Huertos universitarios

Laboratorios vivos para la experimentación interdisciplinaria



EDICIONES COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

Yadeneyro de la Cruz-Elizondo
Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés
Juan Camilo Fontalvo-Buelvas
Erika Fernanda Pérez Rivera
(coordinadores)

Huertos universitarios

Laboratorios vivos para la experimentación interdisciplinaria

Volumen III

EDICIONES
COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA

COMITÉ EDITORIAL EDICIONES COMUNICACIÓN CIENTÍFICA
ÁREA CIENCIAS DE LA SALUD Y DE LA VIDA

Dr. Abraham Andrade López
Universidad de Guadalajara

Dr. José Martin García Varela
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Moisés Armides Franco Molina
Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Luis Fernando González Guevara
Universidad de Guadalajara

Dra. Diana Ginette Zárate Triviño
Universidad Autónoma de Nuevo León

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos y autentificación antiplagio. El proceso de dictaminación y su trazabilidad puede consultarse, así como el libro en Acceso Abierto.

comunicacion-cientifica.com

DOI.ORG/10.52501/cc.477



COMUNICACIÓN CIENTÍFICA
PUBLICACIONES ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS

CC+I
COLECCIÓN
CIENCIA e
INVESTIGACIÓN

Huertos universitarios

Laboratorios vivos para la experimentación interdisciplinaria

Volumen III

Yadeneyro de la Cruz Elizondo
Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés
Juan Camilo Fontalvo-Buelvas
Erika Fernanda Pérez Rivera
(coordinadores)

EDICIONES
COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA

Huertos universitarios / coordinadores Juan Camilo Fontalvo Buelvas y otros.— Ciudad de México : Comunicación Científica, 2026. (Colección Ciencia e Investigación).

Contenido:
Volumen 1. Huertos universitarios : aulas vivas en la construcción de saberes para la sustentabilidad.
Volumen 2. Huertos universitarios : narrativas colectivas sobre el cultivo de sentipensares, afectos y resistencias.
Volumen 3. Huertos universitarios : laboratorios vivos para la experimentación interdisciplinaria.
3 volúmenes : fotografías, ilustraciones ; 23 x 16.5 centímetros

DOI: 10.52501/cc.477

ISBN Colección: 978-968-9803-21-8

ISBN Volumen 3: 978-968-9803-24-9

1. Huertos educativos. 2. Educación superior. I. Cruz Elizondo, Yadeneyro de la, coordinador. II. Contreras Cortés, Leonardo Ernesto Ulises, coordinador. III. Fontalvo Buelvas, Juan Camilo, coordinador. IV. Pérez Rivera, Erika Fernanda, coordinadora.

LC: SB55 H84 Dewey: 372.357 H84

La titularidad de los derechos patrimoniales y morales de esta obra pertenece a los coordinadores D.R. © Yadeneyro de la Cruz-Elizondo, Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés, Juan Camilo Fontalvo-Buelvas, Erika Fernanda Pérez Rivera, Eduardo Sánchez Jiménez, 2026. Reservados todos los derechos conforme a la Ley. Su uso se rige por una licencia Creative Commons BY-NC-ND 4.0 Internacional. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es

Primera edición en Ediciones Comunicación Científica, 2026

Ilustración de portada: Julio María
Diseño de portada: Francisco Zeledón • Interiores: Guillermo Huerta
Ediciones Comunicación Científica S. A. de C. V., 2026
Av. Insurgentes Sur 1602, piso 4, suite 400
Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940, Ciudad de México,
Tel. (52) 55 5696-6541 • móvil: (52) 55 4516 2170
info@comunicacion-cientifica.com • www.comunicacion-cientifica.com
comunicacioncientificapublicaciones @ComunidadCient2

ISBN Volumen 3: 978-968-9803-24-9
DOI 10.52501/cc.477





Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos externos.
El proceso transparentado puede consultarse, así como el libro en acceso abierto, en **https://doi.org/10.52501/cc.477**

Agradecemos a la Universidad Iberoamericana Ciudad de México por el apoyo en la publicación de este libro.

Índice

Prólogo, Erica Muñiz Reyes **10**
Presentación, Yadeneyro de la Cruz Elizondo **13**

Evaluación de la calidad del suelo para mejorar su manejo en huertos de la Universidad Veracruzana
Assessment of Soil Quality to Improve Its Management in Gardens of the Universidad Veracruzana
María Isabel Vilis Hernández
Yadeneyro de la Cruz Elizondo 17

Evaluación del tejido social en el Huerto de la Universidad Nacional de Costa Rica
Evaluation of the social fabric in the garden of the Universidad Nacional de Costa Rica
Federico E. Alice-Guier
Juan Arrieta-Arrieta
María José Avellán-Zumbado
Ana Hine Gómez
Melissa Blandón Naranjo 35

Cartografía de saberes para la integración del Huerto de la Universidad Nacional Rosario Castellanos
Knowledge mapping for the integration of the garden at the Universidad Nacional Rosario Castellanos
Saúl Alejandro García
Gabriel Alejandro Álvarez Hernández
Cecilia E. Muñoz Cadena
Luz del Carmen Brenda Berenice Chávez Rivera
Mario Enrique Barba Flores 53

Cosechas interdisciplinarias del huerto de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios en la Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas
Interdisciplinary Harvests from *the orchard of the Mayan Faculty of Agricultural Studies ay the Benemérita Univeridad Autónoma de Chiapas*
Hugo Josue Molina-Gómez
Ernesto Cárdenas-Bejarano
Jesús Benjamín Ponce-Noguez
Geiner Francisco Álvarez-Sánchez
Amador Martínez-Hernández 70

Producción de abonos orgánicos y hortalizas en el huerto agroecológico de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec, Estado de México
Production of organic fertilizers and vegetables in the agroecological garden of the Amatepec Higher Studies Unit, State of Mexico
Ricardo Telles Antonio
Jesús Yahir Madrigal Benítez
Antonio Mercado Sanchez
Sandra Paola Jiménez De Jesús
Uriel Gallegos Pedraza.....85

Gestión integral de huerto mediante compostaje, reciclaje y tratamiento de aguas negras en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji
Integrated Garden Management through Composting, Recycling, and Wastewater Treatment at the Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji
Eduardo Hernández Sánchez
Abygail Adarely Martínez Mendoza.....105

Horticultura ambiental y soberanía alimentaria: experiencia interdisciplinaria para la generación de huertos en la Universidad Autónoma de Querétaro
Environmental Horticulture and Food Sovereignty:An Interdisciplinary Experience in the Development of Gardens at the Universidad Autónoma de Querétaro
Paola Scarlet Puga-Guzmán
Santiago Vergara-Pineda
Claudia Hernández Loredo 124

Sembrar, aprender y conservar: experiencia de los huertos de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro
Sowing, Learning, and Conserving: Experience of the Gardens at the Faculty of Natural Sciences, Universidad Autónoma de Querétaro
Olga Lidia Gómez-Nucamendi
Aracely Anaya-Loyola
Diana Piña Figueroa
Jorge Luis Chávez Servín
Rosalinda González Santos.....140

Aula Viva del Desierto Chihuahuense: Experiencias de un espacio agroecológico y un jardín xerófilo universitario
Living Classroom of the Chihuahuan Desert: Experiences from an Agroecological Space and a University Xerophytic Garden
Sandra Rodríguez-Piñeros
David Santillán Estrada
Yadira Aviña Domínguez
Fernando Loweree Rivera
Edgar Esparza Vela.....156

Educación agroecológica digital: Aprendizaje Basado en Retos asistido con Inteligencia Artificial en el huerto universitario FACIATEC
Digital Agroecological Education: Challenge-Based Learning Assisted by Artificial Intelligence in the FACIATEC University Garden
Jared Hernández-Huerta
Adriana Isela Torres-Romero
Aldo Gutiérrez Chávez.....169

Sobre los autores 189

Prólogo

Erica Muñiz Reyes*

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.00.01

Conexión, aprendizajes, saberes, colectividad, resistencia; esto y más es lo que se puede encontrar en la lectura de este libro. Una captura de la vivencia en cada uno de los espacios y territorios en donde se tienen huertos como laboratorios vivos. Las manos, corazones y fuerza que personas y colectivos llevan a cabo día a día, resultan inspiradores. Siempre es gratificante recordar el inicio de cada proyecto, cuando surge la primera idea, la inquietud de, un buen día, pasar a la acción, aunque sea y como casi siempre es, con los mínimos recursos, pero con toda la convicción de que esto va más allá del grupo de trabajo. Es algo que cuando se hace con el corazón, acaba contagiando a más de uno.

Si nos detenemos un poco a reflexionar sobre el auge que tuvieron los huertos educativos en México (aunque no universitarios), nos tendremos que remontar a la etapa post-revolucionaria, por lo que el tema tiene una antigua historia que siempre es interesante analizar y recobrar algunos de los objetivos que en ese entonces se habían planteado como un asunto de importancia nacional. Juan B. Alfonseca[1] y Luz Elena Galván[2] retoman un interesante análisis de estos sistemas instaurados entre 1920 y 1943, lo cuales se consideraron no solo como área productiva, sino también como un pilar de la política educativa en ese entonces. Para darnos una idea, para la mitad de la década de los años 30's, aproximadamente el 60 % de las escuelas federales, tenían una parcela escolar, aun cuando muchas de estas enfrentaron dificultades materiales y de distribución de tierra para operar (situaciones que no han cambiado en nuestros días).

* Investigadora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP-Campo Experimental Valle de México, Texcoco de Mora, Estado de México, México.
Correo electrónico: muniz.erica@inifap.gob.mx

[1] Alfonseca Giner de los Ríos, J. B. (2015). La federalización de la enseñanza. Concurrencia escolar y alianzas sociales en contextos rurales del oriente del Valle de México, 1922-1947. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad, 36*(143), 11-50.

[2] Galván, L. E. (2006). Voces ocultas de maestras rurales en Querétaro: 1920–1940. *Sinéctica,* (28).

La visión pedagógica de la época rompía con la enseñanza tradicional de los libros para enfocarse en la "escuela de acción". Entre 1934 y 1940, las escuelas se proyectaron como "laboratorios de una nueva vida económica y social", lo cual manifiesta que los objetivos de estos sistemas iban más allá de las aulas, se buscaba masificar estos proyectos hacia la población en general. Este modelo creaba jóvenes convencidos desde la infancia de lo que implicaba tener el control de la alimentación. Se trataba de un proyecto comunitario, se convertía en biocultura, misma que seguramente trascendió a las siguientes generaciones. De hecho, no debemos olvidar que el sistema buscaba que los alumnos se identificaran con el campesinado, en realidad se debía conocer profundamente el medio, sentirse ligado a la vivencia campesina para poder comprender la complejidad de su entorno. La interdisciplina universitaria de hoy es la evolución formal de la integralidad que docentes y campesinos de los años 30, practicaban de manera intuitiva al entender que la tierra y la alimentación no se pueden estudiar desde un solo punto de vista.

Retomar el modelo de huertos en México es apremiante, ya que, en algún punto, se dio paso a emular el desarrollo que venía del modelo europeo y estadounidense y el enfoque campesino ya no tenía cabida para "el avance económico y el desarrollo del país". La invasión de un modelo alimentario a base de productos (no alimentos) ultra procesados rompió con la cultura alimentaria que se tenía en nuestro país. Es por ello que las personas que hoy en día trabajan en sistemas de huertos, como las y los autores de este libro, realizan sin duda, un acto de resistencia.

Planteando este contexto, me lleva inevitablemente a compartir aquí mi experiencia siendo investigadora del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) del Campo Experimental Valle de México. Pues bien, el espacio que un grupo de investigadoras hemos construido ha sido un reto mayúsculo. A finales del 2013, la Dra. Martha Irizar, quien trabajaba en la línea de Biofertilizantes nos llamó para invitarnos a hacer equipo en un proyecto (sin fondos) en donde todas podríamos aportar: Agricultura Familiar. Todas teníamos una formación y líneas de investigación distintas, y eso sería la fortaleza del grupo desde entonces y hasta la fecha. Podríamos contribuir desde el conocimiento sobre biofertilizantes, entomología, agroecología, fitopatología, socioeconomía, plantas medicinales, nutrición y hasta la línea pecuaria para especies menores.

Todas trabajaríamos en un proyecto en el cual se tendríamos como eje gestionar el conocimiento para una producción agrobiodiversa y apoyar el intercambio de aprendizajes para beneficiar a una diversidad de personas que querían saber cómo iniciar un huerto escolar o comunitario. Con el tiempo, aquel proyecto se convirtió en el Módulo Agroecológico para la producción Familiar (MAF). Con todos los retos que coinciden con los relatos que he leído en esta obra, es que hemos aprendido a gestionar las problemáticas que hemos enfrentado durante estos 12 años de construcción colectiva. El INIFAP, siendo un Centro Público de Investigación, y no un centro educativo, no somos un espacio universitario, pero la vinculación que tenemos con la comunidad estudiantil es importante y nuestro espacio es un área de aprendizaje continua y permanente. Aunado a ello, nos hemos vinculado con escuelas primarias, secundarias y nivel

medio superior para llevar y guiar el establecimiento de huertos escolares. Lo anterior, es una oportunidad para seguir generando redes locales, regionales y nacionales alrededor de la producción de alimentos en instituciones educativas.

"Se aprende haciendo, no tengan miedo a empezar", es una frase que escuché a mi querida profesora de Vocacional 6, en la especialidad de Agrobiología, quien nos inspiró a pensar que la producción de alimentos era indispensable para todas y todos. Recuerdo perfectamente aquel espacio terapéutico y relajante, detrás de los edificios (¡es una tradición enviar estos proyectos hasta el fondo!). Ahí hice mis primeras siembras y siendo en ese entonces una chica 100 % citadina, aquello se quedó registrado y ciertamente me dio claridad sobre lo que quería estudiar. Sin abusar mucho del espacio otorgado, quiero contar otra historia que trascendió para mí. En la comunidad de Huixcazdhá, Huichapan, Hidalgo, se instaló un huerto para poder apoyar la gestión de alimentos, principalmente de hortalizas y amaranto, dado que la comunidad estaba demasiado alejada de la ciudad más cercana y siendo un sitio del semi-desierto, las condiciones para producir no eran las más adecuadas. Ellos solían comprar hortalizas, las más feas que quedaban y eran llevadas por una camioneta que tenía poca frecuencia de visita. Después de que se instaló el huerto, fue posible producir alimentos que iban al comedor comunitario que se dedica a dar alimentos a los trabajadores de la planta San Miguel de Productos Agropecuarios. Esto fue una gran satisfacción personal, siempre la recordaré.

Los huertos no solo son una invitación técnica, sino como un manifiesto sobre la función social de las universidades y de todo aquel espacio donde se geste un huerto. En definitiva, la creación de estos espacios es una extensión de la responsabilidad educativa del Estado. Las instituciones públicas (como las grandes instituciones que integran el libro), no solo deben formar técnicos, sino ciudadanos capaces de resolver la crisis socioambiental. La idea clave es que el Estado, a través de la educación superior, garantice que el conocimiento sirva para la resiliencia climática y la salud pública.

La esperanza está en estas muestras de conciencia, en cada infancia, juventudes y todas y todos aquellos que siembren vida, conciencia, fuerza. No, no todo está perdido, solo es cuestión de retomar fuerzas.

Paulo Freire mencionaba el ideal para resaltar la responsabilidad educativa y el aprendizaje en el huerto: "La educación no cambia al mundo, cambia a las personas que van a cambiar al mundo; y no hay mejor lugar para aprender esa transformación que donde la vida germina y se cuida".

Presentación

Yadeneyro de la Cruz Elizondo*

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.00.02

Al presentar este libro quiero iniciar con una pregunta ¿puede un huerto universitario transformar la educación, la comunidad y la relación con el ambiente? Cuando pensamos en un huerto, normalmente pensamos en agricultura, producción de alimentos, trabajo manual, pero este libro demuestra que un huerto universitario también puede ser un aula-laboratorio, un espacio de investigación y de transformación social. El libro reúne experiencias de distintas universidades que utilizan los huertos como espacios de experimentación interdisciplinaria donde se integran conocimientos ambientales, sociales, tecnológicos y comunitarios. A través de varias experiencias en universidades de lugares diversos de México y uno de Costa Rica, se evidencia que estos espacios integran conocimientos ambientales, sociales, tecnológicos y educativos desde una perspectiva interdisciplinaria. Los hallazgos exhiben que los huertos universitarios permiten plantear soluciones reales a problemas ambientales reales y actuales; en los huertos de cultivan relaciones interpersonales, convergen estudiantes de distintas disciplinas y también múltiples tipos de conocimiento: científico, comunitario, cultural y ancestral.

El libro *Huertos universitarios: laboratorios vivos para la experimentación interdisciplinaria* presenta una visión amplia y transformadora de los huertos universitarios como espacios donde convergen la educación, la sostenibilidad, la investigación, la innovación y la construcción comunitaria. A lo largo de sus capítulos, las distintas experiencias desarrolladas en universidades de México y Costa Rica muestran que los huertos han dejado de ser únicamente áreas de cultivo para convertirse en verdaderos laboratorios vivos, es decir, espacios dinámicos donde estudiantes, docentes e investigadores aprenden desde la práctica, integrando conocimientos científicos, ambientales, sociales, tecnológicos y culturales.

En el primer capítulo *Evaluación de la calidad del suelo para mejorar su manejo en huertos de la Universidad Veracruzana*, los autores explican cómo el suelo constituye un

* Profesor de Tiempo Completo en Facultad de Biología-Región Xalapa, Universidad Veracruzana, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2034-6637. Correo electrónico: ydelacruz@uv.mx

componente esencial para el funcionamiento de los huertos y cómo, mediante herramientas de evaluación visual y análisis de indicadores físicos, químicos y biológicos, es posible diagnosticar su estado y fortalecer prácticas agroecológicas sostenibles. Este capítulo demuestra que los huertos universitarios funcionan como espacios de investigación aplicada, donde el conocimiento científico se vincula directamente con la solución de problemas ambientales reales y con la conservación de los recursos naturales, subraya la importancia de conocer el suelo antes de intervenirlo, como base para una gestión integral que evite su deterioro y promueva su conservación.

Posteriormente, en el capítulo *Evaluación del tejido social en el Huerto de la Universidad Nacional de Costa Rica*, el huerto es analizado desde una dimensión social y humana, resaltando su capacidad para fortalecer el tejido social, generar sentido de pertenencia y promover la participación colectiva. Los autores muestran cómo el trabajo colaborativo dentro del huerto favorece el intercambio de experiencias, la construcción de comunidad, la autogestión y la inclusión, convirtiendo estos espacios en escenarios de convivencia y cohesión social donde se desarrollan habilidades interpersonales, liderazgo y trabajo en equipo. Además, se resalta que el huerto universitario actúa como un "tercer lugar" dentro del campus, diferente al aula y al hogar, donde las personas pueden encontrarse, dialogar y construir relaciones significativas. Este trabajo propone un instrumento que permita identificar criterios determinantes y estrategias exitosas para fortalecer el tejido social. El huerto es entendido como un espacio que promueve el encuentro, cooperación y construcción de capital social

En el capítulo *Cartografía de saberes para la integración del Huerto de la Universidad Nacional Rosario Castellanos*, se enfatiza la importancia del diálogo de saberes y la integración de conocimientos científicos, comunitarios y culturales, entendiendo el huerto como un espacio interdisciplinario donde diferentes formas de conocimiento se encuentran y se complementan. Esta experiencia evidencia que los huertos universitarios permiten construir aprendizaje colectivo desde la colaboración y la participación activa de la comunidad; el proyecto sentó las bases para un espacio de común aprendizaje, una fuerte vinculación social y una mitigación climática| local, logrando transformar el conocimiento teórico en praxis comunitaria y territorial.

De igual manera, el capítulo *Cosechas interdisciplinarias del huerto de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios* resalta cómo el huerto articula conocimientos agropecuarios con saberes tradicionales mayas y prácticas agroecológicas, fortaleciendo tanto la producción sustentable como la identidad cultural. Aquí se demuestra que las cosechas no son solamente agrícolas, sino también académicas, sociales y culturales, ya que el huerto permite recuperar conocimientos ancestrales y promover una formación integral de los estudiantes.

En *Producción de abonos orgánicos y hortalizas en el huerto agroecológico de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec, Estado de México*, se presenta al huerto como un espacio de aprendizaje práctico y sustentable donde se desarrollan procesos de compostaje, elaboración de abonos orgánicos y producción de alimentos saludables, integrando principios de economía circular, manejo ecológico de residuos y agricultura sostenible. Este capítulo evidencia cómo los

huertos universitarios permiten vincular teoría y práctica, fortaleciendo competencias técnicas y conciencia ambiental al manejar sus residuos, convertirlos en enmiendas para mantener sus suelos productivos con la intención de replicarlos en las escuelas, casas y comunidades. Asimismo, en el trabajo *Gestión integral de huerto mediante compostaje, reciclaje y tratamiento de aguas negras en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji*, se destaca la capacidad de los huertos para integrar soluciones ambientales complejas, combinando reciclaje, compostaje y tratamiento ecológico de aguas residuales. La experiencia muestra que estos espacios pueden convertirse en verdaderos sistemas ecológicos integrales, donde se experimentan tecnologías sostenibles aplicadas a problemáticas ambientales contemporáneas. Esta aportación demuestra que los huertos universitarios también pueden convertirse en espacios de innovación tecnológica y gestión ambiental dentro del campus universitario, asemás de fortalecer la formación profesional.

Más adelante, el capítulo *Horticultura ambiental y soberanía alimentaria: experiencia interdisciplinaria para la generación de huertos en la Universidad Autónoma de Querétaro* resalta el papel de los huertos universitarios en la promoción de la soberanía alimentaria, la producción local y la educación ambiental, demostrando cómo estos espacios fortalecen la conciencia ecológica y fomentan una relación más responsable con los sistemas alimentarios. En este sentido, el huerto se convierte en un escenario educativo donde el aprendizaje ocurre desde la experiencia directa con la naturaleza y el cultivo de alimentos. Los autores muestran cómo la producción de alimentos dentro de los espacios universitarios acerca a los estudiantes a la realidad de los sistemas agroalimentarios y promueve la soberanía alimentaria tan necesaria en estos tiempos adversos de la humanidad.

Por otro lado, en *Sembrar, aprender y conservar: experiencia de los huertos de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Queretaro*, se aborda el huerto como un espacio para la conservación ambiental, la biodiversidad y el aprendizaje activo, donde estudiantes y docentes participan en procesos de formación ecológica y sensibilización ambiental. Este capítulo muestra que los huertos favorecen el aprendizaje significativo, la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de competencias profesionales, Asimismo, permiten desarrollar valores de cuidado, responsabilidad y respeto por el medio ambiente, fortaleciendo la formación integral de la comunidad universitaria y acción comunitaria en favor de la sostenibilidad socioambiental.

El capítulo *Aula Viva del Desierto Chihuahuense: experiencias de un espacio agroecológico y un jardín xerófilo universitario* presenta una experiencia adaptada a ecosistemas áridos, demostrando cómo los huertos pueden transformar las condiciones climáticas y territoriales específicas en herramientas didácticas mediante estrategias agroecológicas contextualizadas, el territorio mismo se convierte en maestro. Aquí, el huerto y el jardín xerófilo funcionan como aulas vivas donde se promueve la adaptación climática, la educación ambiental contextualizada y la conservación de especies propias del desierto. Finalmente, el capítulo *Educación agroecológica digital: Aprendizaje Basado en Retos asistido con Inteligencia*

Artificial en el huerto universitario FACIATEC introduce una perspectiva innovadora al integrar agroecología, tecnologías digitales e inteligencia artificial, evidenciando que los huertos universitarios también pueden convertirse en espacios de innovación pedagógica y tecnológica. Esta experiencia demuestra que el aprendizaje agroecológico puede fortalecerse mediante herramientas digitales, metodologías activas y procesos interdisciplinarios orientados a la resolución de problemas reales. El huerto universitario no representa un retorno al pasado, sino una plataforma para construir el futuro desde la sostenibilidad y la innovación.

En conjunto, el libro demuestra que los huertos universitarios representan mucho más que espacios de producción agrícola; son escenarios de transformación educativa, social y ambiental donde convergen distintas disciplinas y actores para construir conocimientos, fortalecer comunidades y generar soluciones sostenibles frente a los desafíos actuales. Sembrar un huerto universitario también es sembrar comunidad, cogenerar conocimientos e impulsar la sostenibilidad. Cada experiencia presentada confirma que los huertos universitarios funcionan como verdaderos laboratorios vivos, capaces de integrar investigación, aprendizaje práctico, innovación tecnológica, sostenibilidad y acción colectiva, promoviendo una educación más participativa, crítica e interdisciplinaria.

Evaluación de la calidad del suelo para mejorar su manejo en huertos de la Universidad Veracruzana

Assessment of Soil Quality to Improve Its Management in Gardens of the Universidad Veracruzana

María Isabel Vilis Hernández*
Yadeneyro de la Cruz Elizondo**

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.01

Resumen

El suelo constituye un componente fundamental para el funcionamiento y la productividad de los huertos; sin embargo, su estado de salud rara vez es considerado de manera sistemática en su manejo agrícola. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de los suelos que sostienen a diez huertos que integran la Red de Huertos de la Universidad Veracruzana (REHUV) en la región Xalapa, Veracruz, con la finalidad de fortalecer su manejo agroecológico. Para ello, se aplicó el método de Evaluación Visual del Suelo (EVS) durante el periodo comprendido entre noviembre de 2021 y marzo de 2022, mediante el análisis de indicadores físicos, químicos y biológicos que permitieron caracterizar su condición de forma práctica y accesible. Los resultados indicaron que la mayoría de los suelos presentaron una calidad moderada, con potencial para la producción de alimentos, pero también con problemáticas recurrentes como compactación, limitada actividad biológica y deficiencia de materia orgánica. A partir del diagnóstico, se propusieron estrategias de manejo adaptadas a cada huerto, priorizando prácticas que favorecen su recuperación y equilibrio, como el uso de abonos orgánicos, acolchado, manejo del agua y diversificación de cultivos. Esta experiencia subraya la importancia de conocer el suelo antes de intervenirlo, como base para una gestión integral que evite su deterioro y promueva su conservación.

Palabras clave: agricultura urbana, agroecología, conservación del suelo, diagnóstico edáfico, evaluación visual del suelo.

* Especialista en Diagnóstico y Gestión Ambiental. Estudiante en Universidad Veracruzana, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-9585-6672. Correo electrónico: zs21000323@estudiantes.uv.mx.

** Doctor en Educación. Profesor de Tiempo Completo en Facultad de Biología-Región Xalapa, Universidad Veracruzana, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2034-6637. Correo electrónico: ydelacruz@uv.mx.

Abstract

Soil constitutes a fundamental component for the functioning and productivity of gardens; however, its health status is rarely considered systematically in agricultural management. In this context, the objective of this study was to assess the quality of soils supporting ten gardens that are part of the Universidad Veracruzana Garden Network (REHUV) in the Xalapa region, Veracruz, in order to strengthen their agroecological management. To this end, the Visual Soil Assessment (VSA) method was applied between November 2021 and March 2022, through the analysis of physical, chemical, and biological indicators that allowed for a practical and accessible characterization of soil conditions. The results indicated that most soils exhibited moderate quality, with potential for food production, but also presented recurring issues such as compaction, limited biological activity, and low organic matter content. Based on the diagnosis, management strategies tailored to each garden were proposed, prioritizing practices that promote soil recovery and balance, such as the use of organic amendments, mulching, water management, and crop diversification. This experience underscores the importance of understanding soil conditions prior to intervention, as a foundation for integrated management that prevents degradation and promotes conservation.

Keywords: *urban agriculture, agroecology, soil conservation, soil diagnosis, visual soil assessment.*

Introducción

El suelo, un recurso natural y componente esencial de los agroecosistemas, está constituido por minerales, materia orgánica, aire, agua y una amplia diversidad de organismos que interactúan de manera dinámica. De acuerdo con la FAO, este recurso sostiene procesos ecológicos clave y provee servicios ecosistémicos indispensables para la vida. Desde la agroecología, el suelo es entendido como un sistema vivo cuya funcionalidad depende del equilibrio entre sus componentes. Su degradación o pérdida son prácticamente irreversibles en escalas de tiempo humanas, lo que subraya su carácter finito y no renovable (FAO, 2018; de la Cruz-Elizondo y Fontalvo-Buelvas, 2019a).

La salud del suelo se refleja a través de un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas, que determinan su capacidad para cumplir sus funciones ambientales edáficas. Las propiedades físicas, como la textura, estructura, agregados y porosidad influyen en la infiltración y retención de agua. Las propiedades químicas, como el pH y la materia orgánica, condicionan la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la actividad microbiana. Por su parte, las propiedades biológicas regulan procesos como la descomposición de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes (Astier-Calderón et al., 2002; Vallejo-Quintero, 2013).

Este bien natural cumple múltiples funciones esenciales para los ecosistemas y la sociedad, destacando su papel en la producción de alimentos y fibras. Según la FAO, interviene en el almacenamiento de carbono, la regulación del clima y la purificación del agua. En sistemas agrícolas, estas funciones se relacionan directamente con la fertilidad y productividad del suelo.

En la agroecología, su conservación resulta central para sostener sistemas alimentarios resilientes y ambientalmente responsables (FAO, 2015c; 2017). Los conceptos de salud y calidad del suelo se refieren al grado en que este mantiene sus funciones ecológicas y productivas a lo largo del tiempo. Navarrete y colaboradores (2011) señalan que estas características son dinámicas y responden al uso y manejo del recurso. Cambios en las prácticas agrícolas pueden mejorar o deteriorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Por ello, evaluar el estado del suelo permite comprender su funcionalidad y orientar decisiones de manejo adecuadas (Vallejo-Quintero, 2013).

El uso del suelo sin un diagnóstico previo de su calidad puede provocar procesos de degradación difíciles de revertir. Astier-Calderón y colaboradores, advierten que prácticas inadecuadas favorecen la compactación, la erosión y la pérdida de materia orgánica, mismas que afectan la estructura del suelo y reducen su capacidad para suministrar agua y nutrientes a las plantas. En consecuencia, la ausencia de información sobre su condición limita la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Astier-Calderón et al., 2002; FAO, 2015b).

