maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical (MCPAT), ambos programas reconocidos por el SNP-CONAHCYT. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores desde 2010, Nivel III, con más de 200 publicaciones. Ha dirigido proyectos de investigación en México y el extranjero. Ha sido profesor invitado en más de 10 países y consultor para agencias internacionales de desarrollo. Su trabajo ha recibido diversos reconocimientos académicos tanto en México como en el extranjero.





**LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO:
SISTEMATIZANDO CONOCIMIENTOS
PARA UN FUTURO SOSTENIBLE**

Se terminó de editar
en el mes de septiembre de 2025.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
2025

El cambio climático representa el mayor desafío ambiental y social de nuestro tiempo. Sus efectos se manifiestan en múltiples dimensiones de la vida humana y natural, desde alteraciones en los patrones de lluvia hasta profundos cambios en los sistemas productivos y las dinámicas sociales. En Chiapas, estado caracterizado por su extraordinaria biodiversidad y riqueza cultural, estos impactos son particularmente significativos y demandan respuestas integrales desde diversos ámbitos del conocimiento.

La Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), como institución líder en la generación y transmisión del conocimiento en el sureste mexicano, asume su responsabilidad histórica ante este desafío global. Este libro emerge como una respuesta colaborativa que integra las voces y experiencias de académicos, investigadores y especialistas de diferentes disciplinas de nuestra casa de estudios, representa un esfuerzo sin precedentes por sistematizar el conocimiento generado en nuestra universidad en torno al cambio climático.