En los últimos años, los huertos agroecológicos se han consolidado como agroecosistemas urbanos con múltiples beneficios sociales y ambientales. Sin embargo, diversos estudios señalan que su establecimiento suele realizarse sin considerar la calidad del suelo lo cual representa un problema porque para que los huertos urbanos existan y funcionen de manera sostenible, se necesitan suelos capaces de sustentar el crecimiento de los cultivos (García, 2013; Gutiérrez, 2020). Desafortunadamente, los suelos urbanos presentan alta heterogeneidad en su composición y antecedentes de uso, lo que limita su aptitud agrícola, debido a que frecuentemente se encuentra compactados, con baja materia orgánica y limitada actividad biológica (de la Cruz-Elizondo y Fontalvo-Buelvas, 2019b).

Ante este contexto, el diagnóstico edáfico se vuelve una herramienta fundamental para evaluar la condición del suelo antes de intervenirlo. Navarrete y colaboradores (2011), destacan la importancia de seleccionar indicadores sensibles a los cambios de manejo, que a su vez permitan analizar de manera integrada las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Para esto, existen metodologías cualitativas como la Evaluación Visual del Suelo (EVS), una herramienta clave y sencilla que sirve para determinar la calidad de un suelo, así como monitorear los cambios que ocurren después de un ciclo agrícola. Esta metodología está basada en la observación visual de parámetros importantes de dicho recurso, como la textura, estructura, consistencia, porosidad o presencia de lombrices, mismos que se ordenan en tarjetas de calificación y fungen como indicadores del estado de la calidad del suelo (Benites, 2006).

En la capital del estado de Veracruz, la Universidad Veracruzana ha impulsado desde 2010 la creación de huertos educativos en distintas facultades e institutos. En 2017, a través de la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, se consolidó la Red de Huertos Universitarios (REHUV), una iniciativa que busca fortalecer el intercambio de saberes y brindar acompañamiento técnico para el manejo agroecológico de los huertos. No obstante, a pesar de la expansión de huertos educativos y urbanos, existía un vacío de información sobre la condición

de sus suelos y su aptitud para el uso agrícola (CoSustenta, 2021); ya que la mayoría de las experiencias priorizaron el diseño productivo o educativo sin contar previamente con un diagnóstico edáfico. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de los suelos de diez huertos que forman parte de la REHUV en la región Xalapa, a través de la EVS y mediante los resultados obtenidos se buscó proponer prácticas agroecológicas orientadas a su conservación y manejo integral (FAO, 2015a; Navarrete et al., 2011).

Métodos

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto; iniciando con el cualitativo de tipo descriptivo, con un alcance diagnóstico, orientado a evaluar la calidad del suelo en huertos universitarios mediante trabajo de campo. También fue cuantitativo ya que se hicieron determinaciones, y este enfoque permitió caracterizar el estado actual de los suelos a partir de la observación directa e interpretación de indicadores físicos, químicos y biológicos, sin recurrir a experimentación controlada. El trabajo se concibió como un diagnóstico edáfico aplicado, adecuado para contextos agroecológicos y educativos, donde el interés central es comprender la condición del suelo para orientar su manejo. Desde esta perspectiva, la evaluación se enfocó en identificar problemáticas y potencialidades del suelo como base para proponer prácticas de gestión integral acordes con los parámetros y objetivos de los huertos estudiados.

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Xalapa-Enríquez, ubicada en la zona central del estado de Veracruz. La ciudad se sitúa entre las zonas seca y templada húmeda, con clima templado húmedo con lluvias abundantes en verano y una topografía irregular de origen volcánico (Rossignol, 1987; Torres et al., 2012). Estas condiciones, junto con su ubicación de transición, favorecen una alta diversidad florística, con aproximadamente 1,300 especies de las 7,500 registradas en el estado, predominando el bosque mesófilo de montaña, además de encinares, pinares y selva baja caducifolia (Castillo-Campo, 1991). En conjunto, estos factores ambientales influyen directamente en la formación, estructura y comportamiento de los suelos urbanos presentes en la región.

En la Figura 1 se ubican los diez huertos estudiados distribuidos en la Ciudad de Xalapa; Cada uno funciona de manera autónoma, con objetivos y mecanismos propios de operación (CoSustenta, 2021). Sin embargo, las condiciones edáficas y topográficas descritas anteriormente influyen directamente en el rendimiento y manejo de estos espacios, ya que determinan factores clave como la retención de agua, la disponibilidad de nutrientes, la estabilidad del terreno y la facilidad para implementar prácticas agroecológicas. Por ello, comprender la diversidad y particularidades del suelo en cada huerto es fundamental para proponer una gestión integral que permita optimizar su funcionamiento y garantizar la producción de alimentos sanos.

En la Tabla 1 se describen algunos aspectos de cada uno de los diez huertos universitarios pertenecientes a la REHUV, distribuidos en distintos puntos de la ciudad y gestionados de manera

autónoma por cada entidad académica. La diversidad edáfica y topográfica de Xalapa representa un escenario relevante para evaluar la calidad del suelo y su aptitud para el manejo agroecológico en espacios educativos (INEGI, 2017; CoSustenta, 2021).

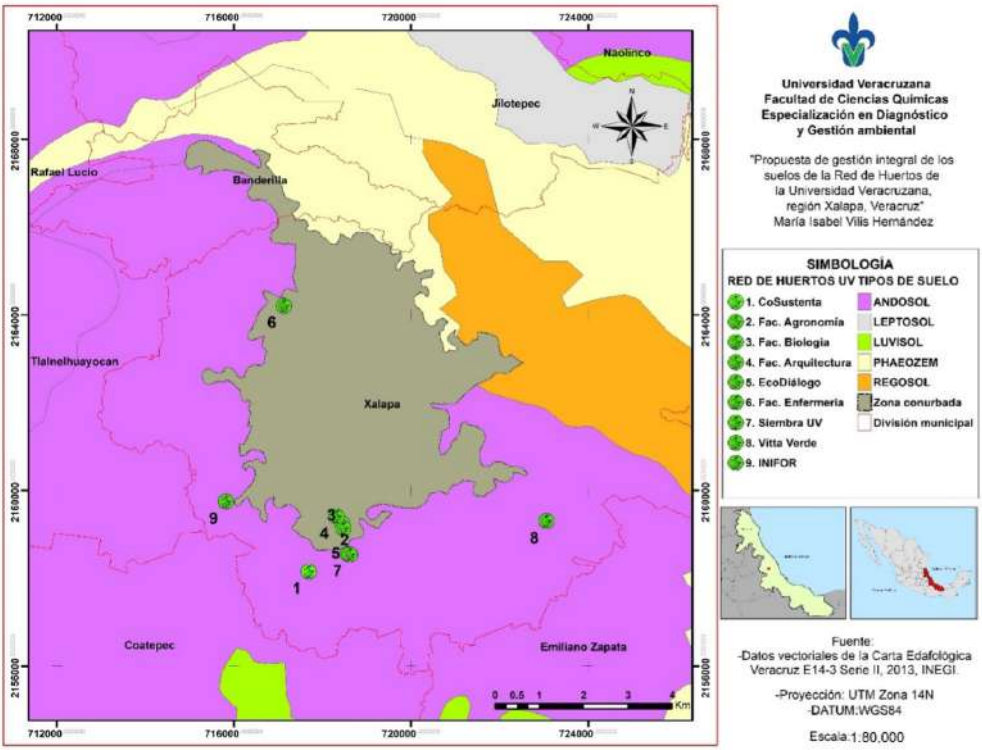


Figura 1. Ubicación de los diez huertos de la REHUV muestreados distribuidos en Xalapa, Veracruz. Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 1. *Huertos que integran la REHUV en la región Xalapa*

Nombre y año de creación	Tipo de huerto y extensión superficial	Objetivos
Huerto de la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, 2011.	Huerto blando (en suelo) y duro (en contenedores) de aproximadamente 40 m^2.	Espacio demostrativo en el que trabajadores y visitantes pueden observar diversas técnicas de cultivo de alimentos sanos en áreas reducidas.
Huerto de la Facultad de Ciencias Agrícolas, 2018.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 450 m^2.	Apoyar las funciones sustantivas de la Facultad, al fungir como espacio para prácticas de Experiencias Educativas, Experiencias Recepcionales, S.S. y trabajos de investigación de licenciatura y posgrado.
Huerto Agroecológico de la Facultad de Biología, 2014.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 300 m^2.	Aula al aire libre que apoya las funciones sustantivas de la Facultad. En él, catedráticos de diversas áreas desarrollan sesiones de docencia, prácticas escolares y actividades de extensión y vinculación.

Huerto de la Facultad de Arquitectura, 2021.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 170 m^2.	Funcionar como un espacio demostrativo en el que estudiantes y académicos desarrollan proyectos que vinculan los huertos con la experimentación arquitectónica y artística.
Huerto del Centro de Eco-alfabetización y Diálogo de Saberes, 2011.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 110 m^2.	Fomentar el aprendizaje y la convivencia entre los trabajadores de EcoDiálogo. El huerto busca demostrar y enseñar cómo cultivar alimentos sanos para que esta experiencia pueda replicarse en otros espacios.
Jardín Universitario de la Facultad de Enfermería, 2001.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 60 m^2.	Apoyar las funciones sustantivas de las asignaturas *Práctica Profesional Comunitaria* y *Atención Primaria de Salud*. Promover el conocimiento, la desmitificación de especies vegetales de la región y elaboración de remedios tradicionales.
Siembra UV, 2011.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 400 m^2.	Contribuir a la sustentabilidad mediante el aprendizaje significativo y la comunicación ambiental. En este espacio se imparten asignaturas orientadas a técnicas de cultivo sustentables donde se experimentan prácticas optimizan el uso del agua.
Vitta Verde Huerto del Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas, 2019.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 110 m^2.	Promover que las personas trabajadoras del Instituto aprendan a cultivar sus propios alimentos. Asimismo, busca demostrar que es posible establecer huertos en cualquier espacio e incluso sin contar con conocimientos especializados en el tema.
Huerto del Instituto de Investigaciones Forestales, 2022.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 120 m^2.	Aprovechar el espacio para que estudiantes que cursan asignaturas del INIFOR puedan realizar prácticas y desarrollar investigaciones sobre el cultivo de alimentos en huertos urbanos.
Huerto de la Clínica de Salud Reproductiva y Sexual, 2021.	Huerto blando (en suelo) de aproximadamente 24 m^2.	Demostrativo para las personas que visitan la CURSS. Experimental para los estudiantes que realizan prácticas de cultivo y transformación de plantas medicinales.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Muestreo

El muestreo se realizó entre noviembre de 2021 y marzo de 2022. En los huertos con superficies mayores a 100 m² se establecieron transectos lineales de 20 m con cinco puntos de muestreo separados cada 5 m, mientras que en aquellos con superficies menores se trazaron transectos de 10 m con tres puntos de muestreo. Las diferencias en el diseño del muestreo respondieron a la extensión y disposición espacial de cada huerto, con el fin de obtener información representativa de las áreas cultivadas. En todos los casos, el muestreo se realizó exclusivamente en zonas de cultivo, evitando pasillos y áreas no productivas.

Para la obtención de las muestras se delimitaron cuadrantes de 25 × 25 cm y 30 cm de profundidad, destinados al análisis de parámetros físicos y biológicos del suelo. De manera complementaria, se extrajeron monolitos de 10 × 10 cm y 10 cm de profundidad para la evaluación de parámetros fisicoquímicos. Las muestras fueron procesadas y evaluadas directamente en cada huerto mediante la metodología de la guía técnica de campo Evaluación Visual del Suelo (Benites, 2006) y el manual *Soil Testing Methods* (FAO, 2020). Los resultados se registraron en tarjetas de calificación adaptadas de las guías técnicas de EVS (Benites, 2006; FAO, 2020), lo que permitió estandarizar la evaluación entre los distintos sitios.

Evaluación de la calidad de los suelos

Los parámetros físicos, químicos y biológicos evaluados se muestran en la tabla 2, fueron seleccionados por su relevancia para diagnosticar la calidad del suelo en sistemas agrícolas y agroecológicos, y se calificaron mediante una escala ordinal que considera condiciones: pobre = 0, moderada = 1 y buena = 2 (Benites, 2006). Los datos obtenidos se sistematizaron en bases de datos y se sometieron a análisis estadísticos descriptivos utilizando el programa Microsoft Excel, versión 2019. Posteriormente, los resultados fueron comparados con los criterios establecidos en guías técnicas de EVS (Benites, 2006; FAO, 2020) y con los rangos de referencia definidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 para el caso del pH del suelo (DOF, 2001). Esta evaluación permitió determinar la calidad del suelo de cada huerto y sustentar el diagnóstico edáfico.

Tabla 2. *Parámetros seleccionados para la EVS*

Tipo de indicador	Parámetros evaluados
Físicos	Textura, Estructura, Porosidad, Velocidad de infiltración, Penetrabilidad.
Químicos	Potencial de hidrógeno (pH), Materia orgánica.
Biológicos	Grupos funcionales, Número de lombrices, Profundidad de raíces, Presencia de hojarasca.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Elaboración de propuestas para la gestión integral del suelo

De manera complementaria, durante las visitas de campo se registraron características generales relacionadas con la organización, funcionamiento y manejo de cada huerto, así como información sobre su historia y objetivos, obtenida mediante entrevistas directas con las personas responsables. La integración de esta información permitió contextualizar los resultados del diagnóstico y reconocer fortalezas, limitaciones y oportunidades de mejora específicas. Con base en el diagnóstico de la calidad del suelo y las particularidades de cada huerto, se elaboraron propuestas orientadas a la gestión integral del recurso, enfocadas en prácticas agroecológicas que favorecen la conservación, recuperación y uso sostenible del suelo.

Resultados

Los huertos de la región Xalapa que integran la REHUV presentan una notable diversidad en sus condiciones edáficas, asociada tanto a su ubicación dentro de la ciudad como a los usos previos del suelo. Todos los huertos evaluados se localizan en entornos urbanizados y, en su mayoría, fueron establecidos sobre terrenos con presencia de escombros y restos de construcción, lo que influye directamente en sus propiedades físicas y en su calidad inicial.. A continuación, se presenta la Tabla 3 con los resultados obtenidos en cada huerto, de acuerdo con los parámetros analizados de las propiedades del suelo y en seguida se describen. En la figura 2 se logran apreciar algunos aspectos de los diez huertos evaluados, se puede apreciar la infraestructura del huerto, su exposición, su visibilidad, su agrobiodiversidad y algunas prácticas agroecológicas.

Tabla 3. *Resultados de la Evaluación Visual del Suelo de 10 huertos integrantes de la REHUV en la región Xalapa*

Parámetro		Huertos Universitarios Evaluados									
		Co-Sustenta	Ciencias Agrícolas	Biología	Arquitectura	Eco-Diálogo	Enfermería	Siembra UV	IIESCA	INIFOR	CUSRS
Físico	*Textura*	Franco arcillo arenoso	Arcillo arenoso	Franco arenoso	Arcillo arenoso	Franco	Franco arenoso	Franco arcilloso	Franco arcillo limoso	Franco	Franco arcilloso
	Estructura	Buena	Pobre	Moderada	Pobre	Buena	Pobre	Buena	Moderada	Moderada	Buena
	Porosidad	Buena	Pobre	Moderada	Moderada	Buena	Moderada	Buena	Moderada	Moderada	Buena
	Velocidad de Infiltración	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Moderada
	Penetrabilidad	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Moderada	Buena	Pobre	Pobre	Buena
Químico	*pH*	Buena	Buena	Buena	Moderada	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Moderada
	Materia orgánica	Buena	Pobre	Moderada	Pobre	Buena	Buena	Buena	Pobre	Buena	Moderada
Biológico	*Grupos funcionales*	8/10	9/10	7/10	6/10	7/10	7/10	5/10	8/10	9/10	5/10
	Número de lombrices	Pobre	Pobre	Buena	Moderada	Pobre	Buena	Pobre	Buena	Buena	Pobre
	Profundidad de raíces	Buena	Moderada	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
	Presencia de hojarasca	Pobre	Pobre	Pobre	Moderada	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre
Calidad del suelo		***Buena***	***Moderada***	***Moderada***	***Moderada***	***Buena***	***Moderada***	***Buena***	***Moderada***	***Moderada***	***Moderada***

Fuente: Elaboración personal (2022).
Notas: Uso del suelo: Cultivo de hortalizas, medicinales, aromáticas, ornamentales y para atraer especies de polinizadores. Temporalidad: Otoño-Invierno de 2021-2022. Humedad: moderada.



Figura 2. Vista de los diez huertos evaluados. *Notas:* A. CoSustenta, B. Ciencias Agrícolas, C. IIESCA, D. INIFOR, E. Arquitectura, F. Siembra UV, G. Biología, H. EcoDiálogo, I. CUSRS, J. Enfermería. Fuente: Elaboración propia (2026).

Propiedades físicas

En términos físicos, los suelos presentaron predominantemente texturas franco-arenosas y franco-arcillosas, con excepciones puntuales donde se identificaron condiciones arcillosas. En cuanto a la estructura, se observaron tres categorías: suelos con estructura buena, caracterizados por agregados finos y friables; suelos con estructura moderada, con presencia combinada de terrones y agregados; y suelos con estructura pobre, dominados por bloques compactos que limitan la aireación y el crecimiento radicular. La porosidad se clasificó mayoritariamente como buena o moderada, con presencia de espacios porosos adecuados para la circulación de aire y agua; sin embargo, se identificaron casos con porosidad baja. La infiltración se clasificó en general como adecuada, aunque algunos huertos presentaron infiltración lenta. En relación con la penetrabilidad, la mayoría de los suelos presentaron condiciones favorables para el desarrollo radicular, aunque en algunos casos se detectaron niveles altos o moderados de compactación.

Propiedades químicas

En cuanto a las propiedades químicas, los valores de *pH* se mantuvieron dentro de rangos adecuados para la producción agrícola en la mayoría de los huertos. Por su parte, el contenido de *materia orgánica* mostró mayor variabilidad, con suelos que presentan niveles adecuados y otros con deficiencias asociadas a la ausencia de prácticas de incorporación de residuos orgánicos.

Propiedades biológicas

Respecto a las propiedades biológicas, la mayoría de los huertos presentó una diversidad buena o moderada de grupos funcionales de fauna edáfica. No obstante, algunos casos mostraron menor diversidad. De manera similar, la cantidad de lombrices varió entre huertos, con sitios que presentan condiciones biológicas favorables y otros con baja actividad. La profundidad de raíces fue adecuada en la mayoría de los casos; sin embargo, en algunos huertos la presencia de escombros a poca profundidad limita el desarrollo radicular. Asimismo, la ausencia de hojarasca fue prácticamente generalizada, lo que muestra una limitada incorporación de residuos orgánicos en la superficie.

Diagnóstico de la calidad de los suelos

Los resultados evidencian una variabilidad importante en la calidad de los suelos, con condiciones que van de moderadas a buenas, así como la presencia de limitaciones específicas que pueden afectar su funcionamiento y manejo. Con base lo anterior, se diagnosticó que, los suelos de tres huertos presentaron una calidad *buena* y los demás una calidad *moderada* (Tabla 4). La condición buena de los suelos de los huertos de CoSustenta, EcoDiálogo y Siembra UV fue atribuible a varios factores. Primero, estos huertos se ubican en instituciones orientadas al desarrollo de prácticas de sustentabilidad, donde periódicamente se implementan técnicas para la producción de alimentos sanos, eje central de su trabajo. Además, estos huertos se encuentran en espacios con menor perturbación antropogénica, a diferencia de los otros siete huertos, que

están situados en zonas que previamente funcionaron como depósitos informales de escombros, residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial, generados durante la construcción de los edificios circundantes.

Tabla 4. *Diagnóstico de la calidad del suelo de los huertos de la REHUV en la región Xalapa*

Calidad buena	Calidad moderada
CoSustenta EcoDiálogo Siembra UV	Biología, INIFOR, Enfermería, IIESCA, CUSRS, Arquitectura, Agronomía

Fuente: Elaboración propia (2022).

En cuanto a los huertos de Biología, INIFOR, Enfermería, IIESCA y CUSRS, sus suelos demostraron tener calidad moderada, pero se aproximan a una calidad buena. Sin embargo, sus principales limitaciones identificadas fueron la ausencia de acolchado y de materia orgánica, lo que afecta la retención de humedad y la actividad de la fauna edáfica. En el caso particular del huerto del INIFOR, este fue establecido en febrero de 2022 por lo que la evaluación se realizó antes del inicio de las actividades de cultivo, permitiendo así formular recomendaciones oportunas para un manejo adecuado desde el inicio. Además, este suelo ha recibido un impacto antropogénico mínimo, dado que se ubica en un fragmento de bosque secundario utilizado previamente para estudios de germinación de especies forestales.

Por otro lado, los suelos de los huertos de Arquitectura y Ciencias Agrícolas presentaron una condición moderada, con puntajes inferiores respecto a los demás huertos. Esta situación se atribuye a la presencia de escombro a escasos 15–30 cm de profundidad, lo que dificultó las pruebas de penetrabilidad y profundidad de raíces. A ello se suma la escasa disponibilidad de luz solar: en Ciencias Agrícolas, por la sombra de edificios, y en Arquitectura, por la presencia de árboles de eucalipto de gran porte. Ambas condiciones generan exceso de humedad e incluso encharcamientos en temporada de lluvias.

Propuesta de gestión

A partir del diagnóstico, y considerando los objetivos y características particulares de cada huerto, se diseñó una propuesta de gestión integral del suelo, cuyas acciones se presentan en orden de prioridad y responden directamente a las limitaciones identificadas en los huertos evaluados, particularmente aquellas relacionadas con la compactación, la baja incorporación de materia orgánica y la actividad biológica. Esta propuesta se orienta a la mejora, conservación y aprovechamiento de las propiedades del suelo, entendido como componente central del huerto, aunque no el único para garantizar la sustentabilidad del sistema en su conjunto.

Selección del sitio para establecer un huerto

Antes de establecer un huerto, es importante reflexionar sobre la elección del lugar donde se quiere ubicar, ya que esta es una de las decisiones más relevantes en la planeación. Por ello, se

recomienda establecer huertos urbanos en terrenos donde se conozca su historia, es decir, qué sucedía antes en dicho terreno, para qué lo usaban. Una vez teniendo conocimiento de ello, debería considerarse lo siguiente: ubicarlos en espacios visibles; preferentemente a cielo abierto; con exposición directa al sol al menos entre 6-8 horas diarias; en caso de haber barreras naturales como árboles o artificiales como edificios, que estos no representen un riesgo o limiten la entrada de luz solar o circulación del aire; con acceso cercano y constante a un suministro de agua. Considerar que el relieve sea plano o con poca pendiente, que no sufra de inundaciones en época de lluvias, que no esté compactado o al menos sea fácil de trabajar con pala y en caso de haber escombros o basura en los primeros 30 cm de profundidad, retirarlos y depositarlos en sitios adecuados, ya que su acumulación modifica el pH del suelo, lo compacta, limita la infiltración de agua y el crecimiento de las raíces. Una vez seleccionada el área del huerto y realizado las primeras labores para su establecimiento, se recomienda lo siguiente:

Tabla 5. *Propuesta para la gestión integral del suelo de los huertos de la REHUV en Xalapa*

Prioridad	**Propiedades físicas**	**Propiedades químicas**	**Propiedades biológicas**
ALTA (Acciones inmediatas a realizar en los primeros 3 meses)	*Para mejorar la textura, estructura, porosidad y velocidad de infiltración:* ☐ En suelos blandos, aplicar la técnica biointensiva de doble excavación (60 cm de profundidad). ☐ En suelos compactos, remover el suelo hasta alcanzar mínimo 30 cm de profundidad. ☐ En el caso suelos muy compactados, será necesario hacer camas elevadas, que tengan de entre 30 a 60 cm de altura, de esta forma se asegurará el crecimiento óptimo de las raíces de casi cualquier cultivo. ☐ Incorporar materia orgánica fresca (restos orgánicos, estiércol descompuesto de vaca, caballo, conejo, o borrego) para mejorar la agregación del suelo. ☐ Priorizar el cultivo de especies aromáticas, medicinales, condimentos o	*Para regular el pH y aumentar el contenido de Materia Orgánica:* ☐ Incorporar abonos orgánicos estabilizados (composta, lombricomposta) al iniciar cada ciclo de cultivo.	*Para aumentar los grupos funcionales de fauna edáfica, número de lombrices, profundidad de raíces y presencia de hojarasca:* ☐ Acolchado: Cubrir el suelo de las camas y contenedores de cultivo con hojarasca seca (hojas de árboles, poda del jardín o arvenses). ☐ Fomentar la asociación de cultivos, es decir, combinar en una misma cama de cultivo o área del huerto varias especies pertenecientes a diferentes grupos de familias botánicas, de esta forma la competencia entre plantas por nutrientes, espacio y luz solar disminuye, e incluso favorece las interacciones con especies de animales polinizadores. ☐ Fomentar la rotación de cultivos, es decir, no sembrar las mismas especies de plantas en los mismos lugares, sino cambiar los cultivos de lugar para evitar el desgaste de nutrientes y la presencia de plagas o enfermedades.

	que atraigan polinizadores y requieran pocos cuidados. ☐ Priorizar el cultivo de especies con raíces pequeñas y/o superficiales, de ciclo corto (lechuga, acelga, cilantro). ☐ Hacer uso racional y eficiente del agua para los riegos, ya que de esta forma se evita el estrés hídrico en los cultivos y los problemas de saturación de agua en el suelo.		☐ Evitar el uso de sustratos y herramientas de las cuales se desconoce su procedencia, ya que esto puede generar un desequilibrio ecológico en el suelo si estas llegasen a estar contaminadas y propagar enfermedades. ☐ Lavar o mantener limpias las herramientas del huerto, para evitar la propagación de enfermedades en cultivos, raíces y suelo.
MEDIA (Acciones a realizar antes de los primeros 6 meses o al finalizar el primer ciclo de cultivo)	☐ Incorporar materiales granulares livianos como el tepojal, vermiculita, fibra de coco seca, entre otros, para que éstos favorezcan la creación de poros para el transporte de agua y oxígeno, así como el anclaje de las raíces. ☐ Priorizar cultivos de raíz, como bulbos o tubérculos (cebollines, cebollas, rábanos, zanahorias, papa, camote, jícama) en asociación, para evitar la compactación del suelo a largo plazo.	☐ Implementar un módulo para el compostaje de hojarasca y residuos orgánicos provenientes de las podas del huerto, áreas verdes circundantes y cocina. ☐ Establecer cultivos de cobertura como frijoles (ejotes), habas, chicharos, para aumentar la retención de agua, nutrientes y fijar nitrógeno. ☐ Periódicamente, incorporar harinas de roca o huesos, ceniza de madera o tierra de diatomeas para reponer minerales y prevenir deficiencias a largo plazo.	☐ Mantener las camas y contenedores de cultivo con acolchado, haya o no cultivos, incluso en periodo vacacional, de esta forma se evita el crecimiento de arvenses, pérdida de humedad y erosión. ☐ Realizar podas de arvenses o plantas no deseadas, para evitar la competencia por nutrientes, luz solar y espacio contra los cultivos deseamos.
BAJA (Acciones a realizar después de los primeros 6 meses o hasta el primer año del huerto)	☐ En caso de ser posible, implementar un sistema de riego por goteo para evitar saturación de agua. ☐ Remover los primeros 30 cm de suelo, para evitar su compactación ☐ Monitorear el suelo a través de una EVS, con el objetivo de registrar si hubo mejoras en las propiedades físicas del suelo y así tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento del huerto.	☐ Producir y aplicar abonos orgánicos líquidos, como los lixiviados, subproducto del compostaje y/o lombricompostaje, para estimular la microbiota edáfica y aportar nutrientes. ☐ Monitorear el suelo a través de una EVS, con el objetivo de registrar si hubo mejoras en las propiedades químicas del suelo y así tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento del huerto.	☐ Promover la creación de barreras naturales alrededor del huerto (bordes con flores nativas, aromáticas, medicinales) para atraer insectos benéficos y mejorar la biodiversidad en el sistema. ☐ Renovar el acolchado de las camas de cultivo antes de que se degrade por completo, de esta forma el suelo se mantiene protegido durante todo el ciclo de cultivo. ☐ Monitorear el suelo a través de una EVS, con el objetivo de registrar si hubo mejoras en las propiedades biológicas del suelo y así tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento del huerto.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Las prácticas agroecológicas que se recomiendan para los huertos no deben entenderse como acciones aisladas, sino como un conjunto de estrategias interrelacionadas que actúan de manera integral sobre el sistema productivo. Cada práctica influye y refuerza a las demás, generando efectos positivos simultáneos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En conjunto, las prácticas de la tabla 5 fortalecen la fertilidad y resiliencia del suelo, contribuyendo a un huerto más productivo, equilibrado y sostenible a largo plazo.

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que, en los huertos urbanos evaluados, el suelo continúa siendo un componente subestimado dentro de los sistemas de producción de alimentos, a pesar de constituir la base física, química y biológica que sostiene su funcionamiento. Esta situación resulta especialmente relevante, ya que, como se ha señalado en la literatura, el suelo no solo provee nutrientes, sino que también alberga procesos ecológicos esenciales para la productividad y sostenibilidad de los agroecosistemas (FAO, 2015; De la Cruz-Elizondo y Fontalvo-Buelvas, 2019a).

En este sentido, los hallazgos del presente estudio confirman que, aun cuando los huertos forman parte de iniciativas agroecológicas, el conocimiento y la consideración del suelo en su establecimiento y manejo siguen siendo limitados. Esta omisión también se refleja en decisiones clave como la selección del sitio, puesto que con frecuencia se asume que cualquier espacio es apto para el cultivo, sin considerar las condiciones edáficas previas ni sus implicaciones en el funcionamiento del sistema productivo. Este aspecto es importante ya que más de algunos de los principios de la agroecología como es incentivar la salud el suelo, favorecer las sinergias, reciclaje y eficiencia consideran al suelo como eje central para alcanzarlos, por lo que debería ser una prioridad antes del establecimiento de un huerto y durante el mantenimiento de este para asegurar su funcionamiento adecuado (FAO, 2015b; Nicholls et al., 2015; Sarandon y Flores, 2014).

En términos generales, la calidad moderada predominante en la mayoría de los huertos indica que estos sistemas mantienen un potencial productivo funcional, aunque con limitaciones que restringen su desempeño óptimo. Este resultado es coherente con lo reportado en estudios previos realizados en contextos similares, donde los suelos urbanos suelen presentar alteraciones derivadas de su uso previo, la presencia de escombros y la intervención antrópica constante (De la Cruz-Elizondo y Fontalvo-Vuelvas, 2019b; Peña et al., 2021). No obstante, la variabilidad observada entre huertos pone en evidencia que las condiciones edáficas no son homogéneas, incluso dentro de una misma región, lo que refuerza la necesidad de diagnósticos específicos antes de implementar estrategias de manejo agrícola.

Uno de los aspectos más relevantes identificados en este estudio es la influencia del uso previo del suelo en su condición actual. La presencia de escombros a poca profundidad, detectada en varios huertos, se asocia directamente con problemas de compactación, baja penetrabilidad y

limitaciones en el desarrollo radicular. Este tipo de alteraciones coincide con lo señalado en la literatura sobre suelos urbanos, donde los materiales de construcción modifican la estructura, la porosidad y la dinámica hídrica del suelo (Logsdon y Sauer, 2017). En consecuencia, estos factores no solo afectan el crecimiento de los cultivos, sino que también condicionan las decisiones de manejo y la viabilidad de ciertas prácticas agroecológicas.

Por otra parte, los resultados relacionados con la materia orgánica evidencian que, aunque algunos huertos presentan condiciones favorables, persisten deficiencias asociadas principalmente a la falta de incorporación sistemática de residuos orgánicos y a la ausencia de prácticas como el acolchado. Esta situación limita la capacidad del suelo para mantener su fertilidad y resiliencia, tal como lo han documentado diversos autores, quienes destacan el papel de la materia orgánica en la regulación de procesos físicos, químicos y biológicos del suelo (FAO, 2018; Vallejo-Quintero, 2013) puesto que resguardan al suelo de la deshidratación, proporciona refugio para la fauna edáfica y evitan la erosión. A diferencia de otros estudios donde estas limitaciones se asocian principalmente a condiciones ambientales, en los huertos evaluados parecen estar más vinculadas a decisiones de manejo, lo que sugiere que estas limitaciones no son inherentes al sistema, sino potencialmente reversibles mediante prácticas adecuadas.

En cuanto a los indicadores biológicos, la variabilidad en la diversidad de grupos funcionales y en la abundancia de lombrices sugiere diferencias importantes en la actividad biológica del suelo entre los huertos. Aunque en la mayoría se registraron condiciones aceptables, los casos con menor diversidad evidencian sistemas menos resilientes frente a perturbaciones. Este comportamiento coincide con lo reportado en estudios sobre fauna edáfica, donde se establece que una mayor diversidad biológica se relaciona con suelos más estables y funcionales (Zerbino y Altier, 2008; Matienzo et al., 2015). Sin embargo, la variabilidad observada entre huertos, incluso a distancias relativamente cortas, dentro de la misma ciudad, sugiere que factores locales como el manejo, el microclima y la disponibilidad de materia orgánica tienen un papel determinante en la dinámica biológica del suelo en contextos urbanos. En este sentido, los resultados obtenidos refuerzan la importancia de promover prácticas que favorezcan la biodiversidad del suelo, particularmente en contextos urbanos donde los procesos ecológicos suelen encontrarse más restringidos.

A partir de estos hallazgos, resulta evidente que el diagnóstico de la calidad del suelo constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones en huertos urbanos. La aplicación de metodologías accesibles como la Evaluación Visual del Suelo (EVS) permitió identificar de manera rápida e integral las principales limitantes y potencialidades de cada sitio, lo que coincide con lo planteado por diversos autores respecto a la utilidad de este tipo de herramientas para el manejo sostenible del suelo (Benites, 2006; FAO, 2020). En este sentido, el presente estudio no solo aporta información sobre el estado de los suelos, sino que también evidencia la pertinencia de incorporar evaluaciones sistemáticas como parte del manejo regular de los huertos urbanos, escolares y domésticos.

Finalmente, es importante señalar que uno de los principales aportes de este trabajo radica en abordar el suelo como eje central en el análisis de huertos urbanos, un enfoque que ha sido menos abordado en comparación con estudios centrados en la producción o en aspectos sociales de la agricultura urbana, lo que resalta la pertinencia de integrar evaluaciones edáficas como parte del análisis de estos sistemas. Si bien existen estudios sobre agricultura urbana, pocos profundizan en la calidad del suelo como elemento determinante del funcionamiento del sistema a pesar de ser el sostén de estos. Por ello, se considera necesario impulsar futuras investigaciones que integren evaluaciones edáficas con otros componentes del agroecosistema, así como dar seguimiento temporal a los cambios en la calidad del suelo derivados de la implementación de prácticas agroecológicas. Esto permitirá no solo fortalecer el conocimiento existente, sino también contribuir al diseño de estrategias más efectivas para la gestión integral de los huertos urbanos.

Conclusión

El presente estudio permitió evaluar la calidad de los suelos en diez huertos pertenecientes a la REHUV en la región Xalapa, evidenciando que, aunque la mayoría presenta una condición moderada, conservan un potencial productivo que puede fortalecerse mediante un manejo adecuado. Estos resultados confirman que el suelo, incluso en contextos urbanos y bajo condiciones de perturbación, mantiene su capacidad para sostener procesos agroecológicos cuando se le reconoce como un componente central del sistema.

Asimismo, se identificó que diversas limitaciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo están asociadas, en gran medida, a la ausencia de diagnósticos previos y a prácticas de manejo que no consideran su estado de salud. En este sentido, la aplicación de metodologías accesibles como la Evaluación Visual del Suelo representa una herramienta útil para generar información que oriente la toma de decisiones en estos agroecosistemas urbanos. Uno de los principales aportes de este trabajo radica en visibilizar la importancia del suelo dentro de los huertos urbanos, donde con frecuencia se priorizan otros aspectos sin considerar las condiciones edáficas. A partir del diagnóstico realizado, fue posible proponer estrategias de manejo orientadas a mejorar su calidad y, con ello, la sostenibilidad de los sistemas.

Finalmente, se concluye que el fortalecimiento de los huertos universitarios no depende únicamente de la diversificación de cultivos o de la organización social, sino del reconocimiento del suelo como una base viva que requiere ser evaluada, conservada y manejada de manera integral. En este sentido, integrar el diagnóstico edáfico como parte del establecimiento y mantenimiento de los huertos representa un criterio fundamental para la toma de decisiones y para garantizar su funcionalidad y sostenibilidad a largo plazo.

Referencias bibliográficas

Astier-Calderón, N., Maass-Moreno, M., & Etchevers-Barra, J. D. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia, 36*, 605–620.

Benites, J. (2006). *Evaluación visual del suelo: Guía de campo*. FAO.

Bernal, A., & Hernández-Jiménez, A. (2017). Influence of different systems of soil use on its structure. *Cultivos Tropicales, 38(4),* 50–57.

Castillo-Campos, G. (1991). *Vegetación y flora del municipio de Xalapa, Veracruz. Instituto de Ecología, A.C./H. Ayuntamiento de Xalapa/Programa del Hombre y la Biósfera. Xalapa*, *Veracruz.* MAB, UNESCO.

Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. (2021). *Red de Huertos Universitarios.* Universidad Veracruzana. https://www.uv.mx/cosustenta/

de la Cruz-Elizondo, Y., & Fontalvo-Buelvas, J. (2019a). *Biología del suelo.* CÓDICE Taller Editorial.

de la Cruz-Elizondo, Y., & Fontalvo-Buelvas, J. (2019b). Evaluación de la calidad del suelo de un huerto urbano en Xalapa, México. *Suelos Ecuatoriales, 49(1–2*), 29–37. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831525

de la Cruz-Elizondo, Y., & Hernández-García, D. (2021). Implementación de un huerto escolar como estrategia de educación ambiental en el Instituto Educativo José Ortega y Gasset de Xalapa, Veracruz. En R. A. Guzmán, P. D. A. Fabre, & P. G. Ortega (Coords.), *Miradas colectivas: Rutas y aportes a la sustentabilidad (pp. 281–294)*. *CÓDICE Taller Editorial.*

Diario Oficial de la Federación. (2001). *Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015a). *Carta Mundial de los Suelos.* FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015b). *El suelo es un recurso no renovable: Su conservación es esencial para la seguridad alimentaria y nuestro futuro sostenible.* FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015c). *Los suelos aportan servicios ecosistémicos que permiten la vida en la Tierra.* https://www.fao.org/soils-2015/es/

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). *The state of the world's soils in relation to food security and climate change.* FAO. https://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales.* FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *Soil testing methods. Global Soil Doctors Programme.* https://doi.org/10.4060/ca2796en

García, B. (2013). *Los huertos escolares: Una buena herramienta pedagógica en la educación primaria.* Universidad de Valladolid.

Gutiérrez, M. (2020). El huerto escolar: Una herramienta pedagógica para la conciencia medioambiental del alumnado. Revista de Educación, Innovación y Formación, 2, 43–61.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Perspectiva estadística Veracruz de Ignacio de la Llave.* INEGI.

Logsdon, S. D., & Sauer, P. A. (2017). Improved or unimproved urban areas effect on soil and water quality. *Water, 9(4), 247*. https://doi.org/10.3390/w9040247

Lok, S., & Fraga, S. (2011). Comportamiento de indicadores del suelo y del pastizal en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*/*Cynodon nlemfuensis* con ganado vacuno en desarrollo. *Cuban Journal of Agricultural Science, 45(2)*, 195–202.

Matienzo, Y., Alfonso-Simonetti, J., Vázquez, L., De la Masa, R., Matamoros, M., Díaz, Y., Torres, T., & Porras, A. (2015). Diversidad de grupos funcionales de la fauna edáfica y su relación con el diseño y manejo de tres sistemas de cultivos. *Fitosanidad, 19(1)*, 45–55.

Navarrete, A., Vela, G., López, J., & Rodríguez, M. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *ContactoS, 80*, 29–37.

Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. L. (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, *10*(1), 61-72.

Peña, D., De la Cruz-Elizondo, Y., Ruelas, L., & Fontalvo-Buelvas, J. (2021). Evaluación de la calidad del suelo en agroecosistemas tropicales de Xalapa y Emiliano Zapata, Veracruz, México. *Suelos Ecuatoriales, 51(1–2)*, 25–36.

Rivera, E., & Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Información Científica, 4*, 101–105.

Rossignol, J. (1987). Los estudios morfoedafológicos en el área Xalapa–Coatepec, Veracruz. En *La morfoedafología en la ordenación de los paisajes rurales: Conceptos y primeras aplicaciones en México* (pp. 23–30). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

Sosa, V., & Gómez-Pompa, A. (1994). *Flora de Veracruz* (Fascículo 82). Instituto de Ecología, A.C. https://doi.org/10.21829/fv.398.1994.82

Smith, J. L., & Doran, J. W. (1996). Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. En J. W. Doran & A. J. Jones (Eds.), Methods for assessing soil quality (pp. 169–185). *Soil Science Society of America*.

Torres, G., Rodríguez, M., Lermo, J., Aguirre, J., Castillo, S., Dávalos, R., & Córdoba, F. (2012). Microzonificación de peligros en áreas urbanas, México. *Revista Científica Guarracuco, 16(27),* 1–29.

United States Department of Agriculture. (1999). *Principles and practice of soil science: The soil as a natural resource* (4th ed.). Blackwell Science.

Vallejo-Quintero, V. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: Experiencia en sistemas silvopastoriles. *Colombia Forestal, 16(1),* 83–99.

Zerbino, S., & Altier, N. (2008). *La biodiversidad del suelo: Su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas.* En Suplemento tecnológico 2008 (pp. 23–25). INIA.

Evaluación del tejido social en el Huerto de la Universidad Nacional de Costa Rica

Evaluation of the social fabric in the garden of the Universidad Nacional de Costa Rica

Federico E. Alice-Guier[*]
Juan Arrieta-Arrieta[**]
María José Avellán-Zumbado[***]
Ana Hine Gómez[****]
Melissa Blandón Naranjo[*****]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.02

Resumen

Los huertos universitarios promueven la sostenibilidad, el aprendizaje colaborativo y la cohesión social. El huerto de la Universidad Nacional de Costa Rica se estableció en un espacio subutilizado para fortalecer el tejido social dentro de la comunidad universitaria. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el tejido social generado en el Huerto Universitario luego de un año de gestión, mediante indicadores sociales como insumo para su gestión y sostenibilidad. La metodología utilizada se fundamenta en un enfoque cuantitativo, adecuado para evaluar el tejido social generado en el Huerto Universitario, ya que permite analizar las relaciones, la participación y la colaboración entre las personas involucradas. Se evaluó en 6 criterios (participación, intercambio de saberes, conexión con el sitio, autogestión, sentido de comunidad, inclusión y diversidad) y 23 indicadores, condensados en un cuestionario con escala Linkert con al menos una pregunta por indicador. El cuestionario se aplicó a estudiantes vinculados al huerto desde su inicio (2024). La puntuación obtenida fue 2,85 puntos en una escala de 1 a 4, indicando una

[*] Doctor en Ecología de la Producción y Conservación de Recursos. Docente en Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6155-0562. Correo electrónico: federico.alice.guier@una.ac.cr

[**] Bachiller en Ingeniería en Ciencias Forestales. Estudiante en Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-2703-6912. Correo electrónico: juan.arrieta.arrieta@est.una.ac.cr

[***] Maestra; Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-0416-4691. Correo electrónico: maria.avellan.zumbado@una.ac.cr

[****] Doctora; Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7226-2275. Correo electrónico: ana.hine.gomez@una.ac.cr

[*****] Maestra; Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-8322-4344. Correo electrónico: melissa.blandon.naranjo@una.ac.cr

capacidad moderada-alta para fortalecer el tejido social. Los criterios con puntuación de mayor a menor fueron: 1) intercambio de experiencias; 2) conexión con el lugar; 3) autogestión; 4) nivel de participación; 5) sentido de comunidad, y; 6) inclusión y diversidad. Este instrumento permitirá identificar criterios determinantes y estrategias exitosas para fortalecer el tejido social. Se espera que contribuya a facilitar su replicabilidad y a acelerar la construcción de comunidades más resilientes.

Palabras clave: *cohesión social, comunidad universitaria, intercambio de experiencias, participación comunitaria y sostenibilidad.*

Abstract

University gardens promote sustainability, collaborative learning, and social cohesion. The garden at the National University of Costa Rica was established in an underutilized space to strengthen the social fabric within the university community. The objective of this study was to assess the social fabric generated in the University Garden after one year of management, using social indicators as inputs for its management and sustainability. The methodology was based on a quantitative approach, suitable for evaluating the social fabric generated in the University Garden, as it allows for the analysis of relationships, participation, and collaboration among those involved. It was assessed across six criteria (participation, knowledge exchange, connection to the place, self-management, sense of community, inclusion and diversity) and 23 indicators, compiled into a questionnaire using a Likert scale, with at least one question per indicator. The questionnaire was administered to students involved in the garden since its inception (2024). The score obtained was 2.85 on a scale of 1 to 4, indicating a moderate-to-high capacity to strengthen the social fabric. The criteria ranked from highest to lowest were: (1) exchange of experiences; (2) connection to place; (3) self-management; (4) level of participation; (5) sense of community; and (6) inclusion and diversity. This instrument will enable the identification of key criteria and successful strategies for strengthening the social fabric. It is expected to contribute to facilitating replicability and accelerating the development of more resilient communities.

Keywords: *social cohesion, university community, exchange of experiences, community participation, and sustainability.*

Introducción

El Huerto universitario del Campus Omar Dengo de la Universidad Nacional (UNA) surge como una iniciativa del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), la Escuela de Ciencias Ambientales (EDECA), y la Escuela de Ciencias Agrarias (ECA). Se enmarca en el proyecto de "Huertos comunitarios para el fortalecimiento de la conciencia ambiental y el tejido social" y se establece como un espacio recreativo y de aprendizaje donde participan estudiantes, académicos, administrativos e inclusive personal jubilado. El proyecto busca la rehabilitación de espacios subutilizados del campus para convertirlos en áreas verdes funcionales. Se espera que estos contribuyan a reconectar con la naturaleza y como lugares de convivencia y encuentro.

Los huertos comunitarios sirven para mejorar la calidad de vida y la salud de las comunidades, y como plataforma para construir capacidad y cohesión comunitaria. Estos pueden actuar como "terceros lugares" al ofrecer entornos informales donde las personas interactúan, cooperan y fortalecen redes sociales y sentido de pertenencia (Veen et al., 2015). Las actividades propias de un huerto comunitario establecido en un barrio, universidad o escuela (i.e. sembrar, cultivar, intercambiar conocimientos agrícolas, cocinar, compartir la cosecha, etc.), son intrínsecamente sociales y actúan como puentes entre personas que de otro modo no hubieran interactuado. De esta manera, labrar la tierra y embellecer un espacio común conjuntamente no sólo produce hortalizas, sino vínculos de solidaridad. Trabajar comunalmente en proyectos de jardinería urbana estrecha lazos entre vecinos y aumenta la confianza dentro del barrio. Además, los huertos suelen atraer participantes de distintas generaciones y procedencias, facilitando el intercambio de experiencias y saberes que enriquecen el tejido social al valorar la diversidad de aportes (Fontalvo-Buelvas y de la Cruz Elizondo, 2021; Moya, 2016).

La consolidación del tejido social alude al fortalecimiento de los lazos de confianza, cooperación y sentido de comunidad entre las personas participantes. Esto se relaciona estrechamente con el concepto de capital social, que se define como "las características de la organización social, tales como las redes, las normas y la confianza, que facilitan la coordinación y la cooperación para el beneficio mutuo" (Putnam et al., 1993, p. 93). Es decir, cuánto más densas y fiables son las redes de la comunidad, mayor es su capacidad para emprender acciones colectivas afectivas. En el contexto universitario un huerto comunitario puede actuar como catalizador de ese capital social, ya que brinda oportunidades a distintos actores (estudiantes, personal docente y administrativo) para interactuar de manera regular, construyendo confianza mutua y nuevas formas de colaboración.

El capital social puede ser de enlace (bonding) o de puente (bridging) de acuerdo con Putnam et al. (1993), donde el primero fortalece la cohesión interna de grupos homogéneos y el segundo conecta a personas de diversos orígenes. Iniciativas como los huertos comunitarios tienden a generar ambos tipos, ya que refuerzan los lazos de quienes comparten intereses similares, y generan lazos entre individuos de distintas edades, disciplinas y trasfondos. Esto propicia interacciones significativas entre personas diversas, y fomenta la identidad comunitaria inclusiva. Esta cualidad de los huertos comunitarios de integrar diversidad es fundamental para la cohesión social en entornos contemporáneos, específicamente en el campus universitario.

Por lo anterior, se concibe el huerto universitario como un espacio comunitario, cultivable y auto gestionable, dónde son los mismos miembros de la comunidad universitaria quienes establecen las reglas de uso, organizan el trabajo voluntario, monitorean el cuidado del huerto y reparten sus beneficios. Esta autogestión tiene el potencial de garantizar la sostenibilidad material del huerto (riego, mantenimiento, cosecha), fortalecer el compromiso colectivo y la responsabilidad compartida (Ostrom, 2000). Son estos factores esenciales para asegurar el éxito a largo plazo de iniciativas comunitarias. El huerto universitario se convierte en un espacio donde se ponen en práctica principios de gobernanza participativa, empoderando a sus participantes y

tejiendo redes de colaboración basadas en la confianza y las normas compartidas. Esta dinámica favorece el empoderamiento de los participantes, al reconocerlos como sujetos activos en la toma de decisiones y no únicamente como ejecutores de tareas.

En un entorno universitario, los huertos añaden otros beneficios vinculados al aprendizaje y la extensión social. Por eso se han incorporado huertos en los campus para promover prácticas de sostenibilidad ambiental, y como laboratorios vivos de aprendizaje (Andaluz y Gonzalbo, 2024). La participación voluntaria en este tipo de proyectos conlleva a beneficios educativos y sociales, como la conexión con otros, la creación de relaciones de amistad, y sentido de pertenencia a una comunidad (Anderson et al., 2018). Esto redunda en un ambiente de mutuo apoyo y compañerismo. Entre los beneficios educativos reportados por los participantes se incluyeron el aprendizaje práctico en agricultura, la gestión ambiental y el desarrollo de habilidades interpersonales, comunicativas y de liderazgo (Anderson et al., 2018). Todo esto contribuye al crecimiento personal de los participantes y a su formación profesional. Los huertos universitarios funcionan como herramienta eficaz porque generan bienestar al cultivar relaciones humanas, cohesión de grupos y la promoción de valores de cooperación y ayuda mutua.

La metodología utilizada se fundamenta en un enfoque cuantitativo para evaluar el tejido social generado en el Huerto Universitario, y que permite analizar las relaciones, la participación y la colaboración entre las personas involucradas. El uso de indicadores sociales facilita medir aspectos como el sentido de pertenencia, la organización y el trabajo colectivo. De esta manera, la información obtenida permite comprender el impacto social del proyecto y generar insumos para mejorar su gestión y fortalecer su sostenibilidad (Putnam, 2000; Montero, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar el tejido social generado en el Huerto Universitario tras un año de gestión, mediante indicadores sociales que sirvan como insumo para su gestión y sostenibilidad.

Métodos

Área de estudio

El Huerto universitario se encuentra ubicado en el Campus Omar Dengo (campus central) de la Universidad Nacional, en la provincia de Heredia, Costa Rica, desde octubre de 2024. Cuenta con un área aproximada de 200 m^2 y está compuesto por zonas de siembra, organizadas en áreas destinadas a hortalizas y granos, un keyhole (huerto en ojo de cerradura) que es una cama de cultivo elevada de forma circular, con una entrada en forma de cuña que permite acceder fácilmente al centro, y en donde se siembran hortalizas; un mandala con hierbas y arbustos que atraen polinizadores y un área destinada a árboles frutales (Figura 1). El huerto está ubicado en un área estratégica de la universidad, de mucha visibilidad y de acceso libre y gratuito para toda la comunidad universitaria.



Figura 1. Huerto de la Universidad Nacional desde distintas perspectivas.
Fuente: Valeria Duarte Fernández (2024).

Enfoque de investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque predominantemente cuantitativo, orientado a medir percepciones de los participantes mediante indicadores valorados en una escala (Creswell y Creswell, 2014). El alcance fue descriptivo, ya que buscó caracterizar el aporte del huerto universitario al fortalecimiento del tejido social (Hernández Sampieri et al., 2014). Es un estudio de caso transversal socio participativo, enfocado en analizar una experiencia específica, en un tiempo limitado y dentro del contexto de la Universidad Nacional de Costa Rica (Yin, 2014).

Recolección de datos

Se construyó una herramienta de evaluación que partió de una revisión bibliográfica y de la determinación de criterios e indicadores. Se definieron seis criterios y 23 indicadores (Tabla 1) y se desarrolló un cuestionario con preguntas para cada indicador. Estas preguntas se construyeron utilizando una escala de Likert (Nemoto y Beglar, 2014), de manera que las percepciones de la comunidad hacia el huerto y de su rol en el huerto se pudieran medir. En algunos indicadores esta pregunta para medir percepción se complementó con una pregunta abierta para entender el motivo de esta percepción o información adicional que fuera útil para la gestión del huerto. También, se obtuvo información general para caracterizar la comunidad, el tiempo de vinculación al huerto y su experiencia en la participación en otros huertos.

La recolección de datos se realizó utilizando un cuestionario digital, el cual fue elaborado en la plataforma digital *Google Forms*. Este fue validado con una muestra de participantes (5 funcionarios asociados a la gestión del proyecto huertos, y una persona experta externa a la institución), y ajustado de acuerdo con las observaciones. Este cuestionario se compartió junto con un mensaje explicativo sobre el objetivo de la investigación. Siguiendo los principios éticos, se garantizó la confidencialidad de las respuestas y de los datos recolectados. El cuestionario

permaneció activo en línea durante un mes (15 noviembre 2025 - 15 diciembre de 2025). La muestra estuvo constituida por personas estudiantes de la Sede Omar Dengo de la Universidad Nacional que asistieron al menos una vez al Huerto Universitario desde su establecimiento en 2024. En total se obtuvieron 30 respuestas que cumplieron con este requisito. El muestreo utilizado fue de tipo no probabilístico, por conveniencia y autoselección; por lo tanto, los resultados obtenidos tienen un alcance descriptivo.

Análisis de datos

Los resultados de las preguntas para cada indicador se sistematizaron utilizando una ponderación entre la escala Linkert (i.e. de 1 a 4; en donde e.g. 1= No conozco y 4= Conozco claramente) y el número de respuestas (30; Ecuación 1). De esta forma fue posible obtener un resultado numérico por indicador. Los resultados de cada indicador se promediaron para obtener el resultado por criterio (Ecuación 2), y los resultados de los criterios para obtener la evaluación final del huerto (Ecuación 3). Así se construyó un índice compuesto de tejido social del huerto universitario que permite sintetizar en un valor único el desempeño del huerto en las distintas dimensiones sociales evaluadas.

$$I_j = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} x_k \qquad (1)$$

donde I_j es el valor del indicador j, x_k es el valor asignado por la persona encuestada k en la escala Likert (1–4), y N corresponde al número total de respuestas.

$$C_i = \frac{1}{n_i}\sum_{j=i}^{n_i} I_j \qquad (2)$$

donde C_i es el valor del criterio i, I_j es el valor del indicador j, y n_i es el número de indicadores asociados al criterio i.

$$E = \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p} C_i \qquad (3)$$

donde E es la evaluación global del huerto, C_i es el valor del criterio i, y p corresponde al número total de criterios evaluados (6).

Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, los valores del índice de tejido social se agruparon en categorías interpretativas (Tabla 2). Los rangos se definieron a partir de los puntos medios de la escala Likert utilizada (1–4), de manera que cada categoría refleje la tendencia predominante de las respuestas en la escala original. Este criterio permite mantener coherencia entre el índice agregado y el significado conceptual de la escala de percepción utilizada en el cuestionario.

Tabla 1. *Criterios e indicadores utilizados para evaluar la capacidad del huerto para fortalecer tejido social en el Campus Omar Dengo de la Universidad Nacional de Costa Rica.*

Criterio	Descripción del criterio	Indicador	Descripción del indicador
1. Nivel de participación	Mide la cantidad, calidad y diversidad del compromiso de la comunidad con el huerto. Una participación robusta, que incluye a voluntarios, estudiantes y socios externos, es un pilar fundamental para el éxito y la sostenibilidad de los huertos comunitarios (Twiss et al., 2003; Anderson et al., 2018). Evalúa la capacidad del huerto para movilizar y mantener una comunidad activa y comprometida.	Frecuencia y constancia de la participación	Mide el compromiso sostenido en el tiempo, un desafío particular en el contexto universitario debido a las obligaciones académicas fluctuantes que dificultan la retención de voluntarios estudiantiles (Anderson et al., 2018).
		Diversidad de roles y responsabilidades asumidas	Evalúa si los participantes asumen roles variados más allá de la jardinería (e.g. organización, comunicación, liderazgo), lo cual es crucial para el desarrollo de nuevas habilidades y la formación de líderes dentro de la comunidad.
		Tasa de participación en talleres y eventos formativos	Mide el interés de la comunidad en el huerto como un espacio de aprendizaje y desarrollo de habilidades. La oferta de oportunidades formativas puede atraer y sostener la participación a largo plazo (Mmako et al., 2018).
		Grado de participación en la toma de decisiones	Evalúa el nivel de empoderamiento de los participantes para influir en la dirección y gestión del huerto. Una participación significativa en las decisiones fomenta un sentido de propiedad y compromiso (Rogge et al., 2020).
2. Sentido de comunidad	Mide la fuerza de los lazos sociales, la confianza, la identidad colectiva y la reciprocidad entre los participantes. Un fuerte sentido de comunidad es un indicador clave de la resiliencia social (Harrison, 2022; Kingsley y Townsend, 2006). Evalúa la capacidad del huerto para funcionar como un "espacio que conecta a las personas".	Formación de nuevas relaciones interpersonales	Mide la creación de amistades y lazos sociales que no existirían fuera del contexto del huerto, reflejando la "amplitud" de la cohesión social generada. Evalúa el huerto como un "tercer lugar" donde ocurren encuentros casuales y conversaciones de forma natural. Sociológicamente, estos espacios son críticos para construir capital social informal fuera de los entornos estructurados del hogar (primer lugar) y el trabajo/estudio (segundo lugar), demostrando su rol como centro social (Veen et al., 2015). Mide el grado en que los individuos se sienten parte integral y valorada del equipo del huerto. Contribuye directamente al bienestar personal y a la cohesión del grupo (Harrison, 2022).
		Frecuencia de interacciones sociales espontáneas	
		Sentimiento de pertenencia al grupo	
3. Inclusión y diversidad	Evalúa la capacidad del huerto para atraer y acoger activamente a personas de diversos orígenes (culturales, socioeconómicos, etarios, de distintas disciplinas académicas y habilidades). Un huerto inclusivo refleja y enriquece la diversidad de la comunidad universitaria, convirtiéndose en un verdadero punto de encuentro (Kingsley y Townsend, 2006; Mmako et al., 2018).	Heterogeneidad de perfiles	Mide la variedad de perfiles en términos de edad, género, cultura, nivel educativo y disciplina de estudio, lo que refleja la capacidad del huerto para ser un espacio transversal en la universidad (Rogge et al., 2020).
		Accesibilidad física y funcional del espacio	Evalúa si el diseño del huerto (e.g. camas de cultivo elevadas, caminos accesibles) permite la participación de personas con diferentes capacidades físicas, eliminando barreras arquitectónicas (Mmako et al., 2018).
		Existencia de barreras que limitan la participación	Identifica la presencia de obstáculos no físicos que dificulten la participación, como falta de información en varios idiomas, cuotas de participación o una atmósfera social que se perciba excluyente (Mmako et al., 2018).
		Prácticas que promueven la interacción intercultural	Identifica actividades, i.e. eventos gastronómicos multiculturales o el cultivo de plantas de diferentes tradiciones, que fomenten el diálogo, el respeto y el aprendizaje mutuo (Mmako et al., 2018).

		Representación de la diversidad en la comunicación	Evalúa si el lenguaje y las imágenes utilizadas en los canales de comunicación del huerto (i.e. redes sociales, carteles, correos) son inclusivos y reflejan la diversidad de la comunidad (Mmako et al., 2018).
4. Intercambio de experiencias	Mide el proceso de aprendizaje social y la transferencia de conocimiento que ocurre en el huerto. El huerto funciona como un espacio pedagógico informal donde comparten habilidades (compostaje) y conocimientos (agroecología), siendo un indicador de resiliencia social y capital humano (Harrison, 2022; Rogge et al., 2020).	Transferencia de conocimientos	Mide el aprendizaje práctico y el intercambio de conocimientos entre participantes, que ocurre tanto de manera formal en talleres como informalmente en las interacciones diarias (Rogge et al., 2020).
		Flujo de información (interno y externo)	Evalúa la eficacia de los canales de comunicación para compartir información relevante (horarios, tareas, eventos) tanto entre los miembros del huerto como hacia la comunidad universitaria en general, asegurando la transparencia y la coordinación (Rogge et al., 2020).
		Autoaprendizaje y desarrollo personal	Mide la autoevaluación del estudiante sobre las competencias que siente haber adquirido gracias a su experiencia en el huerto, conectando la participación con el desarrollo personal (Aftandilian y Dart, 2013).
5. Conexión con el lugar	Evalúa el vínculo emocional y de identidad que los participantes desarrollan con el espacio físico del huerto. Este criterio se basa en los conceptos de "apego al lugar" (place attachment) y "sentido de propiedad" (sense of ownership), que son fundamentales para motivar el cuidado y la sostenibilidad del espacio a largo plazo (Harrison, 2022; Karge, 2018).	Percepción del huerto como un espacio seguro y acogedor	Mide la sensación de confort y seguridad emocional que experimentan los participantes. Un factor clave para el desarrollo del apego al lugar y el bienestar dentro del campus (Harrison, 2022).
		Desarrollo de una identidad colectiva asociada al lugar	Evalúa la emergencia de una identidad vinculada al espacio físico, con narrativas, símbolos y una historia propia que define al grupo y lo distingue dentro de la comunidad universitaria (Harrison, 2022).
		Iniciativas de mejora y embellecimiento del espacio	Evalúa acciones proactivas de los participantes para mejorar estética o funcionalmente el huerto (e.g. construir un banco, pintar un mural), lo que demuestra un fuerte sentido de propiedad y apego al lugar (Karge, 2018).
		Nivel de cuidado y mantenimiento del espacio común	Mide la evidencia física del compromiso colectivo con el bienestar del lugar, reflejado en la limpieza, el orden y el cuidado de las instalaciones, herramientas y plantas comunes. El mantenimiento colaborativo es una expresión de una identidad compartida (Harrison, 2022).
		Uso del huerto para otras actividades	Mide el huerto como lugar de encuentro para socializar, estudiar o relajarse, lo que demuestra su integración en la vida social y cotidiana del campus más allá de su función productiva (Harrison, 2022).
6. Autogestión	Mide la capacidad de la comunidad para organizarse, tomar decisiones y gestionar sus recursos de manera autónoma y democrática. La autogestión, característica de la gestión de bienes comunes, es crucial para la sostenibilidad a largo plazo del proyecto y para el empoderamiento real de sus participantes.	Claridad y legitimidad de las estructuras de gobernanza	Evalúa la existencia de un modelo de toma de decisiones que sea comprendido, aceptado y considerado justo por los participantes, lo que garantiza la legitimidad de la gestión (Rogge et al., 2020).
		Capacidad para la resolución de conflictos internos	Mide la existencia de mecanismos, formales o informales para gestionar desacuerdos o tensiones entre los miembros de manera constructiva. Esta es una habilidad clave para la sostenibilidad de cualquier colectivo y una característica de la gobernanza de los bienes comunes (Rogge et al., 2018).

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 2. *Interpretación del índice de tejido social del huerto universitario*

Rango del índice	Nivel de fortalecimiento del tejido social	Interpretación conceptual
1.00 – 1.49	Muy bajo	Tejido social débil o inexistente
1.50 – 2.49	Bajo	Tejido social incipiente
2.50 – 3.49	Moderado	Tejido social en desarrollo
3.50 – 4.00	Alto	Tejido social consolidado

Fuente: Elaboración propia (2026).

Resultados

Características de participantes

De las 30 respuestas obtenidas, todas corresponden a personas estudiantes con un rango de edad de los 18 a los 27 años. Predominan mujeres (70/30) y el 67 % nunca había participado en un huerto comunitario. La mayor participación de mujeres (70 %) puede interpretarse como un indicio de que estos espacios resultan particularmente atractivos o accesibles para ellas, lo que abre la posibilidad de analizar el huerto como un territorio donde se reconfiguran roles de género en torno al cuidado, la sostenibilidad y la acción colectiva. Asimismo, podría reflejar una mayor sensibilidad o disposición hacia prácticas colaborativas y socioambientales, aunque también invita a problematizar la menor participación masculina.

La distribución de carreras académicas es de 50 % estudiantes de Ingeniería en Ciencias Forestales, 17 % de Ingeniería en Ciencias Agrarias, y el restante 23 % se distribuye equitativamente entre Biología, Educación Musical, Ingeniería en Sistemas, Arte y Comunicación, Ingeniería en Gestión Ambiental, Pedagogía y Psicología. Finalmente, la diversidad disciplinaria evidencia que el huerto actúa como un espacio interdisciplinario en construcción, donde convergen saberes técnicos, artísticos, sociales y educativos. Esta heterogeneidad no solo enriquece las prácticas, sino que también genera tensiones y diálogos entre distintas formas de entender el territorio, la naturaleza y la intervención humana.

Valoración del tejido social

La evaluación general del huerto resultó en un promedio de 2.85 puntos (Tabla 3; Figura 2), lo que representa un nivel de fortalecimiento del tejido social "moderado" o "en desarrollo". Ningún criterio alcanzó la puntuación máxima de 4. El orden de los criterios según su puntuación es: 1) intercambio de experiencias; 2) conexión con el lugar; 3) autogestión; 4) nivel de participación; 5) sentido de comunidad y, por último; 6) inclusión y diversidad (Tabla 2). Estos resultados sugieren que el huerto universitario se encuentra en una fase intermedia de consolidación del tejido social, caracterizada más por procesos emergentes que por estructuras plenamente establecidas. El promedio de 2.85 no debe leerse como una limitación, sino como la evidencia de un espacio donde las relaciones sociales y organizativas están en constante retroalimentación.

Tabla 3. *Resultados de los criterios e indicadores para evaluar la capacidad del huerto para fortalecer tejido social, Campus Omar Dengo, Universidad Nacional de Costa Rica*

Criterio	Indicador	Promedio
1.Intercambio de experiencias	Transferencia de conocimientos	3.34
	Flujo de información (interno y externo)	NA
	Autoaprendizaje y desarrollo personal	3.17
	Promedio	**3.26**
2. Conexión con el lugar	Percepción del huerto como un espacio seguro y acogedor	3.83
	Desarrollo de una identidad colectiva asociada al lugar	3.17
	Iniciativas de mejora y embellecimiento del espacio	2.47
	Nivel de cuidado y mantenimiento del espacio común	3.43
	Uso del huerto para otras actividades	2.90
	Promedio	**3.16**
3. Autogestión	Claridad y legitimidad de las estructuras de gobernanza	2.70
	Capacidad para la resolución de conflictos internos	3.50
	Gestión autónoma de recursos (materiales y financieros)	3.04
	Promedio	**3.08**
4. Nivel de participación	Frecuencia y constancia de la participación	2.87
	Diversidad de roles y responsabilidades	1.69
	Tasa de participación en talleres y eventos formativos	2.60
	Grado de participación en la toma de decisiones	3.16
	Promedio	**2.58**
5. Sentido de comunidad	Formación de nuevas relaciones interpersonales	2.97
	Frecuencia de interacciones sociales espontáneas	2.47
	Sentimiento de pertenencia al grupo	2.30
	Promedio	**2.58**
6. Inclusión y diversidad	Heterogeneidad de perfiles	2.60
	Accesibilidad física y funcional del espacio	2.84
	Existencia de barreras que limitan la participación	1.00
	Prácticas que promueven la interacción intercultural	2.17
	Representación de la diversidad en la comunicación	3.63
	Promedio	**2.45**
	Promedio general	**2.85**

Fuente: Elaboración propia (2026).

El intercambio de experiencias fue el criterio con la puntuación más alta ya que los dos indicadores fueron evaluados positivamente. El 84 % de respuestas afirman que sí obtienen nuevos conocimientos cuando participan en el huerto y el 90 % afirma que su participación le ha permitido adquirir conocimientos y desarrollar algunas habilidades nuevas de forma clara. Este criterio consultó sobre el flujo de información y se reporta que el 47 % de participantes se informan a través de redes sociales y el 37 % de boca en boca. La pregunta para este indicador (i.e. flujo de información) no se realizó de acuerdo con una escala de Likert y por este motivo se reporta como “no aplica” en la Tabla 3. Desde un enfoque interpretativo, el alto puntaje en

intercambio de experiencias sugiere que el huerto se consolida principalmente como un espacio de aprendizaje horizontal, donde la generación de conocimientos y habilidades emerge de la práctica compartida más que de estructuras formales. El hecho de que la gran mayoría de participantes reconozca la adquisición de saberes evidencia que el huerto funciona como un entorno pedagógico significativo, basado en la experiencia y la interacción.

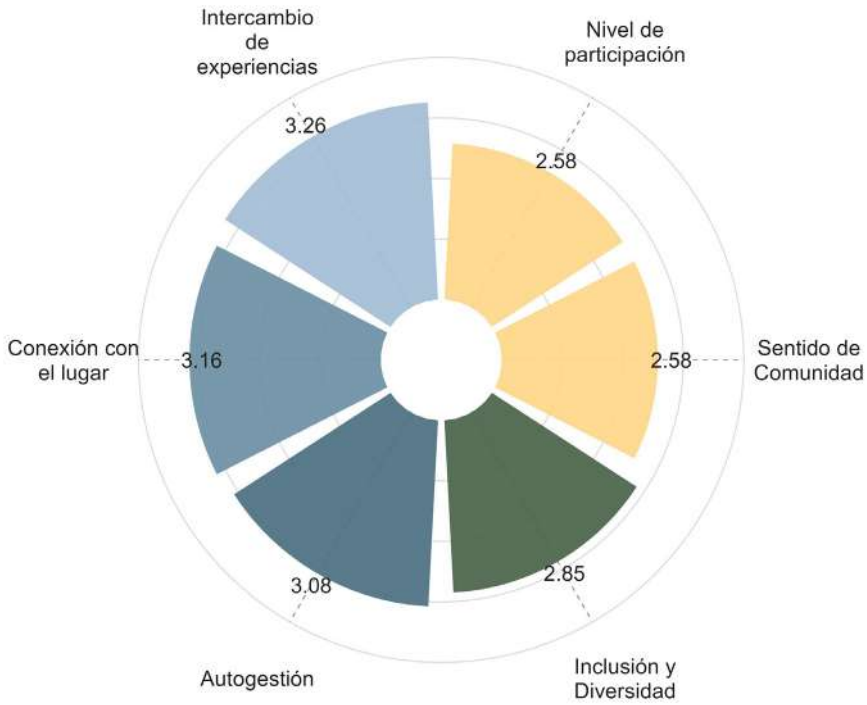


Figura 2. Resultado de los seis criterios seleccionados para evaluar la capacidad del huerto para fortalecer el tejido social. Fuente: Elaboración propia (2026).

De los 5 indicadores para evaluar la conexión con el lugar, 3 obtuvieron una puntuación superior a 3. El indicador con la puntuación más cercana a 4 del total de indicadores fue la "percepción del huerto como un espacio seguro y acogedor", seguido por el "nivel de cuidado y mantenimiento del espacio común" y el "desarrollo de una identidad colectiva asociada al lugar." Los otros dos indicadores presentan una puntuación cercana al promedio general. Estos resultados indican que la conexión con el lugar se sustenta principalmente en dimensiones afectivas y simbólicas, más que en aspectos plenamente consolidados de apropiación colectiva. La alta valoración del huerto como un espacio seguro y acogedor sugiere que se ha construido un entorno positivo, condición clave para la permanencia y el involucramiento de las personas.

Para evaluar la autogestión, se consultó sobre los mecanismos para resolver conflictos, el acceso a los recursos comunes y el proceso de toma de decisiones. Para el primero, el 67 % de las respuestas reportan que sí se cuentan con mecanismos apropiados. La puntuación sobre el acceso a recursos resulta de un 27 % de respuestas que reportan que están siempre accesibles (27 %) y un 40 % que están usualmente accesibles. El indicador con una puntuación baja pero muy cercana a la puntuación promedio general es sobre la claridad y legitimidad de la estructura de gobernanza. Los resultados sobre autogestión evidencian un proceso parcialmente consolidado, donde coexisten prácticas funcionales con vacíos organizativos. La percepción mayoritaria de contar con mecanismos adecuados para la resolución de conflictos sugiere la existencia de acuerdos operativos básicos, que permiten sostener la convivencia y la continuidad del proyecto.

En la evaluación del nivel de participación, fue determinante el indicador "Diversidad de roles y responsabilidades," en donde el 53 % reporta haberse limitado a participar en las labores propias del huerto. Los otros tres indicadores de este criterio obtuvieron un puntaje cercano o superior al promedio. Una pregunta abierta de este criterio consultó sobre los factores que determinan la participación, y resaltan entre los más importantes la incompatibilidad de los horarios de las actividades del huerto (66 %) y una carga académica alta (60 %). Los puntajes cercanos al promedio en los demás indicadores indican que la participación no es baja, pero sí condicionada por factores estructurales externos, particularmente la carga académica y la incompatibilidad de horarios. Esto revela que la participación no depende únicamente del interés o compromiso, sino de las posibilidades reales de involucramiento dentro del contexto universitario.

El resultado para el sentido de comunidad se describe como moderado. El 40 % de participantes reportan haber establecido nuevas relaciones de amistad, el 43 % reporta reunirse solo ocasionalmente fuera de las actividades del huerto, y el 53 % reporta una sensación de pertenencia moderada. El sentido de comunidad moderado sugiere que el huerto ha logrado generar vínculos iniciales, pero aún no consolida una cohesión social profunda y sostenida. El hecho de que una parte significativa de participantes haya establecido nuevas amistades indica que el espacio favorece el encuentro y la interacción. Sin embargo, la baja frecuencia de convivencia fuera de las actividades del huerto revela que estos vínculos permanecen mayormente circunscritos al ámbito funcional del proyecto.

Por último, el criterio de inclusión y diversidad presenta la menor puntuación, influenciado por el indicador con la puntuación más baja de todo el cuestionario (1). En este, todas las respuestas reportan "la existencia de barreras que limitan la participación¨. El indicador de "prácticas que promueven la interacción intercultural" también obtuvo una puntuación baja. La pregunta valoraba la cantidad de actividades interculturales en las que se había participado, y el 33 % respondió entre 0 y 1, 37 % en dos, 10 % en 3, y 20 % en 4 o más. El bajo desempeño en inclusión y diversidad revela una tensión estructural dentro del huerto: aunque existe como espacio abierto, en la práctica persisten barreras que limitan la participación plena. El hecho de que todas las respuestas reconozcan la existencia de obstáculos sugiere que la exclusión no es

circunstancial, sino una experiencia compartida, lo que puede estar relacionado con factores organizativos, culturales o incluso implícitos en las dinámicas del grupo.

Discusión

Evaluación de la capacidad del huerto para fortalecer el tejido social

El puntaje de la evaluación general del huerto universitario (i.e. 2.85), indica una capacidad moderada para fortalecer el tejido social desde la percepción del estudiantado participante. Este resultado dice que el huerto aún está desarrollando su función como espacio relacional dentro del campus universitario, alineado con la noción de cohesión social basada en vínculos de confianza, sentido de pertenencia, participación y reconocimiento mutuo. Estos elementos han sido ampliamente asociados al concepto de capital social, entendido como el conjunto de redes, normas y relaciones de confianza que facilitan la cooperación para el beneficio colectivo (Putnam, 1993; 2000).

En el contexto universitario actual, iniciativas como los huertos comunitarios pueden contribuir a generar espacios de interacción social que complementan los ámbitos tradicionales de formación académica. Los espacios verdes urbanos, incluidos los huertos comunitarios, favorecen la cohesión social y el bienestar al promover encuentros informales, cooperación y sentido de pertenencia entre quienes participan en ellos (Jennings y Bamkole, 2019). Los huertos universitarios han sido reconocidos como infraestructuras socio-ecológicas que integran dimensiones educativas, ambientales y comunitarias dentro de los campus (FAO 2018; UNEP, 2023). Esto es relevante en un contexto global marcado por desafíos socioambientales que demandan nuevas formas de aprendizaje colectivo y participación ciudadana.

Esta valoración se basa exclusivamente en la experiencia del estudiantado, dado que la participación del personal académico y administrativo ha sido minoritaria hasta el momento. Si bien esta decisión metodológica permite una lectura más homogénea de los datos, también limita el alcance del análisis, al excluir percepciones de otros actores universitarios que podrían enriquecer la comprensión del tejido social generado en el huerto. En futuras evaluaciones será pertinente incorporar la participación de diferentes actores institucionales lo que permitiría analizar con mayor amplitud las dinámicas sociales que emergen en este tipo de espacios.

Desde esta perspectiva conceptual, el puntaje obtenido no debe interpretarse como un resultado insuficiente, sino como un indicador coherente con la naturaleza voluntaria y reciente de esta iniciativa universitaria. El fortalecimiento del tejido social, entendido como la construcción gradual de confianza, cooperación y sentido de comunidad, requiere tiempo, recurrencia en las interacciones y estabilidad en los grupos participantes (Putnam et al., 1993; Kingsley y Townsend, 2006). Por lo tanto, los resultados obtenidos pueden interpretarse como una línea base inicial que permite comprender el proceso de consolidación social del huerto.

Fortalezas del huerto de acuerdo con la evaluación

El criterio mejor evaluado fue el intercambio de experiencias, lo que confirma el rol del huerto como un espacio de aprendizaje social y pedagógico. La alta proporción de participantes que reportan adquisición de nuevos conocimientos y desarrollo de habilidades evidencia que el huerto funciona como un espacio de aprendizaje colaborativo donde el conocimiento se construye a partir de la interacción entre los participantes. Son los huertos comunitarios un espacio de transferencia de conocimiento, innovación social y aprendizaje experiencial (Giraldo-Pinedo et al, 2022) donde se integran saberes técnicos, ambientales y sociales, y se fortalece el capital humano y relacional de las comunidades participantes (Anderson et al., 2018).

Las actividades de jardinería y agricultura urbana contribuyen a fortalecer el bienestar físico, emocional y social de las personas, al facilitar experiencias de aprendizaje práctico, contacto con la naturaleza y cooperación comunitaria (Howarth et al., 2020; Soga et al, 2017). Los huertos educativos, se vinculan además con procesos formativos que favorecen el desarrollo de habilidades socioemocionales, liderazgo y trabajo colaborativo (Williams y Dixon, 2013).

El buen desempeño de este criterio sugiere que el capital social generado por el huerto se manifiesta, en primera instancia, en su dimensión cognitiva: las personas se vinculan a partir de aprendizajes compartidos, y es mediante estas interacciones significativas que comienzan a construirse relaciones de confianza y cooperación. Así, el huerto favorece la creación de capital social de enlace (Putnam, 2000), al reunir a estudiantes con intereses comunes y sentar las bases para el desarrollo posterior de capital social puente entre distintos grupos de la comunidad universitaria.

Otro criterio con alta puntuación fue la conexión con el lugar, particularmente en la percepción del huerto como un espacio seguro y acogedor, así como al cuidado y mantenimiento de un espacio común. Esto indica cierto nivel de apego con el lugar y de apropiación simbólica del huerto por parte de quienes participan. La literatura sobre espacios verdes urbanos señala que este tipo de vínculos emocionales con el territorio favorecen el compromiso colectivo con su mantenimiento y fortalecen la identidad comunitaria (Jennings y Bamkole, 2019).

El huerto puede entenderse como un "tercer lugar" dentro del campus universitario, es decir un espacio distinto al aula y al hogar, donde se favorecen interacciones sociales espontáneas y significativas (Veen et al., 2015). Este tipo de espacios contribuye a ampliar las oportunidades de encuentro dentro de la comunidad universitaria, lo cual es un componente central en la construcción y fortalecimiento del tejido social.

Los resultados asociados al criterio de la autogestión sugieren la existencia de prácticas de gobernanza colectiva, que aunque aún incipientes, resultan consistentes con los principios de gestión de bienes comunes propuestos por Ostrom (1990; 2000). En contextos comunitarios, las normas de gobernanza suelen emerger de la práctica colectiva antes de formalizarse institucionalmente. El huerto muestra dinámicas iniciales de organización y toma de decisiones compartidas que pueden fortalecer el empoderamiento de los participantes y la sostenibilidad del proyecto no como un fin a corto plazo, sino como iniciativa intergeneracional a largo plazo.

Desafíos y oportunidades de mejora

Los criterios "nivel participación" y **"**sentido de comunidad" obtuvieron puntuaciones por debajo del promedio general, lo que revela desafíos importantes, pero también oportunidades claras de fortalecimiento. Estos resultados no deben interpretarse necesariamente como fallas, sino como dimensiones en procesos de maduración dentro de una iniciativa relativamente reciente. En el caso de nivel de participación, el indicador con menor valoración fue la diversidad de roles y responsabilidades asumidas por los participantes, ya que una proporción significativa del estudiantado se limita a participar en labores básicas del huerto. Este resultado puede explicarse en parte por las dinámicas propias del contexto universitario, donde las altas cargas académicas y la incompatibilidad de horarios dificultan la continuidad de la participación en actividades extracurriculares. Esta participación se sabe que suele fluctuar según los ciclos académicos y las obligaciones institucionales de los participantes (Kingsley y Townsend, 2006; Ohly et al., 2016). Más que reflejar desinterés por parte del estudiantado, los resultados sugieren la necesidad de adaptar los modelos organizativos del huerto a las condiciones del contexto universitario, incorporando roles flexibles, y formas de participación que permitan una mayor integración de los estudiantes.

El sentido de comunidad fue valorado como moderado, lo cual es coherente con la etapa de desarrollo del huerto universitario. Si bien una parte del estudiantado reporta la formación de nuevas relaciones interpersonales, la frecuencia de interacciones sociales fuera del espacio del huerto y el sentimiento de pertenencia al grupo aún no son predominantes. Estos componentes del tejido social suelen desarrollarse de manera gradual, a medida que las interacciones se vuelven más frecuentes y se construyen narrativas compartidas (Harrison, 2022). Fortalecer actividades sociales complementarias al trabajo productivo, como encuentros comunitarios, talleres o celebraciones colectivas, podría contribuir a consolidar el sentido de comunidad en el mediano plazo.

Finalmente, el criterio de inclusión y diversidad obtuvo la puntuación más baja, destacándose la percepción generalizada de la existencia de barreras que limitan la participación. Lejos de interpretarse como una debilidad del huerto universitario, este resultado puede entenderse como una manifestación de conciencia crítica por parte del estudiantado respecto a las condiciones que facilitan o dificultan la participación en iniciativas comunitarias. La identificación explícita de barreras comunicativas, organizativas, culturales o estructurales constituye un primer paso indispensable para avanzar hacia prácticas más inclusivas. Respecto al buen desempeño del indicador relacionado con la representación de la diversidad en la comunicación, sugiere que existe intención inclusiva, aunque aún se requiere avanzar en la implementación de acciones concretas que amplíen la participación de distintos grupos dentro de la comunidad universitaria.

Implicaciones para la gestión del huerto universitario

En conjunto, los resultados evidencian que el huerto universitario ha logrado avanzar en el fortalecimiento del tejido social de las personas estudiantes que han participado, particularmente en las dimensiones de aprendizaje social, conexión con el lugar y autogestión. No obstante, también muestran la necesidad de implementar estrategias específicas para abordar los criterios que resultaron con menor desempeño. Desde una perspectiva de la gestión, fortalecer el tejido social en el huerto universitario no implica necesariamente aumentar el número de participantes, sino mejorar la calidad, diversidad e intencionalidad de las interacciones sociales que se generan en este espacio.

Los resultados refuerzan el valor de la herramienta de evaluación desarrollada en este estudio como un instrumento de diagnóstico que permite orientar la toma de decisiones y la planificación estratégica del huerto. Su aplicación en otros huertos podría contribuir a identificar patrones comunes de funcionamiento y a generar aprendizajes compartidos que fortalezcan la gestión de estos espacios, con una intención clara de seguir aportando en la consolidación de comunidades resilientes, saludables y capaces de enfrentar la crisis socioambiental que enfrenta nuestra sociedad (UNECE, 2023). En un contexto global marcado por la necesidad de promover soluciones basadas en la naturaleza y fortalecer comunidades resilientes frente a los desafíos socioambientales contemporáneos (UNEP, 2023), los huertos universitarios pueden desempeñar un papel relevante como espacios de experimentación social, educación ambiental y fortalecimiento del tejido social dentro de las instituciones de educación superior.

Conclusión

El huerto universitario está logrando generar aprendizajes compartidos, vínculos sociales incipientes alrededor del huerto y un sentido de apropiación del espacio, aunque la consolidación comunitaria aún es incipiente. Destaca el rol del huerto como un espacio de aprendizaje ya que refuerza su carácter de bien común, generando compromiso, corresponsabilidad y sentido de pertenencia. Aunque la participación, el sentido de comunidad y la inclusión muestran valoraciones menores, están asociadas a una etapa temprana de maduración comunitaria y al contexto institucional. Los resultados muestran al huerto universitario como una estrategia institucional replicable, con potencial para fortalecer la cohesión social, los aprendizajes colaborativos, el sentido de pertenencia y la autogestión. Integrando formación integral, sostenibilidad ambiental y comunidades saludables y resilientes. La herramienta de evaluación mide el desempeño social del huerto como una línea base para la toma de decisiones y la planificación estratégica, y permite comparar experiencias, identificar patrones de éxito y fortalecer políticas institucionales que potencien estos espacios formativos y de acción colectiva.

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. La evaluación se basó únicamente en la percepción del estudiantado participante y corresponde a una etapa temprana de desarrollo del huerto universitario. Futuras investigaciones podrían ampliar el análisis incorporando a otros actores de la comunidad universitaria y

replicando la aplicación del instrumento en distintos momentos del proceso de consolidación del huerto y en otros huertos universitarios. Esto permitirá fortalecer la herramienta de evaluación propuesta y profundizar en la comprensión del papel de estos espacios en la construcción de cohesión social y resiliencia socioambiental.

Referencias bibliográficas

Aftandilian, D., & Dart, L. (2013). Using garden-based service-learning to work toward food justice, better educate students, and strengthen campus-community ties. *Journal of community engagement and scholarship*, *6*(1). 55-69.

Andaluz, S., & Eugenio, M. (2024). Sembrando interés, cosechando competencia. En Zuazagoitia, D., Eugenio-Gozalbo, M., Ruiz-González, A., & Torralba-Burrial, A. (Eds.). *Huertos universitarios para la transformación ecosocial.* (pp. 101-108). Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

Anderson, C., Maher, J., & Wright, H. (2018). Building sustainable university-based community gardens: Volunteer perceptions of enablers, benefits and barriers to engagement. *Cogent Social Sciences, 4*(1), 1488211.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *The role of urban and peri-urban agriculture in sustainable cities*. FAO.

Fontalvo-Buelvas, J. C., & de la Cruz-Elizondo, Y. (2021). Huertos universitarios y necesidades humanas: una aproximación bibliográfica y vivencial desde el huerto agroecológico de la Universidad Veracruzana en México. *La Colmena*, (14), 29-46.

Giraldo-Pinedo, D. M., Paredes-Chacin, A. J. & Núñez-Velasco, J. M. (2022). Transferencia de conocimiento e innovación social en el desarrollo de huertos comunitarios mediados por tecnologías. In: *1sh LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (Virtual).* LEIRD. https://doi.org/10.18687/leird2021

Harrison, K. (2022). Urban community garden practices as indicators of community social resilience [Master's thesis]. EEUU: Kansas State University. https://krex.k-state.edu/

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6° ed.). McGraw Hill Interamericana Editores.

Howarth, M., Brettle, A., Hardman, M., & Maden, M. (2020). What is the evidence for the impact of gardens and gardening on health and well-being: A scoping review and evidence-based logic model to guide healthcare strategy decision making on the use of gardening approaches as a social prescription. *BMJ Open, 10*(7), e036923.

Jennings, V., & Bamkole, O. (2019). The relationship between social cohesion and urban green space: An avenue for health promotion. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(3), 452.

Karge, T. (2018). Placemaking and urban gardening: Himmelbeet case study in Berlin. *Journal of Place Management and Development, 11(*2), 208–222. https://doi.org/10.1108/JPMD-10-2017-0109

Kingsley, J., & Townsend, M. (2006). 'Dig in' to social capital: Community gardens as mechanisms for growing urban social connectedness. *Urban Policy and Research, 24*(4), 525–537. https://doi.org/10.1080/08111140601035200

Montero, M. (2004). *Introducción a la psicología comunitaria. Desarrollo, conceptos y procesos.* Editorial Paidós.

Ohly, H., Gentry, S., Wigglesworth, R., Bethel, A., Lovell, R., & Garside, R. (2016). A systematic review of the health and well-being impacts of school gardening. *Journal of Public Health, 38*(3), e214–e221. https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv194

Mmako, N. J., Capetola, T., & Henderson-Wilson, C. (2018). Sowing social inclusion for marginalised residents of a social housing development through a community garden. *Health Promotion Journal of Australia*, 1–9. https://doi.org/10.1002/hpja.22

Moya, M. J. (2016). *El Huerto Escolar como recurso de enseñanza-aprendizaje en el primer ciclo de secundaria.* 3 Ciencias.

Nemoto, T., & Beglar, D. (2014). Developing Likert-scale questionnaires. In N. Sonda & A. Krause (Eds.), JALT2013 Conference Proceedings. Tokyo: JALT.

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action.* Cambridge University Press.

Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM.

Putnam, R. D., Nanetti, R. Y., & Leonardi, R. (1993). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton University Press – Torrossa.

Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community.* Touchstone Books/Simon & Schuster. https://doi.org/10.1145/358916.361990

Rogge, N., Theesfeld, I., & Strassner, C. (2018). Social sustainability through social interaction—A national survey on community gardens in Germany. *Sustainability*, *10*(4), 1085.

Rogge, N., Theesfeld, I., & Strassner, C. (2020). The potential of social learning in community gardens and the impact of community heterogeneity. *Learning, Culture and Social Interaction,* 24, 100351.

Soga, M., Gaston, K. J., & Yamaura, Y. (2017). Gardening is beneficial for health: A meta-analysis. *Preventive Medicine Reports*, 5, 92–99.

Twiss, J., Dickinson, J., Duma, S., Kleinman, T., Paulsen, H., & Rilveria, L. (2003). Community gardens: Lessons learned from California healthy cities and communities. *American journal of public health*, *93*(9), 1435-1438.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2023). *Social cohesion: concept and measurement*. United Nations.

United Nations Environment Programme. (UNEP). (2023). *Nature-based solutions: Opportunities and challenges for scaling up*. UNEP. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/43711

Veen, E. J., Bock, B. B., Van den Berg, W., Visser, A. J., & Wiskerke, J. S. (2015). Community gardening and social cohesion: different designs, different motivations. *Local Environment*, *21*(10), 1271-1287.

Williams, D. R., & Dixon, P. S. (2013). Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: Synthesis of research between 1990 and 2010. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition, 8*(2), 161–171. https://doi.org/10.1080/19320248.2013.781111

Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). Sage Publications, Inc.

Cartografía de saberes para la integración del Huerto de la Universidad Nacional Rosario Castellanos

Knowledge mapping for the integration of the garden at the Universidad Nacional Rosario Castellanos

Saúl Alejandro García[*]
Gabriel Alejandro Álvarez Hernández[**]
Cecilia E. Muñoz Cadena[***]
Luz del Carmen Brenda Berenice Chávez Rivera[****]
Mario Enrique Barba Flores[*****]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.03

Resumen

Desde una dimensión educativa, los huertos urbanos se presentan como espacios esenciales para la práctica pedagógica y socioambiental. El objetivo fue fundamentar la integración del huerto de la Universidad Nacional Rosario Castellanos mediante una cartografía de saberes que analizara de manera crítica y hermenéutica las experiencias de los participantes y los diagnósticos biofísicos del territorio. La metodología utilizada fue la Investigación-Acción-Participativa con un enfoque cualitativo-hermenéutico y cuantitativo, donde los participantes fueron académicos colaboradores de la UNRC, así como integrantes del Sistema de Huertos Urbanos-Rizoma de la Ciudad de México. Se recuperaron auto-narrativas de los actores para explorar la dimensión subjetiva que se analizaron y articularon con variables edáficas y geoespaciales para la dimensión objetiva. Los hallazgos mostraron que el diagnóstico edáfico clasificó tres zonas con diferente

[*] Doctor en Ciencias Sociales con salida en Desarrollo Regional. Profesor investigador de la Dirección de Investigación y posgrado de la Universidad Nacional Rosario Castellanos, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5707-3601. Correo electrónico: saul.alejandro@rcastellanos.cdmx.gob.mx

[**] Dr. en Pedagogía. Profesor investigador de la Dirección de Investigación y posgrado de la UNRC, México, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6809-8321. Correo electrónico: gabriel.alvarez@rcastellanos.cdmx.gob.mx

[***] Doctora en Medio Ambiente y Desarrollo. Integrante del Sistema de Huertos Urbanos de la Ciudad de México (SHU-Rizoma), México. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4384-525X. Correo electrónico: ceci.esther2@gmail.com

[****] Maestra en Cambio Climático y Biodiversidad. Universidad Nacional Rosario Castellanos, México. ORCID https://orcid.org/0009-0000-9326-7262. Correo electrónico: lcbb.chavezrivera@gmail.com

[*****] Maestro en Estudios Políticos y Sociales. Doctorante en Ciencias en Agroecología en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7057-2061. Correo electrónico: mario.barba@posgrado.ecosur.mx

potencial de carbono y actividad microbiana; paralelamente, las narrativas validaron el huerto como un "laboratorio vivo" y un espacio de encuentro y formación comunitaria. En conclusión, el proyecto sentó las bases para un espacio de común aprendizaje, una fuerte vinculación social y una mitigación climática| local, logrando transformar el conocimiento teórico en praxis comunitaria y territorial.

Palabras clave: *educación ambiental, interculturalidad, interdisciplina, saberes, sustentabilidad.*

Abstract

From an educational perspective, urban gardens are conceived as essential spaces for pedagogical and socio-environmental practice. The objective of this study was to substantiate the integration of the garden at the National Rosario Castellanos University through a knowledge mapping approach that critically and hermeneutically analyzed participants' experiences alongside the biophysical diagnostics of the territory. The methodology employed was Participatory Action Research, combining qualitative-hermeneutic and quantitative approaches. Participants included collaborating academics from UNRC, as well as members of the Urban Gardens–Rhizome System of Mexico City. Self-narratives from participants were collected to explore the subjective dimension, which was subsequently analyzed and articulated with edaphic and geospatial variables to address the objective dimension. Findings revealed that the edaphic diagnosis classified three zones with differing carbon potential and microbial activity. In parallel, the narratives validated the garden as a "living laboratory" and as a space for encounter and community-based learning. In conclusion, the project established the foundations for a shared learning space, strong social engagement, and local climate mitigation, effectively transforming theoretical knowledge into community- and territory-based praxis.

Keywords: *environmental education, interculturality, interdisciplinarity, knowledge systems, sustainability.*

Introducción

Los huertos universitarios tienen múltiples dimensiones, desde lo educativo y las políticas públicas, hasta la adaptabilidad al cambio climático, el urbanismo y la seguridad alimentaria (Malberg-Dyg y Wistoft, 2018; de la Cruz-Elizondo et al., 2023; Teerlinck et al., 2024). Más allá de las prácticas agroecológicas, los huertos educativos son una estrategia de contención ambiental, recuperación de la memoria biocultural y fortalecimiento del tejido social a través de la dialógica intergeneracional (Armienta-Moreno et al., 2019; Fontalvo-Buelvas y de la Cruz Elizondo, 2021; Ferguson et al., 2024). Su prevalencia en contextos urbanos es vital para revitalizar la biocultura, fomentar la educación ambiental y promover los huertos para la seguridad y soberanía alimentaria.

La Universidad Nacional Rosario Castellanos (UNRC) busca la incidencia social y la resolución de problemas territoriales a través de su modelo educativo. Profesores y estudiantes

de posgrado de la UNRC e integrantes de Sistema de Huertos Urbanos de la Ciudad de México-Rizoma (SHU-Rizoma) proponen crear un Huerto Universitario demostrativo en las instalaciones universitarias por lo que el objetivo es fundamentar la integración del huerto de la Universidad Nacional Rosario Castellanos mediante una cartografía de saberes que analice de manera crítica y hermenéutica las experiencias de los participantes y los diagnósticos biofísicos del territorio.

El proyecto se desarrolló con la participación de una doctoranda en Ciencias de la Sustentabilidad (UNRC), dos investigadores de la misma institución, una integrante del SHU-Rizoma y un doctorando en Agroecología (ECOSUR). La propuesta del Huerto Universitario UNRC surge del protocolo de investigación doctoral, y los demás participantes la moldearon colectivamente en las asambleas de SHU-Rizoma. El concepto clave de este proyecto es la *experiencia*, entendida como la recuperación de la percepción sensorial de cómo vivimos los fenómenos. Es lo conscientemente experimentado y posee una intencionalidad intrínseca (Larrosa, 2003). Para Larrosa la *experiencia* no es "*lo que pasa*" sino "*lo que nos pasa*", aquello que deja una huella o transformación en el sujeto (Skliar y Larrosa, 2009). Van-Manen (2003) la define como la forma en que el individuo se orienta hacia la vida vivida, centrada en lo significativo, dando sentido al quehacer del investigador o integrante del equipo.

Por otra parte, *el saber*, es el que surge de la experiencia y la praxis meditada (Álvarez 2018), diferenciándose del conocimiento teórico. Este saber permite al investigador superar el sentido común y estructurar las vivencias con rigor epistémico. La experiencia y el saber son componentes clave en el diagnóstico inicial de la Investigación Acción Participativa (IAP). Por ello, se utilizó una aproximación autobiográfica (Bolívar y Fernández, 2001; Suárez, 2021) para recuperar las historias de los participantes del proyecto del huerto urbano y construir el objeto de estudio desde sus historias personales.

Los objetivos específicos fueron los siguientes: 1) Evaluar las variables edáficas y geoespaciales del terreno para determinar su potencial agroecológico; 2) Analizar las autonarrativas de los actores para identificar las visiones pedagógicas y sociales; 3) Vincular con los hallazgos cuantitativos y cualitativos en una propuesta de síntesis crítica y 4) Generar la Cartografía de Saberes como guía para el aula viva universitaria.

Esta investigación se basa en el paradigma interpretativo y un enfoque cualitativo para entender los huertos urbanos de la Ciudad de México como espacios de interacción e identidad. Prioriza la interpretación de discursos y narrativas de los actores, asumiendo una realidad intersubjetiva que valora experiencias y saberes individuales en su contexto (Guba y Lincoln, 1994). El estudio utiliza la IAP, iniciando con un diagnóstico biográfico-narrativo para capturar trayectorias y motivaciones de los participantes (Bolívar y Fernández, 2001; Nieto-Bravo et al., 2022). Esto integra hallazgos cuantitativos y cualitativos para develar la transformación comunitaria y fundamentar la integración del huerto como espacio de aprendizaje común.

Métodos

Enfoque y tipo de investigación

En vista de que la metodología propuesta para este trabajo está basada en la auto-narrativa reflexiva-crítica y hermenéutica a través de una perspectiva de IAP, se pretendió establecer una Cartografía de Saberes considerando la IAP de Putman y Rock (2018), donde se optó por el enfoque mixto concurrente que permitió integrar datos de tipo cuantitativo y cualitativo en la fase diagnóstica. Además, se articularon discursos de tipo pedagógicos, geo-agroecológicos y sociales orientados a materializar el Huerto Universitario bajo un modelo agroecológico y sustentable con una perspectiva de pedagogía crítica y de educación ambiental. Asimismo, se buscó asentar las bases para establecer el Huerto Universitario como una herramienta educativa y de transformación socioambiental que vincule a la comunidad universitaria, vecinos aledaños y organizaciones sociales como el SHU-Rizoma. La investigación se desarrolló en un periodo de seis meses (julio-diciembre 2025), dividido en tres fases: 1) Gestación y encuentro de comunidades discursivas (julio-agosto); 2) Trabajo de campo intensivo, con diagnósticos biofísicos y registro de narrativas (agosto-noviembre); y 3) Sistematización de hallazgos y construcción de la síntesis crítica para el Huerto Universitario (noviembre-diciembre).

Recolección de datos

De la diagnosis hermenéutica a la acción crítica

La investigación se estructura siguiendo el ciclo de IAP (Figura 1) adaptado de Putman y Rock (2018) y Fontalvo-Buelvas et al. (2025). Esto se operativizó en dos momentos dialécticos fundamentales para la construcción de la Cartografía de la Ecología de Saberes:

- 1). Fase de Comprensión Hermenéutica (Diagnóstico Integrado): En esta etapa inicial, se buscó identificar las características del espacio en el que se pretende esté ubicado el Huerto Universitario de la UNRC. Se realizó una recolección simultánea y mixta de datos, donde se presentaron dos dimensiones:
    - Subjetiva (Cualitativa): A través de las auto-narrativas participativas, se interpretaron las intenciones, significados y "saberes de sentido común" de los actores involucrados. Esto responde a la dimensión hermenéutica, es decir, comprender qué significa el huerto para la comunidad y así transitar a una propuesta *ad hoc* al espacio pensado para el Huerto Universitario en la UNRC.
    - Objetiva (Cuantitativa): Se integrarán datos geoespaciales y edáficos para establecer las condiciones materiales reales del entorno biofísico. para los cuales se realizaron análisis de fotogrametría aérea basada en SfM (Structure from Motion), gravimetría, potenciometría y conductimetría, microscopía directa y pruebas de salud biológica del suelo por colorimetría rápida in situ.

Análisis de datos

La convergencia de datos técnicos (suelo, geoespaciales, carbono, fotogrametría) y narrativas (pedagógicas, sociales) fue dialógica, no sumativa. Se usó ATLAS.ti para analizar auto-narrativas buscando códigos de dimensiones objetivas (agroecología (Altieri, 2002)) y subjetivas (pedagogía). La triangulación de datos, a través de redes semánticas y co-ocurrencias (e.g., *Desafío: Suelo* e *Intención: Transformación Social*), permitió que los datos técnicos fueran significativos para los actores como herramientas de resistencia y alfabetización ambiental. Este proceso validó una Ecología de Saberes, articulando rigor científico y praxis comunitaria. Por su parte, la 2). Fase de reflexión crítica (Primer Plan General) se hizo mediante la integración grupal de la información recabada, se transitó de la descripción a la crítica. Siguiendo a Carr y Kemmis (1988), esta fase buscó identificar contradicciones entre lo deseable (narrativas) y lo posible (condiciones edáficas/institucionales), así como vislumbrar obstáculos estructurales. Este análisis llevó a aprobar el Primer Plan de Acción con Prioridad Equilibrada, compuesto por auto-narrativas y datos edáficos tendrán igual peso (*Figura 1*). Esto resultará en una Cartografía de Saberes, un mapa que guiará al Huerto Universitario de la UNRC como referente de transformación educativa y resiliencia climática en la CDMX.

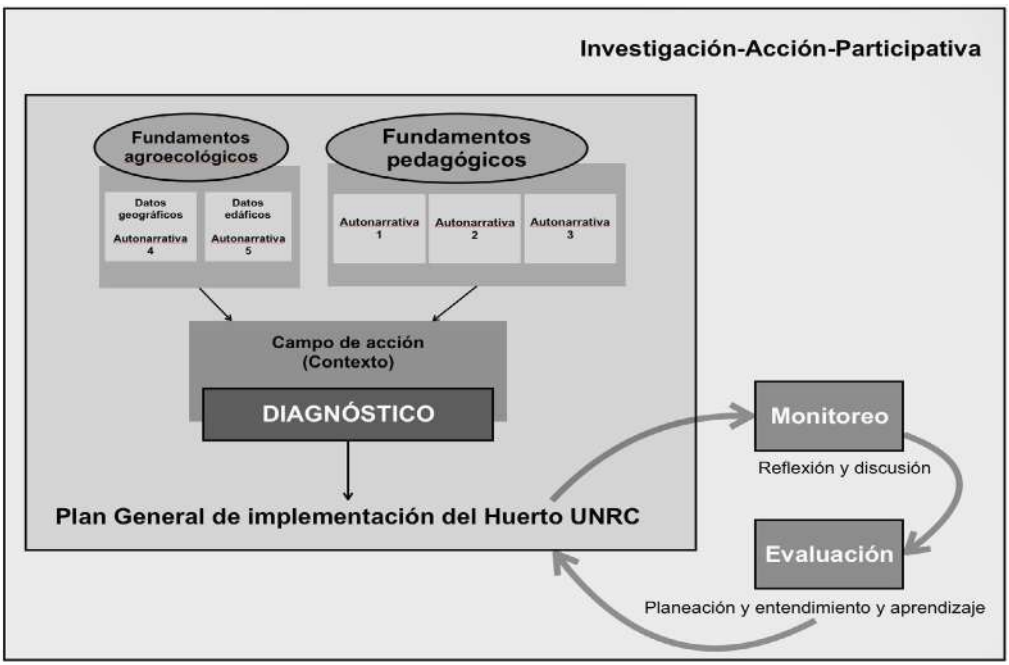


Figura 1. Modelo de flujo de la Investigación Acción Participativa en su etapa diagnóstica inicial. Fuente: Elaboración propia a partir de Putman y Rock (2018) y Fontalvo-Buelvas et al. (2025), con el software Freeform Versión 4.2 (630.61.2) iOS Tahoe 26.2 2025.

Integración de la cartografía de saberes

La cartografía en este contexto se refiere a la integración de lo geoespacial-edáfico y lo pedagógico dado por las narrativas. Primeramente, para la parte conceptual, se utilizó el software "Freeform" y para la parte geoespacial, se usaron los softwares libres "QGIS" y "Google Earth Pro" además del dron DJI Mavic Air 2 y el programa de procesamiento en WebODM ("OpenDroneMap").

Resultados

Aspectos geoespaciales y edáficos del huerto

La delimitación del área del Huerto Universitario de la UNRC es en un espacio arbolado ubicado entre las coordenadas 19.450984° N y -99.080186° O, que forma parte de la sede G.A.M., CDMX con una dimensión de 1,499 m^2 aproximadamente. Se encuentra dentro de los límites de una edificación que anteriormente fue destinada al Programa de "Puntos de Innovación, Libertad, Arte, Educación y Saberes" del gobierno de la ciudad, también conocida como "PILARES", sin embargo, la UNRC tomó posesión de este predio en el 2024. Esta área verde se encuentra ocupada principalmente por organismos arbóreos, varios de ellos exóticos para la región como pirules (*Schinus molle*) y casuarinas (*Casuarinae equisetifolia*) y algunos ejemplares de agaves adultos. Existen también numerosas herbáceas, pero en la zona donde se planea colocar el huerto por considerarse con mayor provisión de horas de luz solar, los pastos grama *(Cynodon dactylon*), predominan. Para el análisis de las variables edáficas propuestas, se realizaron algunos muestreos (A1, A2 y A3) en trayecto, a lo largo de la zona que en un futuro ocupará el Huerto Universitario (Figura 2).

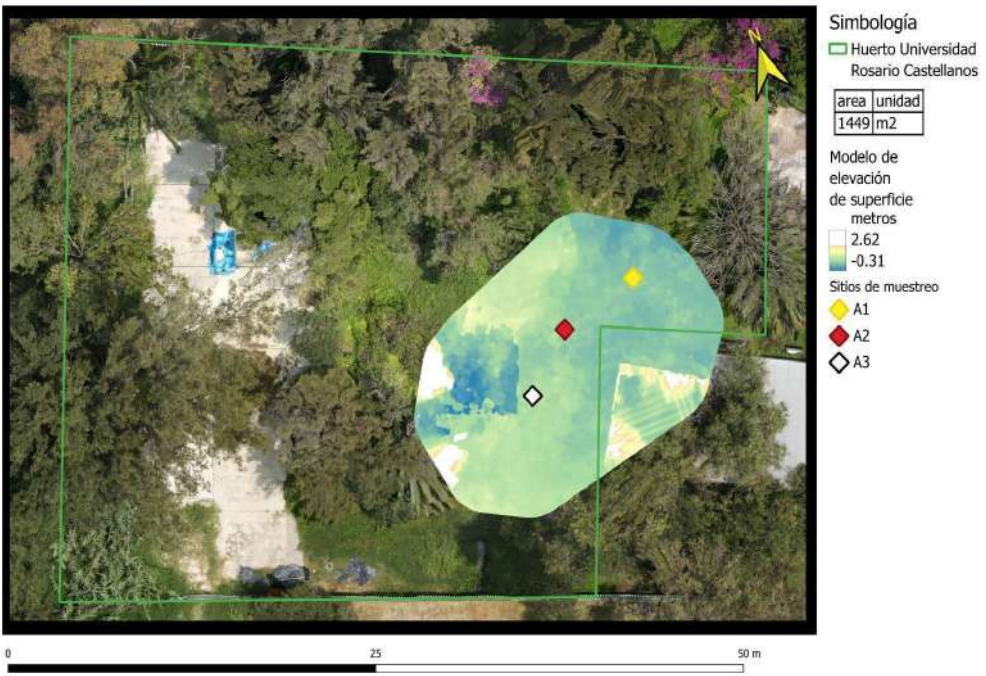


Figura 2. Modelo de elevación de superficie del Huerto Universitario en la UNRC. Fuente: Elaboración por Mario Barba con dron DJI Mavic Air 2 y procesamiento en WebODM (OpenDroneMap), 2025.

La aplicación de Modelos Digitales de Elevación [MDE] en el Huerto Universitario en la UNRC es un primer paso en la planeación y delimitación de los espacios del huerto. Los MDE permiten comprender la dirección principal del flujo hídrico, evaluar la susceptibilidad del suelo a procesos erosivos y reconocer las zonas más adecuadas para implementar zanjas de infiltración, terrazas o canales de desvío. El análisis hidrológico derivado posibilita diseñar estrategias de manejo que optimicen la infiltración, reduzcan la pérdida de suelo y promuevan un aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos disponibles.

Las herramientas de análisis territorial basadas en los Sistemas de Información Geográfica [SIG] y la fotogrametría con drones constituyen un primer paso para la planeación del manejo de recursos hídricos y agroforestales. Su implementación permitirá mejorar el diagnóstico ambiental, optimizar la gestión hídrica, fortalecer la conectividad ecológica y promover prácticas agroecológicas sostenibles. A partir de la fotogrametría generada en este espacio, se identificó un socavón de un metro de profundidad, el cual podría convertirse en un humedal artificial que ayudaría a mantener la humedad del Huerto Universitario y diversificar las especies vegetales con plantas acuáticas. Se identificó otra superficie con un ligero desnivel de 40 cm, que sería aprovechable para canalizar el agua hacia el humedal, sirviendo como captación de lluvia.

La planeación definitiva de las áreas del Huerto Universitario tiene que estar acompañada del trabajo participativo con la comunidad universitaria. Un posible punto de arranque sería una cartografía participativa donde la comunidad presentaría su visión a futuro del Huerto Universitario. Estas propuestas se valoraron a partir de los datos del modelo digital de elevación y con los estudios de calidad de suelos para hacer coincidir los intereses y visiones de los actores involucrados. Mediante este taller de cartografía participativa se pueden realizar propuestas colectivas que consideren también diversos escenarios de las posibles afectaciones en el suelo. Con esta información se buscará incentivar el interés de la comunidad universitaria en el Huerto y su proyección a futuro en el corto, mediano y largo plazo.

Variables edáficas, microbiológicas y cuantificación del Carbono Orgánico del Suelo

Gracias a los muestreos recolectados de las zonas donde posteriormente, se implementará el Huerto Universitario de la UNRC, se pudieron obtener datos de un transecto con diferentes características y que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. *Variables edáficas y microbiológicas y cuantificación del COS obtenidas por zonas de muestreo en donde será implementado el huerto universitario de la UNRC*

Sitio de muestreo	A1	A2	A3
pH del suelo	6.5	5.8	7.3
Conductividad eléctrica (CE) mS/m (1:2.5)	0.8	0.6	1
ppt (1:2.5)	0.51	0.38	0.64
Contenido de Materia Orgánica [MO]	0.054	1.3	2
Textura del suelo	Franco arcilloso	Franco limoso	Franco arcillo limoso
Densidad aparente (g/cm^3)	1.4057	0.9839	0.87059
Observaciones	Mucha compactación	Hormigueros, lejanos a la trayectoria del flujo de agua en el subsuelo	Hormigueros, en la trayectoria del flujo de agua en el subsuelo
Biomasa microbiana (µg/g)	621	654	688
Relación fúngica: bacteriana*	3.7:1	0.5:1	0.5:1
% Hongos	79	31	34
% Bacterias	21	69	66
Carbono de biomasa microbiana (µg/g)	311	327	344
Nitrógeno de la biomasa microbiana (µg/g)	29	52	53
Relación carbono a nitrógeno (C:N)	11:1	6:1	6:1

Fuente: Elaboración Cecilia Muñoz-Cadena (2026).

Nota: Las columnas A1, A2 y A3 corresponden a zonas de muestreo con diferentes condiciones edáficas. A1 presenta suelo compactado, baja materia orgánica (MO) y menor fertilidad, aunque químicamente es neutro y sin sales. Microbiológicamente muestra dominancia fúngica (79 %; relación 3.7:1), C:N microbiano alto (11:1) y biomasa moderada (621 µg/g), lo que indica mayor estabilidad, descomposición lenta y acumulación de carbono. A2 es un suelo más aireado, con mayor porosidad por actividad de hormigas y mayor MO que A1. Presenta dominancia bacteriana (69 %; relación 0.5:1), C:N microbiano bajo (6:1) y biomasa ligeramente mayor (654 µg/g), lo que sugiere dinámica microbiana activa y mineralización rápida de nutrientes. A3 muestra buena estructura, alta porosidad y mayor MO, siendo el sitio con mejor calidad edáfica general, aunque con pH básico. Presenta

predominio bacteriano (66 %), C:N microbiano de 6:1 y la mayor biomasa microbiana total (688 µg/g), indicando alta actividad biológica y ciclos rápidos de nutrientes. En conjunto, A1 representa un sistema más estable y conservador de carbono, mientras que A2 y A3 muestran mayor dinamismo y mineralización, condiciones más favorables para cultivos de ciclo corto. La relación hongos:bacterias puede funcionar como indicador de perturbación del suelo: valores >1 sugieren estabilidad, mientras que <1 indican mayor dinamismo biológico (Ayala-Niño, 2025).

Auto-narrativas sobre la fase diagnóstica de la implementación del huerto universitario

Narrativa 1

"Mi interés por un Huerto Universitario en la UNRC surge de la necesidad de llevar el aprendizaje ambiental más allá del aula. Para abordar los problemas socioambientales urbanos, especialmente en la Ciudad de México, es esencial crear espacios donde el conocimiento se cultive de forma práctica, corporal y con apropiación del territorio".

"Mi formación en la UNRC (Licenciatura en Ciencias Ambientales para Zonas Urbanas, Maestría en Cambio Climático y Biodiversidad, y Doctorado en Ciencias de la Sustentabilidad) me permitió ver la necesidad de vincular la teoría con un "laboratorio vivo" que integre a la comunidad universitaria y los saberes del entorno. Comprendí que, al igual que los ecosistemas, las relaciones humanas deben ser interdependientes y generar beneficios colectivos, articulando diversos actores, conocimientos y experiencias, reconociendo que todos compartimos el mismo territorio".

"El Huerto Universitario es crucial para la UNRC, ya que conecta la formación teórica de profesionales (capaces de afrontar desafíos como el cambio climático y la inseguridad alimentaria) con la práctica y la realidad urbana. Serviría como espacio de aprendizaje, investigación y acción común para licenciaturas y posgrados (Ciencias Ambientales, Cambio Climático, Seguridad Alimentaria, Sustentabilidad), fortaleciendo el pensamiento sistémico y la colaboración. Además, facilita el diálogo entre saberes académicos y conocimientos comunitarios/culturales, enriqueciendo la construcción de sustentabilidad"

"Como huertera urbana en la CDMX, he visto que estos espacios fortalecen el tejido social, generan pertenencia y promueven formas de habitar más justas. El Huerto Universitario es más que un proyecto ambiental; es un espacio de encuentro, formación y transformación colectiva, vinculando a la universidad con su territorio para imaginar futuros sostenibles desde lo local" (Agosto 2025).

Narrativa 2

"En 2023, mi proyecto inicial de investigación en la UNRC sobre "educación ambiental" optando por un proyecto de "cartografías y narrativas con huertistas del SHU-Rizoma", estableciendo a su vez un Huerto Universitario. Esta labor me conectó con una estudiante del SHU-Rizoma (Maestría en Cambio Climático, UNRC), resultando en una propuesta conjunta para crear un huerto en la sede Gustavo A. Madero e integrarlo al nodo educativo del SHU-Rizoma".

"En este proyecto del Huerto Universitario colaboran los colegas investigadores Dr. Gabriel Alejandro Álvarez Hernández (pedagogo) y Dr. Alejandro Rivera Villar (urbanista). A pesar de los altibajos administrativos de 2025, en septiembre se logró establecer la exploración territorial para el huerto".

"Gracias al apoyo del SHU-Rizoma (directora de trabajo terminal Luz del Carmen Brenda Berenice y Mtro. Mario Barba) se proyectó el Huerto Universitario. La meta para 2026 es trabajar en su implementación. Las visitas a otros huertos en 2024 (ej. Huerto Roma Verde), convocadas por SHU-Rizoma, sirvieron para afianzar propuestas de trabajo para su implementación en la UNRC".

"La implementación del Huerto Universitario se ha complicado. Aunque el espacio existe, la escasez de capital humano debido a la falta de coordinación con estudiantes de licenciatura y posgrado, sumada a la creación de nuevas sedes fuera de Ciudad de México (lo que desvía la atención), ha frenado la propuesta. El Huerto Universitario de la UNRC es un espacio clave para la producción orgánica sustentable, el aprendizaje y la convivencia de la comunidad universitaria, con potencial impacto en los vecinos. Más que un lugar de cosecha es un punto de encuentro que fomenta la colectividad. Mi visión es convertirlo en un espacio vivo que genere sustentabilidad ambiental, económica, social y cultural, fortalezca emociones positivas y funcione como resistencia agroecológica en la urbe, demostrando que "las flores pueden romper el pavimento"(Septiembre 2025).

Narrativa 3

"Mi acercamiento al proyecto de huertos urbanos fue inicialmente incierto, ya que el cultivo y la gestión de espacios verdes no eran mi área. Sin embargo, al percibir su potencial pedagógico, la duda se tornó en entusiasmo. Así, comencé a colaborar con el Dr. Saúl, enfocando mi contribución en mi especialidad: la dimensión educativa de la práctica de los huertos".

"Mi inmersión en los huertos urbanos de la CDMX me reveló que son más que espacios ecológicos; son, fundamentalmente, formadores de comunidad. El huerto produce alimentos, sí, pero también genera vínculos y aprendizajes ciudadanos".

"En este trayecto, descubrí que la mayoría de los huertos son esenciales para su comunidad, pues funcionan como espacios abiertos de encuentro y educación ambiental (talleres, conferencias, convivios), integrando a los vecinos. Este aporte pedagógico se reveló como su sustancia fundamental, no un mero accesorio".

"El contacto directo con los huerteros reveló el valor humano del proyecto. La investigación es una actividad vital que nos vincula. El potencial pedagógico de estos espacios es de una profundidad meritoria de ser estudiada".

"El ambicioso reto es analizar pedagógicamente las prácticas de los huertos para crear propuestas de organización educativa. El objetivo es consolidar estos proyectos y futuros, dándoles un claro alcance pedagógico. Así, el huerto urbano será reconocido como un aula viva, no solo un pulmón verde, donde la comunidad se educa y se transforma" (Septiembre 2025).

Narrativa 4

"Fui invitado a participar en el proyecto del Huerto Universitario UNRC campus GAM por los Doctores Saúl Alejandro García y Cecilia Muñoz Cadena, con quienes colaboró en las reuniones del SHU-Rizoma y eventos académicos".

"Como estudiante de Doctorado en Ciencias en Agroecología (ECOSUR-SECIHTI) y entusiasta promotor, he dedicado mi trayectoria a la agricultura urbana. Mis inicios incluyen talleres de huertos y la coordinación del Huerto Tlatelolco (2017-2018). Desde 2022, participo en el SHU-Rizoma, formando parte del Comité Académico y apoyando la sistematización y mapeo de huertos en la Ciudad de México".

"Mi propuesta doctoral ha aplicado herramientas para el diseño del huerto UNRC, como modelos de elevación por drones y cartografía participativa. Estos métodos buscan co-construir proyectos de agricultura urbana que promuevan la conservación y beneficien a toda la comunidad universitaria del campus GAM de la UNRC".

"La fotogrametría con drones fue esencial para visualizar el huerto y planificar colaborativamente este proyecto, que considero vital como estrategia integral de educación ambiental" (Octubre 2025).

Narrativa 5

"Como parte del SHU-Rizoma, apoyamos la búsqueda de estrategias de Educación Ambiental y Agricultura Urbana (como los huertos) para mitigar el cambio climático. Un estudio previo (Muñoz-Cadena y colabores, 2016) mostró una relación directa entre la educación ambiental y la sustentabilidad urbana. Por lo tanto, se espera que el huerto de la UNRC mejore los índices de sustentabilidad en su entorno. La implementación de este huerto urbano puede servir de referente comunitario y contribuir a la mitigación del CO2 mediante la estabilización de carbono orgánico en el suelo, lo cual justifica el proyecto ante la universidad. Es crucial presentar evidencias diagnósticas del potencial del huerto en este aspecto".

"Para el diagnóstico del área a intervenir en la UNRC, se obtuvo un levantamiento fotogramétrico del terreno mediante la colaboración con el Sistema de Huertos Urbanos de la Ciudad de México (SHU-Rizoma). Esto permitió conocer la nivelación y determinar las direcciones de los flujos de agua y tierra para el futuro huerto".

"Se efectuaron análisis edafológicos y microbiológicos del suelo para estimar el potencial de Carbono Orgánico del Suelo (COS) en la UNRC, como parte de una fase diagnóstica inicial. Basado en un proyecto similar del SHU-Rizoma, se anticipa que la aplicación de materia orgánica, como manejo en el futuro huerto, mejorará la capacidad de captura de carbono. El objetivo sería evaluar el potencial del Huerto Universitario para mitigar el cambio climático mediante la medición del COS y la proporción de microorganismos representativos en su fase diagnóstica" (Noviembre 2025).

A partir de la recolección de las narrativas, se propició el encuentro dialógico entre los actores y gracias a sus diversas perspectivas, se integró la propuesta del proyecto, dando cuerpo a un verdadero "diálogo de saberes". Se observa que las auto-narrativas de los cinco actores revelan una convergencia de motivaciones que trascienden más allá del interés académico. La base de esta iniciativa radica en la necesidad de transformar el conocimiento teórico en una praxis comunitaria, en una resistencia agroecológica y un encuentro de experiencias diversas promoviendo la integración social, a través de una planeación precisa mediante procesos y herramientas edafológicas y geoespaciales donde se integraron al conocimiento educativo y con perspectiva social, para articular los saberes del SHU-Rizoma. Consecuentemente, se busca que esta propuesta ayude a sentar las bases del HU en la UNRC, sede GAM, CDMX.

Discusión

Uno de los referentes utilizados para este trabajo, fue la Teoría Crítica de la Enseñanza que se basa en la aplicación de la IAP en el profesorado de Carr y Kemmis (1988). En ella se expone el análisis crítico como pieza medular y lo que busca es superar las limitaciones de los enfoques positivistas e interpretativos (hermenéuticos). El análisis hermenéutico considerado para este trabajo y que utiliza la IAP, posiblemente no sea el más adecuado en la búsqueda de la transformación de las prácticas educativas, de acuerdo con estos autores, ya que el análisis crítico, a diferencia del hermenéutico intenta descubrir, aparte de los significados subjetivos (auto-narrativas), las condiciones objetivas (expresadas como datos cuantitativos) con lo que se busca encontrar, las situaciones limitativas para poder cambiarlas en la interpretación de la realidad socioambiental en la que se pretende implementar el Huerto Universitario en la UNRC a diferencia de un enfoque hermenéutico que sólo se centra en comprender esta realidad.

Para respaldar lo anterior, se desarrolló la Tabla 2 donde se buscó el diálogo entre los enfoques agroecológicos (de orden objetivo: edáficos y geoespaciales) y los pedagógico (de orden subjetivo: las auto-narrativas) donde se muestran los principales puntos expuestos por las perspectivas de los participantes y en el cual se intenta llegar a una propuesta de concordancia entre aquellos enfoques disímiles y que pueda ayudar en la primera etapa de planeación hacia la IAP.

Tabla 2. *Matriz de perspectivas para la construcción y concordancia de la síntesis crítica en la planeación del futuro Huerto Universitario*

Participantes / Miradas	**Fundamento Agroecológico (*Geográfico/Edáfico*)**	**Fundamento Pedagógico (*Hermenéutico/Acción Crítica*)**	**Síntesis Crítica (*Concordancia y Planeación*)**
Narrativa 4	Geográfico: Modelado 3D con drones y cartografía digital del relieve.	Hermenéutico: El mapa no es sólo técnico, es una "co-construcción de saberes".	El huerto se plantea desde una precisión técnica participativa, evitando la imposición de diseños externos.
Narrativa 5	Edáfico: Análisis de pH, MO y captura de COS.	Acción Crítica: Mitigación de emisiones de CO_2 como acto de justicia ambiental.	La salud del suelo es el primer paso para la soberanía ambiental y la educación climática universitaria.
Narrativa 1	Espacial: Reconocimiento del área arbolada y su potencial como aula.	Hermenéutico: El huerto como "laboratorio vivo" y cuerpo-territorio.	El aprendizaje ocurre en el hacer colectivo, fortaleciendo el tejido social más allá de la educación formal y creando alfabetización comunitaria ambiental.
Narrativa 2 y 3	Territorial: Identificación de áreas de erosión y flujos de agua para su manejo.	Acción Crítica: "Resistencia agroecológica" y transformación de la realidad local.	El huerto es una herramienta de incidencia social que vincula a la universidad con la lucha comunitaria.

Fuente: Elaboración propia utilizando el software ATLAS ti. Versión 25.0.1.32924. *Nota:* Considerar que MO = Materia Orgánica, COS = Carbono Orgánico del Suelo, CO_2 = Dióxido de Carbono.

Se pueden observar ciertos puntos clave en la Tabla 2 como son la concordancia, donde se ve que los datos técnicos como, por ejemplo, el pH del suelo, pueden convertirse en un argumento para la "acción crítica", es decir, no sólo se miden las características del suelo por ciencia sino para saber cómo transformarlo colectivamente**.** La última columna la de "Síntesis Crítica" es la que resume la importancia de unir los fundamentos agroecológicos y pedagógicos, ofreciendo la oportunidad de continuar a la construcción de una Cartografía de Saberes, la cual debe ser entendida no como un mapa geográfico tradicional, sino como un mapa de relaciones donde los datos duros (suelo/topografías) se entrelazan con los sentipensares de todos los participantes como se aprecia en la siguiente Figura 3.

La ilustración de esta representa la convergencia entre los fundamentos agroecológicos (dimensión objetiva) y los fundamentos pedagógicos (dimensión subjetiva). A la izquierda de la imagen, se integran los saberes técnicos de Auto-narrativa 4 (geoespacial) y Auto-narrativa 5

(edáfica); a la derecha, las dimensiones hermenéuticas y de acción crítica de Auto-narrativa 1, Auto-narrativas 2 y 3 fueron codificadas sistemáticamente de acuerdo con la tabla 3 según el análisis de ATLAS.ti v.25, resignificando el Huerto Universitario como un espacio de resistencia y aprendizaje vivo. El nodo central de "Síntesis Crítica" simboliza la Ecología de Saberes, donde el dato científico y la auto-narrativa comunitaria se fusionan para dar lugar a una propuesta de aula viva orientada a la soberanía ambiental y la mitigación del cambio climático en la Ciudad de México.

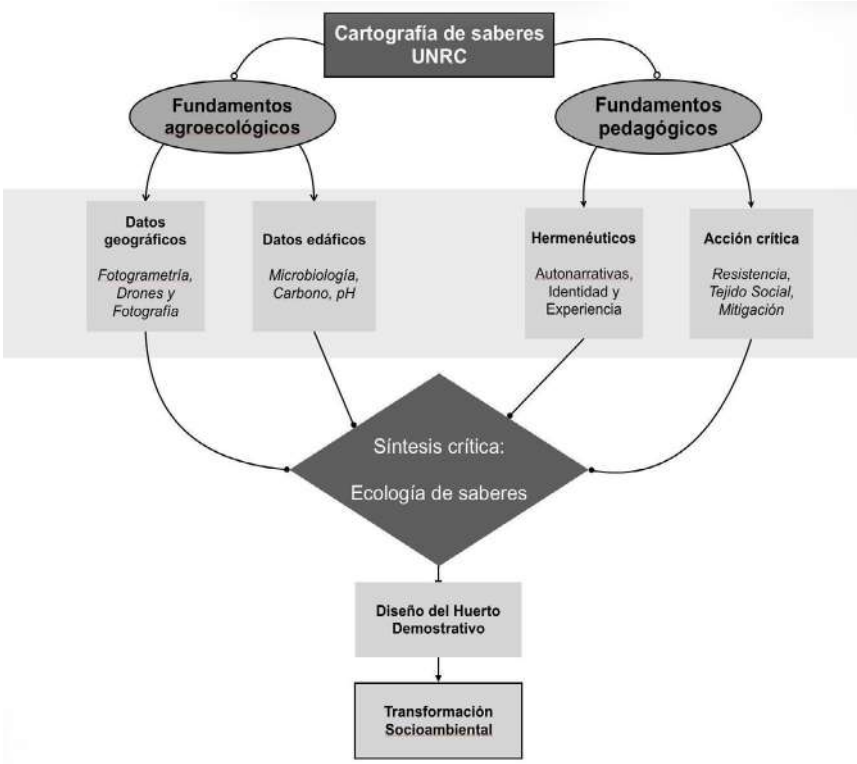


Figura 3. Cartografía Ecológica de Saberes para el Huerto Universitario UNRC. Fuente: Elaboración propia con Freeform Versión 4.2 (630.61.2) iOS Tahoe 26.2 2025.

La Cartografía de Saberes representa la aplicación práctica del modelo teórico de Investigación-Acción-Participativa (IAP). Mientras la Figura 1 plantea el marco conceptual, la Figura 3 muestra la concordancia entre los datos técnicos del suelo y el territorio (edáficos y geoespaciales) y la intencionalidad pedagógica (hermenéutica y crítica), integrando ambos elementos para la sostenibilidad del Huerto Universitario en la UNRC. La Figura 4 ejemplifica esta síntesis al mostrar cómo la cartografía de saberes se incorpora al modelo IAP, evidenciando el paso del marco teórico a la praxis situada. En este modelo, los fundamentos agroecológicos

permiten interpretar la morfología del terreno y la salud del suelo para orientar el diseño del huerto, mientras que los fundamentos pedagógicos, expresados en auto-narrativas codificadas en ATLAS.ti, reflejan las experiencias y voces de los actores, consolidando al huerto como un espacio de aprendizaje y resistencia. La convergencia de ambos ejes configura la Cartografía de Saberes, que proyecta el huerto no solo como espacio productivo, sino como una herramienta de transformación socioambiental, soberanía comunitaria y aprendizaje colectivo. Otros estudios como los mencionados anteriormente (Fontalvo et al., 2019; de la Cruz-Elizondo et al., 2023; Caballero-Salinas et al., 2024; Teerlinck et al., 2024) entre otros, respaldan esta perspectiva participativa, señalando que los huertos universitarios y urbanos favorecen la construcción de comunidades de aprendizaje, la resiliencia ambiental y la cohesión social, actuando como espacios de encuentro y acción comunitaria.

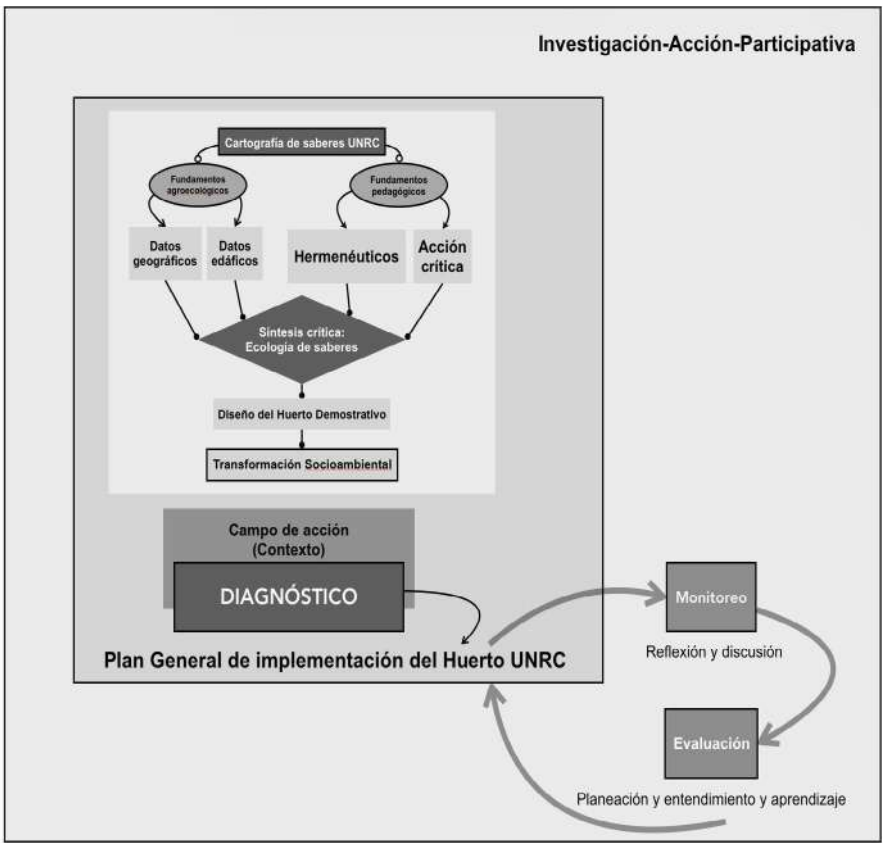


Figura 4. Integración de la Cartografía Ecológica de Saberes dentro del flujo de la IAP en su etapa diagnóstica para la implementación del huerto. Fuente: Elaboración propia (2026).

Conclusión

El proceso de integración del Huerto Universitario de la UNRC ha revelado ser un ejercicio complejo y rico de articulación de comunidades discursivas que trascienden la mera práctica agrícola; así, mediante una metodología de la IAP con enfoque biográfico-narrativo y hermenéutico-crítico, se logró establecer la Cartografía de Saberes antes expuesta, la cual demuestra la convergencia necesaria entre la dimensión subjetiva (pedagógico) y la dimensión objetiva (agroecológica) para la sostenibilidad del proyecto.

Los hallazgos de las auto-narrativas evidencian que el Huerto Universitario es concebido por los actores involucrados como un espacio abierto, es decir, un aula viva, cuyo propósito principal es el aprendizaje hacia el cuidado de la naturaleza, la producción de alimentos, la transformación socioambiental y el fortalecimiento del tejido social. Así cómo la resiliencia climática en un contexto urbano. El análisis cualitativo, triangulado con los datos técnicos de la fase diagnóstica, confirma la intención de utilizar el espacio como una herramienta de resistencia agroecológica, vinculando la teoría universitaria con la praxis comunitaria.

Desde la perspectiva objetiva, el diagnóstico geoespacial (drones y Modelos Digitales de Elevación) y edáfico (análisis de pH, Materia Orgánica y Carbono Orgánico del Suelo) proporcionó los fundamentos materiales para la planeación. Los datos indican la necesidad de estrategias específicas de manejo hídrico y de mejoramiento de la salud del suelo, especialmente en el Sitio A1. Sin embargo, el ejercicio de síntesis dialéctico hecho aquí demostró que estos datos técnicos no son fines en sí mismos, sino argumentos para la acción crítica, es decir, el dato sobre la baja calidad biológica de un suelo se convierte en una oportunidad educativa para la comunidad universitaria en la UNRC.

El reto a futuro reside en llevar la Cartografía de Saberes a la acción, asegurando que la planeación definitiva sea un ejercicio de diseño participativo que equilibre las visiones académicas con las experiencias y sentipensares de la comunidad. El Huerto Universitario de la UNRC se proyecta así, como un espacio físico y un referente en la Ciudad de México para la soberanía ambiental y la pedagogía crítica. Finalmente, en el transcurso del año 2026 se avanzará con una propuesta para el “Plan General de Implementación del Huerto en la UNRC”.

Por último, el estudio cumplió su objetivo al articular datos técnicos y narrativas para fundamentar el Huerto Universitario de la UNRC como un espacio educativo, comunitario y agroecológico. En el caso de los resultados cualitativos evidencian procesos de identidad, vinculación comunitaria y formación socioambiental que complementan y dan sentido a los resultados técnicos, reforzando la idea de que la planeación del huerto debe surgir de la convergencia entre condiciones biofísicas reales y las visiones, memorias y expectativas de la comunidad universitaria.

Agradecimientos

A Jeovana Fraire Robles por su asistencia en el manejo del software ATLAS.ti.

Referencias bibliográficas

Altieri, M. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: S. Sarandón (Ed.). *Agroecología: El Camino hacia una Agricultura Sustentable (pp. 49-56*). Ediciones Científicas Americanas.

Armienta-Moreno, D., Keck, C., Ferguson, B., & Saldívar-Moreno, A. (2019). Huertos escolares como espacios para el cultivo de relaciones. *Innovación Educativa, 19*(80), 161–178.

Álvarez, G. (2018). Narrativa, experiencia y saber. Apuntes para una comprensión del campo educativo. *Voces De La Educación*, 3(6), 3-15. https://www.revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/116

Ayala-Niño, F. (2025). El suelo: de lo imperceptible a lo ecosistémico. En N. Montaño, R. García-Sánchez & A. Jiménez-Martínez (Eds.). *Microbiología y biogeoquímica del suelo: teoría y aplicaciones (pp. 31-56).* Editorial de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa.

Bolívar, A., Domingo, J., & Fernández, M. (2001). *La investigación biográfico-narrativa en educación. Enfoque y metodología*. Editorial La Muralla, S.A.

Caballero-Salinas, J., Escobar-Cruz, B., Valdez-Meza, L., & Conde-Torrez, H. (2024). Génesis y primeros aprendizajes del Huerto Agroecológico Universitario *Nana najs*. *Teocintle*, *2*(14), 6-7.

Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría Crítica de la Enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Editorial Roca.

de la Cruz-Elizondo, Y., Fontalvo-Buelvas, J., & Castro-Martínez, O. (2023). El huerto como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la biología a nivel universitario: aproximaciones y reflexiones. En: O. R. Castro Martínez, E., Velázquez Cigarroa, & J. C. Fontalvo-Buelvas. (coords.). *Agricultura, huertos educativos y transformaciones socioecológicas: Experiencias significativas en México (pp. 121-136).* Azul de Samarcanda Ediciones.

Ferguson, B., Morales, H., Santiz, J., Rubio, L., Junghans, C., Hernández, C., Reyes, J., Pérez, A., & Limón, C. (2024). Aprendizajes, retos, y regalos del Aula-Huerto de El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas. En: J. C. Fontalvo-Buelvas., Y, de la Cruz Elizondo., & O. R. Casto Martínez. (coord.). *Huertos en instituciones de educación superior: Relatos y experiencias desde México (pp. 26-46).* Comunicación Científica. https://doi.org/10.52501/cc.191

Fontalvo-Buelvas, J. C., & de la Cruz-Elizondo, Y. (2019). Los huertos universitarios: una experiencia de educación ambiental y sustentabilidad en la Universidad Veracruzana. En: F. Reyes-Ruiz, L. Nieto-Caraveo, & M. Pech (coords.). *La arena de la educación ambiental en México. Caudal de ímpetus y logros (pp. 205-2012).* Universidad del Caribe. https://www.anea.org.mx/_files/ugd/1db713_3a 56cd6a854a4b84af7d130295773d82.pdf

Fontalvo-Buelvas, J. C., & de la Cruz-Elizondo, Y. (2021). Huertos universitarios y necesidades humanas: una aproximación bibliográfica y vivencial desde el huerto agroecológico de la Universidad Veracruzana en México. *La Colmena*, 14, 29-46. https://doi.org/10.18800/lacolmena.202101.002

Fontalvo-Buelvas, J., de la Cruz-Elizondo, Y., & Trujillo-Valdivieso, H. (2025). Fundamentos agroecológicos y pedagógicos para la implementación de huertos familiares y educativos. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía, 9*(16), 80-103. https://www.redalyc.org/journal/5739/573982537004/html/

Fontalvo Buelvas, J. C., Pulido Silva, M. T., & Escalona Aguilar, M. Á. (2025). Flujo de saberes y construcción de comunidades de aprendizaje en huertos urbanos: Un laboratorio de innovación socioecológica en Xalapa-Enríquez, Veracruz. En Fontalvo Buelvas, J. C. (coord..). *Comunidades de Aprendizaje para las Agroecologías. Experiencias desde colectividades, escuelas campesinas, redes, asociaciones civiles e instituciones educativas (pp. 101-127).* Comunicación Científica. https://doi.org/10.52501/cc.354.05

Huerto Roma Verde. (s.f.). *Reciclaje comunitario.* Huerto Roma Verde. Disponible en*:* *https://www.huertoromaverde.org/reciclaje-comunitario*.

Larrosa, J. (2003). *La experiencia de la lectura: estudios sobre literatura y formación*. Editorial FC.

Malberg-Dyg, P., & Wistoft, K. (2018). Wellbeing in school gardens the case of the Gardens for Bellies food and environmental education program. *Environmental Education Research*, *24*(8), 1177–1191. https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1434869

Muñoz-Cadena, C., Estrada-Izquierdo, I. y Morales-Pérez, R. (2016). Logros de la educación ambiental y la sustentabilidad urbana en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 18*(3), 37-50. http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1192

Nieto-Bravo, J., Pérez-Vargas, J., & Moncada-Guzmán, C. (2022). Métodos narrativos en investigación social y educativa. *Revista de Ciencias Sociales*, 29(1), 215-226. https://doi.org/10.31876/rcs.v29i1.39747

Putman, S., & Rock, T. (2018). *Action research: using strategic inquiry to improve teaching and learning.* Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.

Skliar, C., & Larrosa, J. (2009). *Experiencia y alteridad en educación*. Homo Sapiens Ediciones.

Suárez, D. (2021). Investigación narrativa, relatos de experiencia y revitalización del saber pedagógico. *Serie indagaciones*, *2*(31), 365-379. https://doi.org/10.37177/UNICEN/EB31-308

Teerlinck J., Wittemans K., Beele E., Dewaelheyns V., Steen T., & Somers B. (2024) What can Nature-based Solutions in domestic gardens contribute to climate change adaptation in Western-Europe? a systematic review. *Frontiers Environment Science*, 12, 1-16. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1430739

Van-Manen, M. (2003). *Investigación educativa y experiencia vivida: Ciencia humana para una pedagogía de la acción y la sensibilidad.* Editorial Idea Books.

Cosechas interdisciplinarias del huerto de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios en la Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas

Interdisciplinary Harvests from the orchard of the Mayan Faculty of Agricultural Studies at the Benemérita Univeridad Autónoma de Chiapas

Hugo Josue Molina-Gómez[*]
Ernesto Cárdenas-Bejarano[**]
Jesús Benjamín Ponce-Noguez[***]
Geiner Francisco Álvarez-Sánchez[****]
Amador Martínez-Hernández[*****]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.04

Resumen

El huerto universitario surge con el interés de desarrollar experimentación en especies agropecuarias alternativas para la región enfocados a la sustentabilidad y producción de alimentos inocuos para contribuir con la seguridad alimentaria que son estrategias de la Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas-Facultad Maya de Estudios Agropecuarios (BUNACH-FMEA). El trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo (periodo 2024-2025) de tipo descriptivo utilizando técnicas como: observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida, e introspección con grupos para analizar percepciones, descripciones detalladas y explicativas. El objetivo es dar a conocer el origen e importancia del huerto universitario en la educación de estudiantes de la FMEA mediante el apoyo de los docentes del grupo colegiado Ecología de Enfermedades y Producción de Alimentos Inocuos (EEPAI) con actividades multidisciplinares para el desarrollo profesional de los estudiantes. Se ha establecido un espacio

[*] Doctor en Socioeconomía Estadística e Informática-Economía. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0503-0391. Correo electrónico: hugo_molina@unach.mx
[**] Doctor en Socioeconomía Estadística e Informática-Desarrollo Rural. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8206-1098. Correo electrónico: ernesto.cardenas@unach.mx
[***] Doctor en Ciencias en Alimentos. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6560-0275. Correo electrónico: jesus.ponce@unach.mx
[****] Doctor en Ciencias Agrícolas en el Trópico. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6544-7880. Correo electrónico: geiner.alvarez@unach.mx
[*****] Doctor en Ciencias en Economía Agrícola. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. México. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1738-1906. Correo electrónico: amador.martinez@unach.mx

de 4097.52 m^2 para la producción de diversas especies agropecuarias para experimentación y prácticas con estudiantes. El huerto universitario de la FMEA con el enfoque multidisciplinario y de sustentabilidad, trasciende su función exclusivamente productiva para convertirse en un aula viva que beneficia significativamente a los estudiantes.

Palabras clave: *agricultura, desarrollo profesional, educación, experimentación, producción.*

Abstract

The university garden emerged from an interest in conducting experimentation with alternative agricultural species for the region, with a focus on sustainability and safe food production, thereby contributing to food security as part of the strategy of the Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas–Facultad Maya de Estudios Agropecuarios (BUNACH-FMEA). The study was conducted using a qualitative, descriptive approach during the 2024–2025 period, employing techniques such as unstructured observation, open interviews, document review, group discussion, evaluation of personal experiences, life histories, and introspective group processes to analyze perceptions, as well as detailed and explanatory descriptions. The objective is to present the origin and importance of the university garden in the education of FMEA students, supported by faculty members from the collegiate group Ecology of Diseases and Safe Food Production (EEPAI), through multidisciplinary activities that contribute to students' professional development. A 4,097.52 m^2 space has been established for the production of diverse agricultural species, serving as a site for experimentation and student practice. The FMEA university garden, with its multidisciplinary and sustainability-oriented approach, transcends its purely productive function to become a living classroom that significantly benefits students.

Keywords: *agriculture, professional development, education, experimentation, production.*

Introducción

Los huertos son importantes para la producción de diversas especies agrícolas sobre todo para las hortalizas. Son espacios reestructurados que se pueden diseñar al interés y necesidades de los estudiantes y docentes, además de la actividad productiva los huertos son un elemento pedagógico y promotor de valores (Alcántara et al., 2019). En las instituciones educativas son recursos didácticos valiosos para el aprendizaje de las y los estudiantes y facilita abordar los contenidos relacionados con los problemas ambientales (Eugenio-Gozalbo et al., 2018). La Secretaría del Bienestar (2025) los denomina "huertos pedagógicos" puesto que son el mejor modelo de enseñanza. Así mientras se aprende a cultivar, cosechar, conservar, preparar los alimentos y comer frutas y verduras frescas; se trabaja en equipos y mejoran las habilidades, las relaciones escolares y comunitarias.

Acorde a las características del huerto y en las actividades diarias en la FMEA surge la necesidad de establecer el huerto de producción agrícola integrando la producción pecuaria de

especies menores (aves), con el propósito de que la producción agrícola a su vez generara alimento para las aves y éstas estiércol para el abonado de los cultivos agrícolas. Además, se añade las actividades de procesamiento de productos y valor agregado (agroindustrias) y el conocimiento sobre la actividad económica al analizar los costos e ingresos, así como identificar el mercado potencial para la comercialización. Ante la integración de actividades surge el nombre de "Huerto Universitario Integral Agropecuario". Las prácticas de producción agrícola y pecuaria se desarrollan con actividades agroecológicas para obtener la producción de alimentos inocuos; es decir que no presenten aditivos o contaminantes, sustancias venenosas, residuos de medicamentos veterinarios o plaguicidas en los alimentos o bebidas, o los métodos de elaboración que tengan implicancias para la inocuidad de alimentos (Guevara-Lam, 2025).

El huerto universitario funciona como un espacio de prácticas que complementa la teoría de las unidades de competencia del plan de estudios de las distintas carreras profesionales: Ingeniero Agrónomo (IA), Médico Veterinario Zootecnia (MVZ) e Ingeniero Agroindustrial (IAg). Por lo que, todas las actividades buscan fortalecer el desarrollo de competencias en los estudiantes con experiencias reales en campo. En algunos casos se trabaja con voluntariados como actividades extracurriculares que buscan generar más habilidades prácticas para fortalecer sus experiencias vivenciales. Además de la participación de estudiantes de servicio social donde ponen en práctica sus conocimientos por las distintas labores.

Estos espacios ayudan a generar mayor aprendizaje en los estudiantes, contribuyendo en reducir los problemas estudiantiles mencionados por Salazar-Salazar (2024) destacando el bajo rendimiento escolar, dificultades específicas de aprendizaje, trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad y discapacidad intelectual. Todo aprendizaje tiene un contenido emocional o se halla asociado con algún contexto emocional; la escuela o la materia interaccionan con sus habilidades para manejar la información potenciando o no los aprendizajes, la información afectiva influye y se incorpora en el procesamiento constructivo que lleva a cabo una persona, implicando selectivamente los procesos de aprendizaje, de memoria y de atención (Salazar, 2005).

En educación superior las deficiencias de aprendizaje se han comenzado a desarrollar, así como aplicar diversos sistemas de apoyo bajo la idea de hacer sus entornos más inclusivos, pero las barreras suelen ser mayores, por la carga de trabajo del personal docente, sus problemas de motivación y la proactiva a los estudiantes que experimentan dificultades dejan una omnipresencia de la normalidad en la educación superior que es difícil de romper (Gómez-Santos et al., 2018). Los factores anteriores pueden estar motivadas por causas externas a los estudiantes (Salazar-Salazar, 2024).

El estudiantado presenta deficiencias, catalogadas en dos categorías principales como: formales y metodológicas, y de redacción y ortografía (Rodríguez-Méndez et al., 2016). Desafortunadamente las universidades se preocupan en formar gente experta en sus áreas de conocimiento, pero no les forman en cuanto a cómo comunicarse en las comunidades académicas, científicas y disciplinares (Corona-Martínez y Fonseca-Hernández, 2018). Lo

anterior también contribuye a que los estudiantes presenten problemas con la elaboración de tesis por el procesamiento estadístico de los datos, la escasa formación en metodología de la investigación y redacción de textos científicos y la falta de concordancia de criterios entre la persona tutora y los evaluadores o evaluadoras (Perdomo y Morales, 2022). Actualmente, los estudiantes de FMEA en su mayoría se les dificulta realizar investigaciones por falta de conocimientos sobre los procesos necesarios para trabajar en una tesis, por ello optan hacia formas de titulación "más fáciles".

Por lo anterior el huerto universitario es un medio a través del cual se pueden cubrir, desarrollar o potenciar de forma sinérgica las necesidades humanas fundamentales; resulta conveniente incentivar los huertos e institucionalizarlos desde políticas internas para que sean parte orgánica de los campus, se articulen a los ejes transversales y contribuyan a la sustentabilidad universitaria (Fontalvo-Buelvas y de la Cruz-Elizondo, 2021). Acorde con los programas BUNACH-FMEA, el huerto integral agropecuario contribuirá positivamente a que los estudiantes puedan desarrollar habilidades de producción, identificar problemas, analizar el entorno, cuidar del medio ambiente con el enfoque de la carrera académica que estén cursando y generar en ellos ideas y motivarlos para que identifiquen la línea de trabajo que sea de su agrado para desarrollar sus actividades profesionales.

Todas esas actividades permitirán a los estudiantes retroalimentar sobre la recopilación de información de los sucesos para generar reportes por cada actividad fortaleciendo la ortografía, redacción y metodología. Permite la vinculación con la investigación para la elaboración de tesis, o diversos trabajos que puedan ser publicados y en su caso generen habilidades para desarrollar investigación de posgrado. La tarea del docente no se centra únicamente en transmitir conocimientos, sino en gestionar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, esto implica ofrecerles pautas, herramientas y medios para que sean los propios estudiantes quienes de forma autónoma desarrollen su propio proceso de aprendizaje, y acompañarles en esta tarea para orientarles y ayudarles a superar las dificultades que encuentren; asumiendo esta nueva perspectiva de la docencia universitaria, fácilmente se deduce que los escenarios y los métodos de la enseñanza deben experimentar una profunda renovación (De Miguel, 2006).

En este sentido, estas acciones también contribuyen con la función de la institución BUNACH-FMEA al indicar que genera, recrea y extiende el conocimiento; formar profesionales integrales con habilidades en su área de especialidad, con actitud crítica, propositiva, emprendedora, creativa, espíritu ético y humanista para el desarrollo de la región, de Chiapas y México con enfoque sustentable. Por lo anterior se ha considerado cuestionarse ¿Qué beneficios tiene un huerto universitario sobre los estudiantes de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios?, ¿Es importante desarrollar prácticas de producción integral agropecuario para el fortalecimiento de capacidades de los alumnos? ¿Cómo se relacionan las licenciaturas de la FMEA con las actividades del huerto universitario? El objetivo es dar a conocer el origen e importancia del huerto universitario en la educación de estudiantes de la FMEA mediante el

apoyo de los docentes del grupo colegiado EEPAI con actividades multidisciplinares bajo los enfoques de sustentabilidad y seguridad alimentaria para el desarrollo profesional de los estudiantes.

Métodos

Área de estudio

El huerto escolar se encuentra ubicado en el "Módulo de experimentación en especies agropecuarias alternativas para la región" que actualmente (2025) está asignado al grupo colegiado EEPAI de la BUNACH-FMEA ubicada en Catazajá, Chiapas. La superficie destinada para el huerto universitario es de 4 097.52 m^2 (Figura 1).



Figura 1. Superficie de producción del huerto de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Earth (2026).

De acuerdo al programa regional (XIII Maya) de desarrollo, el clima es tropical, predominando Af(m) cálido húmedo con lluvias todo el año, que abarca el 65.28 % de la superficie regional; el 28.78 % de Am(f) cálido húmedo con lluvias abundantes en verano 28.78 % y cálido subhúmedo con lluvias en verano 5.40 %; en época de seca marcada en primavera y menor en verano; en los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio está por debajo de los 20.5 °C, mientras que la máxima promedio oscila entre 30°C y por arriba de los 34.5°C; en el periodo de noviembre-abril, la temperatura mínima promedio va de 18°C a 20.5°C, y la máxima promedio fluctúa entre 27°C y 30°C; en los meses de mayo a octubre, la precipitación media fluctúa entre los 1400 mm y los 2600 mm, y en el periodo de noviembre-abril, la precipitación media va de los 300 mm a 1000 mm.

Enfoque de investigación

El trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, basado metodológicamente en el análisis de las percepciones (Martínez, 2006); permite las descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones (Patton, 2011, citado por Hernández-Sampieri et al., 2014). El estudio aborda un nivel explicativo en este caso con el propósito de mencionar las situaciones positivas y negativas que ocurrieron en el huerto universitario (Hernández-Sampieri et al., 2018). La investigación cualitativa utiliza técnicas para recolectar datos como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida, e introspección con grupos o comunidades. Este tipo de investigación se fundamenta en una perspectiva interpretativa que generalmente está centrada en el entendimiento del significado que presentan las acciones de seres vivos, sobre todo de los humanos y sus instituciones en un contexto y temporalidad determinada por quienes investigan (Hernández-Sampieri et al., 2014).

Recopilación de datos

Para detallar la información descriptiva se tienen registrados los datos en documentos y libretas de campo que se obtuvieron mediante la observación y observación participante, además de documentos narrativos de vivencias y experimentaciones del fundador y líder del grupo colegiado EEPAI y de los docentes que con el tiempo integraron dicho equipo, asimismo información de los alumnos que han trabajado en el huerto universitario. Se consideró la recopilación de documentos de la asignación del módulo de producción y fundación del huerto, a través del diálogo se ha construido una historia. Permitieron generar datos sobre relatos de las experiencias vividas desde la adquisición del área de producción (enero 2024) hasta las labores realizadas a la fecha (noviembre 2025). Las operaciones en el huerto universitario en el área pecuaria comenzaron en el mes de marzo del 2024 (aún no establecido como huerto). En el mes de mayo del 2025 se definió el espacio como huerto, bajo esa denominación las labores comenzaron en el mes de agosto del 2025.

Resultados

Diseño, consolidación y labores de construcción del huerto

Los docentes integrantes del grupo colegiado que trabajan en el huerto universitario cuentan con diferentes especialidades profesionales que permite mantener la multidisciplinariedad en las labores, complementan adecuadamente sus actividades para cumplir con el objetivo, desarrollar y dar dirección al huerto. Los perfiles profesionales incluyen agronomía, MVZ, Desarrollo Rural, Sustentabilidad, Procesos Agroalimentarios (Agroindustrias) y Economía, permiten integrar labores que van desde la producción primaria hasta la comercialización integrándolos a los diferentes canales de venta, ya sea como producto primario o procesados para dar valor agregado.

Esta diversidad ha contribuido a que los alumnos adquieran diferentes habilidades académicas, se inspiren y puedan identificar el área que más les interese para su desarrollo profesional.

En su momento y para los objetivos iniciales del huerto la puesta en marcha fue un reto por la amplitud del terreno, se dificultaba cubrir todo el espacio asignado debido a que únicamente se trabajaba con la producción de especies pecuarias menores (patos, guajolotes o pavos y pollos) con estudiantes de la carrera en MVZ. El fundador del grupo EEPAI indica que en el caso de la creación del huerto universitario fue difícil para los docentes (inicialmente tres docentes: especialidades en MVZ y procesos alimentarios) que lo administraban porque las actividades se desarrollaban únicamente en cuatro espacios pequeños (no mayores a 9 m^2) con la finalidad de conocer el proceso de producción y realizar prácticas de anatomía y cirugía.

Posteriormente, al integrarse otros docentes del área agrícola y economía, los espacios del huerto se tuvieron que rediseñar para un mejor orden y uso eficiente de las áreas, esta actividad se logró en conjunto con todos los docentes (ahora cinco integrantes) manteniendo la idea en común de "trabajar prácticas con estudiantes y experimentación para desarrollar capacidades en los alumnos que permita generar habilidades para su profesionalismo de acuerdo a las demandas laborales y objetivos de la BUNACH-FMEA". Estas labores se generaron mediante planes de trabajo donde a las actividades iniciales (únicamente pecuarias) del huerto se le añadían dos palabras que ampliaba los trabajos: "integral" y "agrícola", pasó de ser un "huerto universitario pecuario" a "huerto universitario integral agropecuario" con la idea de que las y los estudiantes de las distintas licenciaturas: agronomía, MVZ, y agroindustria se incluyan en las labores y conozcan la interacción que se genera entre dichas áreas.

Con la idea integradora de diversas especialidades profesionales y al diseñar los espacios, las áreas se destinaron a la producción de aves (patos y pavos), área de producción de hortalizas, maíces nativos, producción de plantas aromáticas y medicinales, producción de frutales (cacao, café, cítricos, papaya, plátano, entre otros), manejo de abejas meliponas, acuaponía y producción de abonos orgánicos. Al tener contemplados todos los espacios como huerto universitario, los docentes junto con los estudiantes de las carreras en IA y MVZ comenzaron actividades (agosto 2025) de limpieza y mantenimiento (poda de plantas y suelo), primeramente, cortando con machetes y azadones todas las plantas silvestres que se colocaban en un solo lugar (área de abonos) para su descomposición natural y generar materia orgánica. Además, los corrales que se tenían para el encierro de patos y pavos fueron reorganizados, estas actividades se desarrollaron en el mes de agosto de 2025.

Al mantener acondicionada las zonas, con el uso de azadones, palas y picos se comenzó con el arado del suelo y construcción de camellones sobre el suelo arado, se mezcló suelo franco, estiércol de ovinos y bovinos y tierra negra que contenía restos vegetales en descomposición, con la finalidad de obtener suelo menos compacto y más fértil que facilite el desarrollo de las raíces. Se realizaron esas actividades porque en las zonas de trabajo la tierra es arcillosa y compacta. Las medidas de los camellones (un metro de ancho, la longitud fue de 3 a 12 metros, se ajustó al terreno disponible. Para retener el suelo, en los costados de los camellones se colocaron postes

obtenidos de la poda de árboles y sobre los camellones previamente establecidos se colocó cobertura de pasto seco como acolchado para reducir el crecimiento de plantas no deseadas, retener humedad y evitar la erosión por los golpes de las gotas de agua de lluvia o por la forma de riego (con manguera). La tecnología de los camellones es sólida y sostenible; su trabajo demostró que los camellones tienen relativamente alta productividad y probablemente son capaces de cosechas sostenidas bajo una buena administración; los agricultores que utilizan camellones rehabilitados mantienen el éxito en la producción.

En las partes con pendiente se construyeron terrazas donde se incorporó la misma mezcla de tierra y dimensiones. Fueron medios de cultivos sumamente importantes que permitieron conservar la humedad del suelo y contenerlo en espacios de difícil acceso como mesetas y montañas. Esta técnica permite reducir la erosión del suelo, retención de humedad para los cultivos logrando transformarlos y aprovechar los espacios de producción. En las actividades los estudiantes expresaron que "no sabía cómo mezclar suelo para que las semillas germinarán", "no tenía idea de cómo construir camellones para la producción de hortalizas" y "desconocía el beneficio de las terrazas". En la construcción de camellones primeramente se trabajó con un almácigo para la germinación de semillas, crecimiento de plántulas y plantas como: calabaza italiana, pepino, jitomate, lechuga, repollo, cebolla blanca y de manera directa en los camellones: rábano y cilantro.

En el interés de experimentación con los estudiantes de IA, se trabajó con el análisis de adaptación de especies hortícolas (lechuga orejona y repollo) de clima frío o templados a climas cálidos húmedos (área de trabajo). Al conocer los cultivos con los que se trabajarían los alumnos indicaron que "no creía que germinarían semillas de hortalizas de clima frio en un clima cálido".

Desde el acondicionamiento del terreno y camellones (tiempo de construcción del mes de agosto a septiembre 2025) para el desarrollo de prácticas, se experimentaron diversas situaciones positivas y negativas para los cultivos plantados. En la construcción de camellones surge la necesidad de mejorarlos para un correcto crecimiento de las plantas, además por ser una zona cálida, la presencia de hormigas generó análisis en los estudiantes para solucionar el problema, importante para la germinación de semillas porque ante la naturaleza de los insectos desentierran las semillas.

Ante esta situación, se realizó con los estudiantes otra actividad importante antes de establecer cultivos y fue la elaboración de insecticidas naturales a base de cebolla, ajo, y mezcla de ajo, chile y pimienta (se dejaron almacenados en botellas de PET pintadas de color negro para aumentar su vida útil), dichos productos funcionaron como repelentes y controladores de insectos y en almácigo resulto efectivo porque al depositar las semillas al suelo, las hormigas no las desenterraron permitiendo la germinación y crecimiento de las plantas.

La dosis fue 500 mL del extracto de cebolla en un litro de agua cada tercer día hasta que las semillas germinaran. Para aplicaciones como preventivos en plantas y manejo de plagas se aplicó un litro de extracto de ajo o la mezcla (chile, ajo y pimienta) en 20 litros de agua cada tercer día. Las fumigaciones en su momento con atomizadores se realizaban principalmente al pepino, calabazas y repollo quienes presentaban mayor ataque por plagas.

Además, por la necesidad de fertilizar los cultivos se elaboró abono tipo bocashi (septiembre 2025). El abonado se realizó cuando las plantas de siembra directa tenían entre 20 a 30 días de germinadas (dg), continuando a los 60 dg y 90 dg; las de semillero a los 15 días después de trasplantadas en campo (ddtc), continuando a los 45 ddtc y 60 ddtc. Se aplicó 300 gr por planta. Los riegos de los cultivos dependían de las condiciones climáticas de la zona, cuando no llovía se realizaba riego diario y cuando era temporada de lluvias se aprovechaba este recurso. Se consideraba la cantidad de humedad que tenía el suelo por la temperatura por ser un lugar cálido donde el agua en el suelo se evapora rápidamente y se ocupa con mayor frecuencia el riego. También se trabajó con la producción de maíz nativo (color morado) con labranza cero y aplicación de abonos orgánicos: bocashi (sólido) y biol (líquido) para analizar el efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas. En esta producción los restos de pastos y plantas no deseadas se dejaban como cobertura sobre el suelo para ayudar a mejorarlo, retener humedad y reducir la presencia de plantas no deseadas.

En cuanto a la interacción agrícola y pecuaria, se presentó porque las plantas en producción (repollo y lechuga) se utilizaron para alimentar pavos y patos. En el área pecuaria se mantenían 55 patos y 22 pavos (guajolotes) encerrados en corrales rústicos construidos con postes de madera obtenidos de árboles que se podaron, encerrados con malla pollera, láminas y en algunos casos con un techo de malla sombra.

La producción de aves permitió a los estudiantes analizar el crecimiento mediante la experimentación a base de alimentación con dietas balanceadas, además de tomar muestras de sangre a los animales para diagnóstico de enfermedades y análisis de ADN para identificar características especiales como resistencias a enfermedades que puedan ayudar a mejorar las futuras producciones; así como identificación de plagas, conocer sobre la anatomía y fisiología animal mediante el sacrificio y manejo adecuado de la producción para prevenir enfermedades.

Cosecha

En cuanto a la cosecha de hortalizas, se desarrolló en diferentes tiempos por el ciclo de cada cultivo (noviembre-diciembre del 2025), los productos obtenidos fueron consumidos por los alumnos y docentes (Figura 2). Se consideraron de buena calidad por presentar buen tamaño, color y sabor. Los productos cosechados fueron: cilantro, pepino, rábano, lechuga, repollo, cebolla blanca. Con respecto a la producción de calabazas en el crecimiento y desarrollo no se presentaron problemas, pero al momento de la floración y desarrollo del fruto aparecieron las plagas (gusano del fruto: *Helicoverpa zea*) que atacaron directamente al fruto, en este caso las aplicaciones semanales de los extractos no las controlaba, se procedió con aplicaciones más frecuentes (cada tercer día), se logró reducir la población, pero aun así se perdieron todos los frutos.



Figura 2. Cosecha de hortalizas del huerto universitario. Fuente: Hugo Molina (2025).

En el área pecuaria se desarrollaron actividades de cuidado y manejo sanitario, monitoreo de peso y crecimiento (Figura 3). Al contar con el tamaño y peso adecuado fueron sacrificados para consumo de los alumnos y docentes, se aprovechó para trabajar con actividades sensoriales. Además, se ofrecieron al interior de la facultad para generar ingresos económicos que sirvieron para la compra de diversos productos para el huerto.



Figura 3. Manejo de aves y prácticas del área pecuaria. Fuente**:** Benjamín Ponce (2025); Ernesto Cárdenas (2025). *Nota:* Cuidados sanitarios aplicación de cal (A); monitoreo de peso de pavos (B)**;** monitoreo de crecimiento y peso en patos (C).

Huerto universitario y actividades académicas pedagógicas

Las actividades en el huerto han permitido generar diversas experiencias, una de las principales en las diferentes carreras profesionales es el contar con alumnos que no han estado en actividades en campo y desconocen o presentan dificultad en comprender los temas teóricos. Por otra parte, el establecimiento y acondicionamiento de las diferentes áreas de producción para mantenerlos con las condiciones adecuadas ha sido complicado por lo que se requiere tiempo para realizar las actividades de instalación o establecimiento (construcción de corrales, camellones, sistemas de riego, etc.) lo que dificulta en primer instante el avance por la carga de materias que los estudiantes tienen; además de no contar con los materiales suficientes para avanzar o establecer los espacios adecuados, únicamente se utilizan materiales locales o externos que sean de necesidad (láminas galvanizadas, mallas polleras).

No obstante, los problemas que se han presentado se han solucionado y los de prioridad con los estudiantes que se han logrado solventar mediante el enfoque de aula-laboratorio donde la teoría aparte de explicarse en el salón se realiza en las prácticas donde los estudiantes desarrollan todas las actividades para fortalecer sus conocimientos. Se observaron cambios positivos en conocimientos al estar trabajando en el huerto y explicando la teoría. Un huerto es un aula-laboratorio para orientar algunos temas relacionados con sus experiencias educativas y desarrollar procesos experimentales como prácticas escolares e investigaciones.

En cuanto al tiempo y esfuerzo de los estudiantes para las prácticas, de acuerdo con el plan de estudios donde se consideran horas teóricas y prácticas, se complementa con horas de práctica extras posterior a su carga diaria de materia. Todas las actividades desarrolladas en el huerto se deben principalmente a la participación de los estudiantes quienes dedican su tiempo y esfuerzo para mantener estos espacios en condiciones adecuadas para su propio desarrollo profesional al realizar prácticas relacionadas con sus unidades de competencia, experimentación (tesis) y generar nuevos conocimientos (visita de otros trabajos de compañeros) de las distintas áreas.

Además de tener la visión de apoyo de compañeros de nuevas generaciones para reducir la dificultad de labores y puedan en su momento acceder a los espacios del huerto. También se observó la importancia del esfuerzo de cada docente por mantener sus actividades en aula y dedicar tiempo al mantenimiento del huerto, para generar interés en los estudiantes en desarrollar las actividades e impulsar el interés en las carreras universitarias. Las actividades en el huerto generaron datos para la publicación de artículos científicos, presentación de carteles en eventos agropecuarios y trabajos de tesis que contribuyen y fortalecen a la comunidad científica sobre todo para las nuevas generaciones que buscan integrarse a la investigación. Las actividades y con los objetivos del huerto permitieron complementar y estar en congruencia con el plan de estudios de la BUNACH-FMEA.

El huerto universitario permite mantener los procesos asociados a los planes de estudio, priorizando la innovación educativa como el eje de una nueva visión y nuevo paradigma de formación de los estudiantes, destacando nuevos métodos y estrategias didácticas para una adecuada relación entre la teoría y práctica, la formación permanente y el aprender a aprender,

fomentando la creatividad y el desarrollo integral de las capacidades cognoscitivas y afectivas. Son de beneficio tanto para los estudiantes como para la comunidad educativa en su conjunto, aprenden de manera práctica y divertida sobre la producción agrícola; a través de la observación directa de las plantas adquieren una mayor conciencia sobre la importancia de la agricultura y el origen de los alimentos.

Una de las actividades más recientes con este proyecto de huertos fue la vinculación con instituciones de educación de diferentes niveles desde la básica (primaria y secundaria) hasta la media superior (bachilleratos) de Catazajá, Chiapas, se incluyen familiares de los estudiantes y docentes. Las vinculaciones se desarrollaron a partir del fin común para el desarrollo educativo de los estudiantes de los distintos niveles educativos al generar diversos conocimientos y actividades de recreación, además de reforzar materias relacionadas con el medioambiente, pensamientos matemáticos, alimentación, entre otras. Para los estudiantes que van egresando del nivel medio superior como alternativas para definir sus estudios superiores, en este caso en áreas agrícolas, pecuarias y agroindustriales. Las labores se llevaron a cabo en espacios de tiempo libre de los docentes y disponibilidad de horario de los estudiantes de las diferentes instituciones que son programadas para un mejor trabajo en conjunto.

En este contexto, los huertos son clave para la educación ambiental, involucran a toda la comunidad escolar, así como padres, docentes y personal administrativo. Impulsar este tipo de proyectos es muy valioso para vincularnos como la colectividad; esto se puede expandir: el estudiante que aprende a sembrar lleva ese conocimiento a casa, lo comunica e incluso puede despertar el interés por estudiar una carrera como Agronomía.

Discusión

El huerto universitario es un lugar para el vínculo y acercamiento entre estudiante-docente que permite generar confianza y armonía con los grupos académicos y amenizar las actividades dentro y fuera del aula mediante prácticas en campo. Estas actividades permiten que el tiempo en clase sea más ameno, con mayor participación e interacción, además de generar un espacio de convivencia entre compañeros y naturaleza generando el reconocimiento sobre la importancia del medio ambiente y su cuidado, sobre todo en las prácticas de producción agropecuaria. Son espacios importantes para el desarrollo emocional en los estudiantes donde han expresado[3] que "nos ayuda a estar más activos", "nos sirve para practicar lo que vemos en las clases teóricas" y "nos ayuda a experimentar y cometer errores para mejorarlos". Fomentan el desarrollo de habilidades esenciales como la paciencia, la responsabilidad y el trabajo en equipo, mientras estimulan la creatividad y la curiosidad científica (García, 1998; González, 2024). Ayuda a que las clases sean más didácticas, que los estudiantes participen más y que los objetivos de aprendizaje sean alcanzados (Fontalvo-Buelvas, 2021).

[3] Comunicación personal de Kevin Hernández Gallegos y Santiago Uribe Padilla el 17 de octubre del 2025.

Los beneficios del huerto hacia los estudiantes conllevan a una organización de labores para que estos puedan desarrollarse adecuadamente y los estudiantes puedan desempeñar las actividades en orden de acuerdo con los semestres y carreras, por ello se consideran actividades principalmente de producción primaria y cosecha para las carreras de agronomía y MVZ. En su caso si se cuenta con estudiantes de agroindustrias que quieran participar o se puedan integrar acorde a las materias, se trabaja desde la producción primaria con mayor enfoque a la transformación y conservación de productos, así como a los temas económicos trabajando en la rentabilidad de producción, canales de comercialización y mercadotecnia.

Aunque esta actividad se considera extracurricular, también puede integrarse con asignaturas (González, 2020). Los resultados obtenidos son múltiples tanto en el área de aprendizaje como en la práctica docente; se han ejercido y sostenido actitudes y valores y son compartidos con la diversidad cultural e inclusión; las experiencias se han mejorado en cada práctica del huerto, intentando que nuestra comunidad educativa adopte una responsabilidad al medio ambiente, nuestra salud y la importancia de sembrar y cultivar nuestros alimentos (Arballo et al., 2024). Cuando se sitúan como un eje central del currículo educativo, tienen el potencial de enriquecer significativamente los procesos de enseñanza y aprendizaje, promueve prácticas sostenibles y valores comunitarios, transformándose en un modelo replicable para otras instituciones educativas **(**Aparicio-Argumedo et al., 2025). Se considera importante que un huerto mantenga el enfoque multidisciplinar para mejorar las actividades y que se cuente con los espacios adecuados para poder contribuir con el desarrollo profesional de los estudiantes universitarios, por lo que estos espacios son importantes para la experimentación y aprendizaje (Fontalvo-Buelvas y de la Cruz-Elizondo, 2021).

Conclusión

El huerto universitario de la FMEA con el enfoque multidisciplinario trasciende su función exclusivamente productiva para convertirse en un aula viva que beneficia significativamente a los estudiantes. Las prácticas agroecológicas desarrolladas en el huerto permiten a los estudiantes no solo adquirir habilidades técnicas y profesionales en producción primaria (agrícola y pecuaria), sino también comprender las complejas interacciones de los sistemas agropecuarios. Esto se evidencia en la integración de cultivos y animales, el uso de abonos orgánicos y el procesamiento agroindustrial de los productos. Al permitir la experimentación y el aprendizaje práctico, el huerto contribuye a mejorar la comprensión de la teoría, facilita la identificación de problemas reales y fomenta la capacidad de análisis, formando profesionales competentes, proactivos y con un fuerte compromiso social, tal como lo demanda el modelo educativo de la BUNACH. Las expresiones de los estudiantes, como “nos ayuda a experimentar y cometer errores para mejorarlos”, confirman su valor educativo.

Referencias bibliográficas

Alcántara, J., Torres, J., Mora, M., Rubio, S., Arrebola, J. C., & Rodríguez, L. (2019). ¿Son los huertos escolares en educación infantil una realidad o una innovación educativa? Estudio de centros escolares de la ciudad de Córdoba (España) y propuestas de cambio desde la Universidad. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (36), 79–96. https://doi.org/10.7203/dces.36.12535

Aparicio-Argumedo, Y. del C., Zapata-Herrera, F. E., Oyaga-Martínez, R. F., & Venegas-Polo, M. (2025). Huerta escolar como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la inclusión y la sensibilización ambiental: Una experiencia significativa de Desarrollo humano sostenible, en una Institución educativa en el Departamento de Sucre. *Derrotero*, 19(1), 1–11. https://doi.org/10.70554/Derrotero2025.v19n01.02

Arballo, C. N. L., Nuebla, L. D., Vega, S. R., & Delgado, N. A. (2024). El huerto escolar como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de competencias y ambientes innovadores para el aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 7(3), 45-53.

Corona-Martínez, L. A., & Fonseca-Hernández, M. (2018). Una reflexión acerca de las publicaciones científicas. *MediSur*, *16*(5), 715–718. https://bit.ly/4r3QUSe.

De Miguel, D. M. (2006). Metodologías para optimizar el aprendizaje. Segundo objetivo del Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20 (3), 71–91. https://www.redalyc.org/pdf/274/27411311004.pdf.

Fontalvo-Buelvas, J. C. (2021). El Huerto Agroecológico y sus procesos sustentables para apoyar las funciones sustantivas de la Facultad de Biología-Xalapa, Veracruz [Tesis de maestría]. México: Universidad Veracruzana. https://cdigital.uv.mx/handle/1944/54060

Fontalvo-Buelvas, J. C. F., & de la Cruz-Elizondo, Y. (2021). Huertos universitarios y necesidades humanas: una aproximación bibliográfica y vivencial desde el huerto agroecológico de la Universidad en México. *La Colmena*, (14), 29–46. https://doi.org/10.18800/lacolmena.202101.002

García, O. F. (1998). *La tercera revolución verde. Plantas con luz propia*. La Casas del Libro. https://bit.ly/3NbVtvZ

Gómez-Santos, C., Fernández-Alba, E., Cerezo, R., & Núñez, J. C. (2018). Dificultades de aprendizaje en educación superior: un reto para la comunidad universitaria. *Publicaciones*, *48*(1), 63–75. https://doi.org/10.30827/publicaciones.v48i1.7328

Eugenio-Gozalbo, M., Zuazagoitia, D., & Ruiz, A. (2018). Huertos eco didácticos y educación para la sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1). https://bit.ly/4cTqT4G

González, P. (2020). Desarrollo de huertos en la Escuela Secundaria. *Correo del Maestro*, (287), 19–26. https://bit.ly/40885XZ

González, P. (2024). La educación ambiental: clave para la conservación de los ecosistemas. *Physios*. https://bit.ly/4cnR43u

Guevara-Lam, E. (2025). La inocuidad de alimentos y su relevancia en los tratados de libre comercio (TLC). *Agenda Internacional*, *32* (44), 208-227. https://doi.org/10.18800/agenda.202501.010

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill México.

Márquez-Lorenzo, E., Huizar-Acosta, V. H., & Sánchez-Andrade, D. E. (2024). Las terrazas Prehispánicas en el Noroccidente Mesoamericano. *Intersticios Sociales*, (28), 151–171. https://doi.org/10.55555/is.28.587

Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de Investigación en Psicología*, 9 (1), 123–146. https://doi.org/10.15381/rinvp.v9i1.4033

Perdomo, B., & Morales, O. A. (2022). Errores y dificultades en la elaboración de las tesis de pre y postgrado del estudiantado peruano: Implicaciones pedagógicas. *Revista Electrónica Educare*, 26 (1), 380–400. http://dx.doi.org/10.15359/ree.26-1.21

Rodríguez-Menéndez, M., González-Cantalapiedra, Z., & González-Polo, M. (2016). Problemas frecuentes en la redacción de artículos científicos. *EduSol*, 16(57), 137–147. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5678535

Salazar S., M. (2005). *Métodos de aprendizaje de la lectoescritura*. Editorial del Pedagógico de San Marcos.

Salazar-Salazar, M., Coloma-Rodríguez, O., & Coloma-Salazar, M. E. (2024). Las dificultades del aprendizaje en la Educación Superior. *Luz*, 23(1), e1390. http://scielo.sld.cu/pdf/luz/v23n1/1814-151X-luz-23-01-e1390.pdf

Producción de abonos orgánicos y hortalizas en el huerto agroecológico de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec, Estado de México

Production of organic fertilizers and vegetables in the agroecological garden of the Amatepec Higher Studies Unit, State of Mexico

Ricardo Telles Antonio[*]
Jesús Yahir Madrigal Benítez[**]
Antonio Mercado Sanchez[***]
Sandra Paola Jiménez De Jesús[****]
Uriel Gallegos Pedraza[*****]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.05

Resumen

Una de las causas-consecuencias de la crisis alimentaria mundial es la pérdida de suelos de alta vocación agrícola. Esto se debe al uso de maquinaria agrícola pesada, alto consumo de agroquímicos y los monocultivos, lo cual ha ocasionado la pérdida de la actividad biológica de los suelos. El objetivo del presente estudio es visibilizar la producción de abonos orgánicos y camas de cultivo en un huerto agroecológico de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec, Estado de México. Los estudiantes universitarios realizaron una composta, un biofertilizante y establecieron camas de cultivo, en las cuales tomaron datos de parámetros bióticos y abióticos siguiendo protocolos y normas establecidas. Los resultados muestran que se obtuvieron 200 litros

[*] Doctor en Ciencias con Orientación en Manejo de Recursos Naturales. Universidad Mexiquense del Bicentenario, Unidad de Estudios Superiores Amatepec México. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0651-0055. Correo electrónico: ricardo.telles@umb.mx

[**] Bachiller. Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec, México. ORCID: http://orcid.org/0009-0001-9457-8721. Correo electrónico: jb333118@gmail.com

[***] Bachiller. Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0000-2201-4284 . Correo electrónico: tonitomercado911@gmail.com

[****] Bachiller. Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-5196-5560. Correo electrónico: sandrajimenezdejesus@gmail.com

[*****] Bachiller. Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-0595-7249. Correo electrónico: urielpedraza2002@gmail.com

de biofertilizante que presenta características deseables según las normas actuales. Además, en un área de 391 m^2 se elaboraron ocho camas agroecológicas en las que se incorporaron 133 kg de composta, se trasplantaron 40 plántulas de tomate verde, se sembró semilla de rábano y sobre suelo desnudo se sembró *Cajanus cajan*. El tomate verde a los 77 días de trasplante mostró frutos maduros y el bulbo del rábano mostró madurez a los 34 días de siembra, mientras que *C. cajan* muestra adaptación en su crecimiento a las condiciones del sitio. Los insumos agrícolas empleados no modifican condiciones de salinidad y pH del suelo. El huerto universitario agroecológico cumple con la función de producir hortalizas para una alimentación saludable, por lo que es viable su replicación en escuelas, casas y comunidades.

Palabras clave: *agricultura sostenible, alimentación saludable, Cajanus cajan, hortalizas, insumos orgánicos.*

Abstract

One of the cause-and-effect dynamics of the global food crisis is the loss of soils with high agricultural potential. This is largely due to the use of heavy agricultural machinery, intensive agrochemical inputs, and monoculture systems, which have led to a decline in soil biological activity. The objective of this study is to highlight the production of organic fertilizers and raised beds in an agroecological garden at the Unidad de Estudios Superiores Amatepec, State of Mexico. University students produced compost and a biofertilizer, and established cultivation beds in which they collected data on biotic and abiotic parameters, following established protocols and standards. The results indicate that 200 liters of biofertilizer were obtained, exhibiting desirable characteristics according to current standards. Additionally, within an area of 391 m^2, eight agroecological beds were constructed, incorporating 133 kg of compost; 40 husk tomato seedlings were transplanted; radish seeds were sown; and *Cajanus cajan* was planted on bare soil. At 77 days after transplanting, the husk tomato showed mature fruits, while radish bulbs reached maturity at 34 days after sowing. Meanwhile, *C. cajan* demonstrated adaptive growth under site conditions. The agricultural inputs used did not alter soil salinity or pH conditions. The agroecological university garden fulfills the function of producing vegetables for healthy diets, demonstrating its viability for replication in schools, households, and communities.

Keywords: *sustainable agriculture, healthy diets, Cajanus cajan, vegetables, organic inputs*.

Introducción

La Universidad Mexiquense del Bicentenario a través de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec ubicada en la localidad de Palmar Chico, Amatepec, Estado de México oferta el programa de Licenciatura en Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable a partir de septiembre de 2019. El plan de estudios incluye la asignatura de Agroecología con clave ASM203 dentro del área de formación disciplinaria y de carácter obligatoria, se imparte a estudiantes de segundo semestre en los periodos de marzo a agosto, ésta aporta los conceptos

básicos de los elementos y factores que forman parte de los ecosistemas agrícolas y su interacción, para el análisis de las actividades agropecuarias, el medio ambiente y el impacto ecológico, con el fin de proponer prácticas que disminuyan la huella ecológica sobre la disponibilidad de los recursos naturales, mediante la aplicación de métodos, técnicas y herramientas para el manejo integral de las actividades agrícolas, que permitan la evaluación de la problemática medioambiental, así como la explotación responsable y sostenible de los agroecosistemas. La agroecología ha observado los huertos escolares desde la epistemología de la complejidad (Morin, 2016, citado por Tobar et al., 2020).

Con el objetivo de estudiar nuevas alternativas productivas sostenibles, que no comprometan los bienes naturales y puedan contribuir a la autonomía de las comunidades, ha hecho uso de la ecología, la sociología, la economía o las teorías de los movimientos sociales (Sevilla, 2006, citado por Souza y Padilla, 2021) para analizar estas propuestas y plantea cuestiones como la necesidad de incorporar usos ecológicos que permitan cerrar los ciclos de materia y energía, basados en el uso de insumos localmente disponibles y en diseños adaptados a la cultura local alimentaria (Gliessman, 2013, citado por Souza y Padilla, 2021). En aquellos casos donde esta se ha perdido, plantea su recuperación, utilizando variedades locales o tradicionales, que generan autonomía en la escuela (Toledo y Barrera-Bassols, 2008, citados por Souza y Padilla, 2021).

Acorde con lo antes descrito se indica que el huerto escolar es un sistema ecológico que permite educar a los estudiantes en la comprensión de las interacciones y dinámicas ecológicas que ocurren en estos agroecosistemas, a través de la indagación y realización de experimentos, con miras a desarrollar una capacidad analítica que les permita extrapolar estos conocimientos en otros ámbitos de las ciencias naturales (Botella-Nicolás et al., 2017, citados por Tobar et al., 2020). Con base en lo antes descrito el objetivo del presente estudio fue visibilizar la producción de abonos orgánicos y camas de cultivo en un huerto agroecológico de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec, Estado de México.

Métodos

Área de estudio

El huerto agroecológico se estableció con estudiantes de segundo semestre de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable (IIAS) en el periodo 24-25/2 que abarca los meses de marzo a agosto de 2025 dentro de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec ubicada en la localidad de Palmar Chico, municipio de Amatepec, Estado de México (Figura 1). Cuenta con una superficie de 391 m^2, a una altitud promedio de 777 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (Aw1) (García, 2004). El tipo de suelo predominante es Phaeozem háplico (INEGI, 2020).

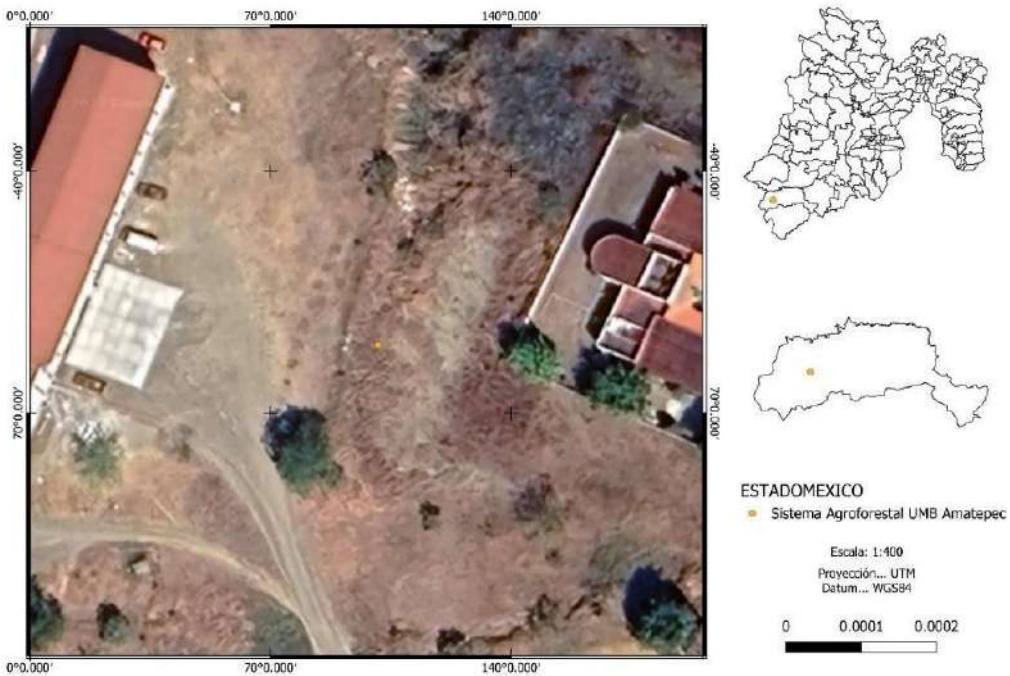


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia (2025).

Enfoque y tipo de investigación

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, puesto que se centra en números, mediciones y estadísticas para describir, explicar y predecir fenómenos. Empleando una lógica deductiva además de presentar objetividad (Hernández-Sampieri et al., 2014). De acuerdo con el enfoque, el estudio es de tipo cuantitativo-explicativo, ya que se midieron variables además de buscar relaciones causales y generalizar resultados para explicar causas y efectos.

Elaboración de composta

Se recurrió a la metodología propuesta por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022), donde se indica que la composta es un abono resultado de un proceso de biodegradación de materia orgánica llevado a cabo por múltiples organismos y microorganismos descomponedores que comen, trituran y degradan las moléculas de ésta bajo condiciones aerobias (Figura 2).



Figura 2. Elaboración de composta por estudiantes de segundo semestre de IIAS. Fuente: Elaboración propia (2025).

Elaboración de biofertilizante

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022), propone una metodología donde se indica que el supermagro es un biofertilizante líquido, obtenido mediante una fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno); actúa como nutriente vegetal y puede utilizarse en todas las etapas fenológicas de los cultivos (Figura 3).



Figura 3. Elaboración de biofertilizante por estudiantes de segundo semestre de IIAS. Fuente: Elaboración propia (2025).

Elaboración de jabón potásico

El jabón potásico es un insecticida y acaricida que combate eficazmente al pulgón, la mosca blanca, los trips y la araña roja, entre otros insectos; sin toxicidad para el ser humano y otros animales, expuesto lo anterior se retomó la metodología propuesta por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2017) (Figura 4).



Figura 4. Elaboración de jabón potásico por estudiantes de segundo semestre de IIAS. Fuente: Elaboración propia (2025).

Construcción de camas agroecológicas

Una cama alta es un pequeño pedazo de terreno en que la tierra es removida a una profundidad de 60 cm, así la tierra queda suelta y levantada, se recurrió a la metodología propuesta por Suchini et al. (2017)**,** se realizaron ocho camas agroecológicas con dimensiones de 1.50 m de ancho por 3 m de largo (Figura 5). Para ello se siguieron los siguientes pasos:

- Se marca el lugar elegido con estacas o varilla y lazo o rafia (rectángulo).
- Se limpia quitando hierba, piedras y basura.
- A una profundidad de 30 cm, se afloja el suelo con ayuda de una barra o bieldo.
- Se rellena la cama de paja y colocado el suelo encima, se colocó protección a los costados, con el rastrillo se empareja (sin apretar o apisonar) y cubrir con paja para protegerla del sol, lluvia y viento.
- Antes de la siembra regar de forma abundante.



Figura 5. Elaboración de camas agroecológicas por estudiantes de segundo semestre de IIAS. Fuente: Elaboración propia (2025).

Siembra y trasplante

El trasplante de *Solanum lycopersicum* (tomate cáscara morada) (Golden Vegetables Seeds ®) se realizó el 12 de mayo de 2025. También se adquirió semillas de *Raphanus sativus* (rábano champion) (Golden Vegetables Seeds ®), la siembra sobre las camas agroecológicas establecidas dentro del huerto agroecológico se realizó el 24 de junio de 2025 (Figura 6).



Figura 6. Siembra y trasplante de tomate y rábano por estudiantes de segundo semestre de IIAS. Fuente: Elaboración propia (2025).

La semilla de *Cajanus cajan* (L.) Millsp se obtuvo en el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal (ICAMEX). La siembra se realizó el 9 de junio de 2025, esta se hizo de forma manual directa al suelo, depositando de 2-3 semillas en el suelo a una profundidad de 4-5 cm sobre un área aledaña a las camas agroecológicas, el control de herbáceas se realizó de forma manual (Mateo et al., 2023).

Recolección de datos

En seguimiento a los cultivos se monitorearon algunas variables bióticas y abióticas de los agroecosistemas, teniendo en cuenta normas oficiales, el uso de instrumentos especializados y observaciones recurrentes (Tabla 1).

Tabla 1. *Variables abióticas y bióticas monitoreadas durante el estudio*

Variables abióticas				Variables bióticas			
Variable	**NOM**	**Instrumento**	**Observaciones**	**Tomate verde de hoja (15 plantas)**	**Rábano (15 plantas)**	***Cajanus cajan* (30 plantas)**	**Instrumento**
T °C de composta	---	Termómetro Elitech®.	El proceso de compostaje se inició el día 19/04/2025, la lectura de la T °C se realizó en las mañanas.	Altura (cm)	Largo Hoja (cm)	Dm (mm)	Vernier
Propiedades físico-químicas de composta	(NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002; Salcedo-Pérez et al., 2019)).	---	---	No Flores/Planta	Ancho Hoja (cm)	Altura (cm)	Flexómetro
Propiedades físico-químicas de biofertilizante	(NOM 113-SSA1-1994).	---	---	No Hojas/Planta	Dm Bulbo (mm)	IR	
T °C del suelo	--	Termómetro Elitech®.	Suelo dentro y fuera de camas a una profundidad de 10 cm	No Frutos/Planta	Peso (gr)	No Hojas trifoliadas	
Precipitación (mm)	---	Pluviómetro analógico con capacidad de 40 mm TFA®.	---	Peso (gr)	24, 34 y 41días después de la siembra (Orbe, 2017).	38, 45 y 60 días después de la siembra (Mendoza-Pedroza et al., 2023).	
Sólidos disueltos totales (dS/m)	---	Medidor de TDS digital portátil	Suelo dentro y fuera de camas.	67, 77 y 84 días después de trasplante (Acosta Almánzar, 2012).			
pH	--	Medidor de pH digital portátil					

Fuente: Elaboración propia (2025).

Análisis de datos

Para las hortalizas y *C. cajan* se realizó un análisis de varianza (procedimiento ANOVA) de un factor y, posteriormente, a las variables que presentaron diferencia significativa, se les aplicó la prueba de medias de *Tukey* ($p < 0.05$) como comparador múltiple, para verificar posibles diferencias significativas entre las variables (Rubio y Berlanga, 2012) calculadas en el programa estadístico PAST 4.03 (Hammer y Harper, 2001).

Resultados

Hallazgos de la composta y el biofertilizante

La temperatura promedio del proceso de compostaje fue de 31.54 °C, con una máxima de 38.60 °C y una mínima de 26.50 °C (Figura 7). Esto sugiere que el proceso de compostaje se mantuvo predominantemente dentro de un rango mesofílico, sin alcanzar fases termofílicas intensas. Este comportamiento térmico puede interpretarse como indicativo de una actividad microbiana moderada, donde los microorganismos mesófilos (bacterias y hongos) lideraron la descomposición de la materia orgánica. La ausencia de temperaturas superiores a 40–45 °C implica que no se activaron plenamente comunidades termófilas, las cuales suelen estar asociadas con procesos de degradación más acelerados y con la higienización del compost. Asimismo, este patrón térmico puede reflejar condiciones específicas del manejo del sistema. Por ejemplo, una baja relación carbono-nitrógeno (C/N), una humedad no óptima o una aireación limitada podrían haber restringido el incremento de temperatura.

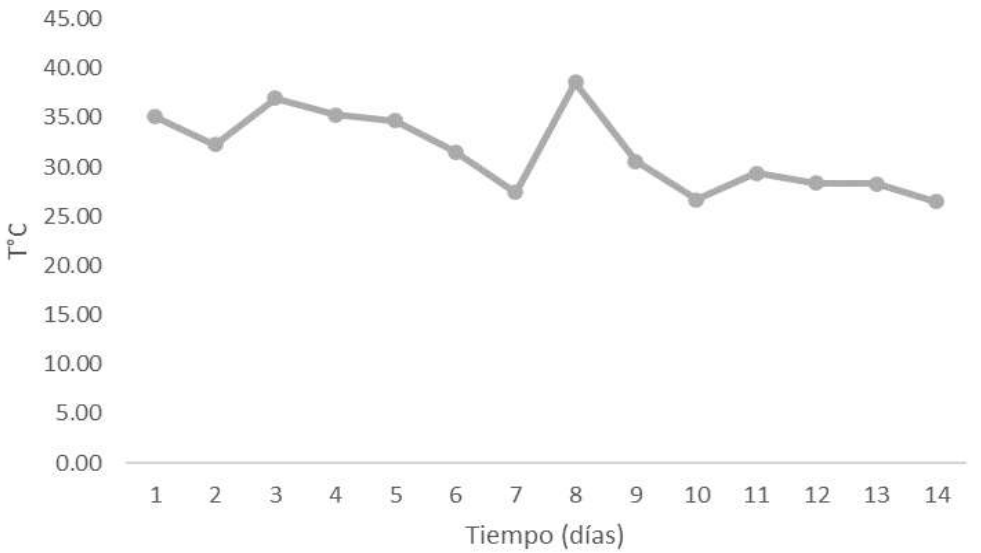


Figura 7. Monitoreo de T en °C de composta. Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados de las propiedades fisicoquímicas de la composta (Tabla 2) muestran un material con reacción ligeramente alcalina (pH 7.58), ubicada dentro de los rangos aceptables de la normativa, lo que favorece la disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, presenta bajos contenidos de carbono orgánico (4.71 %), aunque alta materia orgánica (8.12 %), lo que sugiere un grado limitado de estabilización o una posible mineralización avanzada. En contraste, el nitrógeno total (1.22 %) se encuentra en un nivel adecuado, mientras que los macronutrientes

como fósforo, potasio, calcio y magnesio se reportan en concentraciones altas, indicando un buen potencial fertilizante. Asimismo, los micronutrientes como cobre y zinc están en rangos adecuados, y no se detectaron metales pesados como cromo, níquel o plata, lo que apunta a un producto sin riesgos aparentes de contaminación. En conjunto, se trata de una composta con buena disponibilidad nutrimental pero limitada en contenido de materia orgánica, lo que podría influir en su capacidad para mejorar la estructura del suelo a largo plazo.

Tabla 2. *Propiedades fisicoquímicas de la composta producida en el huerto*

Parámetro	Unidad de medida	Resultado	Clasificación NMX-AA-180-SCFI-2018	Clasificación NMX-AA-180-SCFI-2018. Tipo	Clasificación NOM-021-RECNAT-2000
pH	U pH	7.58	6.7-8.5	III	Medianamente alcalino 7.4-8.5
Carbono Orgánico	%	4.71	Mínimo 10 %	III	
Materia Orgánica	%	8.12	≥20 % MS	III	Muy alto >6.0
Nitrógeno total	%	1.22	1%-3 % MS	II	Alto 0.15-0.25
Fósforo P	mg/kg	797.19	--	--	Alto >11
Potasio K	mg/kg	5576.63	--	--	Alto mayor 0.6
Calcio Ca	mg/kg	3089.99	--	--	Alto mayor 10
Magnesio Mg	mg/kg	831.16	--	--	Alto mayor 3
Sodio Na	mg/kg	124.2	--	--	--
Cobre Cu	mg/kg	3.25	--	--	Adecuado >0.2
Zinc	mg/kg	8.11	--	--	Adecuado >1.0
Cromo Cr	mg/kg	N/D	--	--	--
Níquel Ni	mg/kg	N/D	--	--	--
Plata Ag	mg/kg	N/D	--	--	--

Fuente: Elaboración propia (2025).

Por otro lado, las características fisicoquímicas del biofertilizante (Tabla 3) evidencian un insumo con ligera acidez (pH 5.89) y muy baja conductividad eléctrica (0.00904 dS/m), lo que indica baja salinidad y potencial seguridad para su aplicación en cultivos. Destaca la ausencia de carbonatos y una alta concentración de bicarbonatos y alcalinidad (3869.2 mg $CaCO_3$/L), lo que sugiere un sistema tamponado. En términos nutrimentales, presenta altas concentraciones de potasio (2775.56 mg/L), así como contenidos importantes de calcio, magnesio y nitrógeno total (182.94 mg/L), además de fósforo y micronutrientes como hierro y boro, lo que le confiere un buen potencial fertilizante. La dureza total elevada (1314.59 mg/L) está asociada a la presencia de estos cationes.

Desde el punto de vista microbiológico (Tabla 4), los valores de coliformes totales (3 NMP/100 ml) y coliformes fecales (<3 NMP/100 ml) son bajos, lo que indica un producto con condiciones sanitarias adecuadas y sin evidencia significativa de contaminación fecal. En

conjunto, se trata de un biofertilizante con buen equilibrio entre calidad nutrimental y seguridad microbiológica, apto para su uso en sistemas agrícolas.

Tabla 3. *Parámetros fisicoquímicos de biofertilizante hecho en el huerto*

Parámetro	Unidad de medida	Resultado
pH	U de pH	5.89
Conductividad eléctrica	dS/m	0.00904
Carbonatos	mg CaoCO3/L	No detectados
Bicarbonatos	mg CaoCO3/L	3869.2
Alcalinidad	mg CaoCO3/L	3869.2
Ca	mg/L	244.64
Mg	mg/L	170.89
Na	mg/L	90.67
K	mg/L	2775.56
P	mg/L	26.84
Dureza total	mg/L	1314.59
N. T. K	mg/L	182.94
Fe	mg/L	10.69
B	mg/L	3.6

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 4. *Análisis microbiológico de biofertilizante producido en el huerto*

Parámetro	Unidad de medida	Resultado
Coliformes Totales	NMP/100ml	3
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<3

Fuente: Elaboración propia (2025).

Por otra parte, los resultados del análisis de metales pesados del biofertilizante indican que se trata de un insumo ambientalmente seguro y dentro de los límites normativos (Tabla 5). El cadmio (<0.05 mg/L) y el plomo (0.26 mg/L) se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-052-SEMARNAT-2005 (1.0 y 5.0 mg/L, respectivamente), mientras que el cromo no fue detectado, lo que refuerza la ausencia de contaminación por este elemento. Asimismo, la plata (<0.1 mg/L) se mantiene en niveles muy bajos, y aunque el níquel (0.53 mg/L), el zinc (0.22 mg/L), el cobre (<0.2 mg/L) y el manganeso (17.89 mg/L) no cuentan con límites específicos en esta norma para este tipo de insumo, sus concentraciones no sugieren riesgos potenciales. En conjunto, estos resultados evidencian que el biofertilizante no presenta acumulación preocupante de metales pesados, por lo que es apto para su uso agrícola sin implicaciones negativas relevantes para el suelo, las plantas o la salud humana.

Tabla 5. *Análisis de metales pesados de biofertilizante producido en el huerto*

Parámetro	Unidad de medida	Resultado	Límites máximos permisibles NOM-052-SEMARNAT-2005
Cadmio	mg/L	<0.05	1.0
Cobre	mg/L	<0.2	--
Cromo	mg/L	No detectado	5.0
Niquel	mg/L	0.53	--
Zinc	mg/L	0.22	--
Manganeso	mg/L	17.89	--
Plomo	mg/L	0.26	5.0
Plata	mg/L	<0.1	5.0

Fuente: Elaboración propia (2025).

Hallazgos en las camas de cultivo

Se establecieron ocho camas agroecológicas con un área de 91 m^2, con dimensiones de 3.00 m de largo por 1.50 m de ancho entre dos curvas a nivel separadas a seis metros con una pendiente calculada de 30 % dentro del huerto agroecológico. Se obtuvieron 1 064 kg de composta, a cada cama agroecológica se le agregaron 133 kg. Se registraron 24 lecturas de T °C del suelo dentro de las camas con un promedio de 27.0 °C y fuera de las camas con un promedio de 27.4 °C a una profundidad de 10 cm respectivamente. En la Figura 8 se muestra la tendencia de la temperatura en los sitios de muestreo. También, se registraron 32 lecturas de agua caída en forma de precipitación (mm) dentro del huerto agroecológico, el promedio fue de 8.3 mm con una máxima de 52 mm y una mínima de 0 mm durante el periodo de monitoreo (Figura 9).

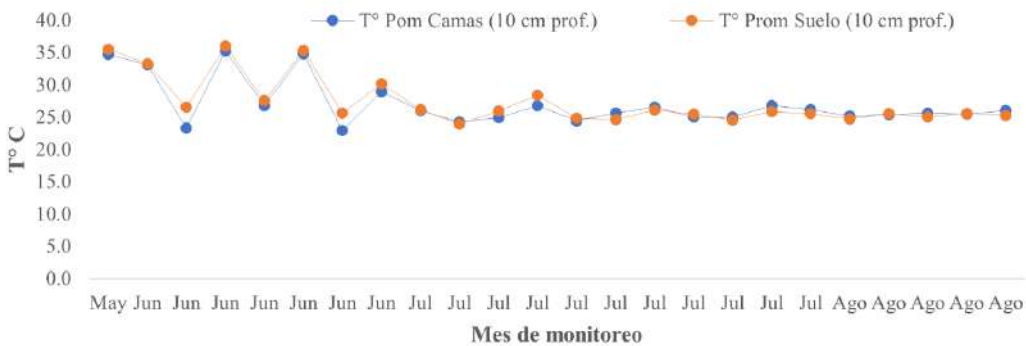


Figura 8. Monitoreo de T en °C de suelo dentro de camas y fuera de camas. Fuente: Elaboración propia (2025).

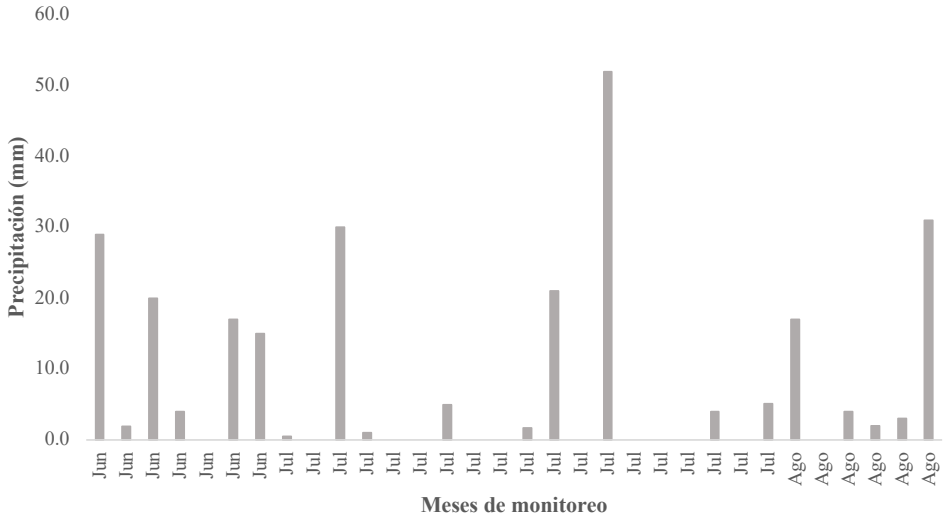


Figura 9. Monitoreo de agua caída en forma de precipitación (mm). Fuente: Elaboración propia (2025).

Se registraron ocho lecturas de sólidos disueltos totales (dS/m) dentro del huerto agroecológico, el promedio dentro de las camas fue de 0.082 (dS/m) y fuera de camas fue de 0.077 (dS/m), el resultado de la prueba t no muestra diferencia estadística (Figura 10). Se registraron ocho lecturas de pH dentro del huerto agroecológico, el promedio dentro de las camas fue de 6.15 y fuera de camas fue de 6.10, el resultado de la prueba t no muestra diferencia estadística (Figura 11).

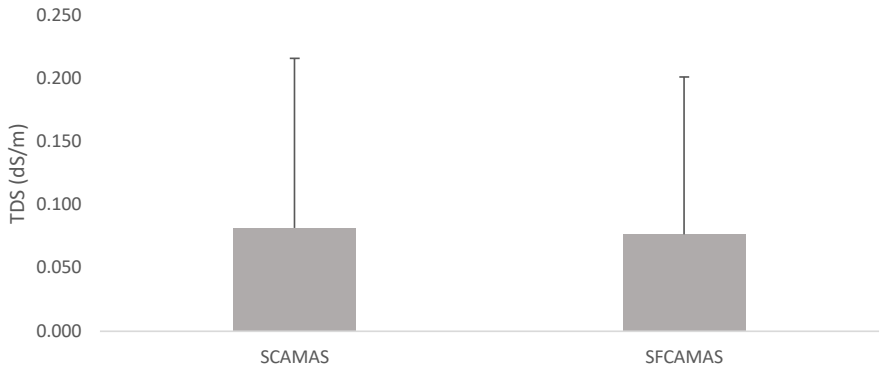


Figura 10. Monitoreo de sólidos disueltos totales en suelo del huerto agroecológico (dS/m). Fuente: Elaboración propia (2025).

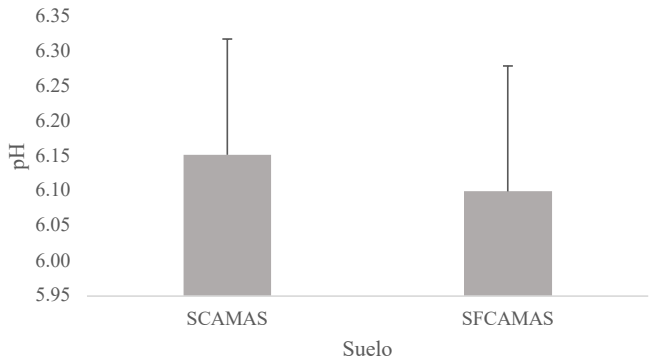


Figura 11. Monitoreo de pH en suelo del huerto. Fuente: Elaboración propia (2025).

Evaluación de hortalizas

Los resultados de las medias de las variables de tomate colectadas a los 67, 77 y 84 días se muestran en la Tabla 6. A los 77 días de trasplante se cosecharon frutos con peso promedio de 76.65 (g).

Tabla 6. *Comparación de medias por análisis de varianza de las variables de tomate*

Variable	*Medias	Pr>F
Altura (cm)	56.14±15.22	0.1428
No. Flores/Planta	7.84±8.31	0.9277
No. Hojas/Plantas	126.87±150.09	0.0692
No. de Frutos/Planta	4.51±15.54	0.6041

Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* *Medias (± Desv. estándar).

Los resultados de las medias de las variables de rábano colectadas a los 24, 34 y 41 días se muestran en la Tabla 7. A los 34 días de siembra se cosecharon frutos con diámetros promedio de 2.57 cm y peso promedio de 10.33 (g).

Tabla 7. *Comparación de medias por Tukey de las variables de rábano en el huerto*

Variable	*Medias	Pr>F
No. de hojas	4.15±1.31	0.2004
Largo hojas (cm)	9.92±4.57 bc	0.0000
Ancho de hojas (cm)	3.85±1.60 bc	0.0000

Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* *Medias (± Desv. estándar). Letras distintas en hileras indican diferencias significativas entre las muestras, determinadas mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Evaluación de C. cajan

Los resultados de las medias de las variables de *C. cajan* colectadas a los 38, 45 y 60 días y analizadas a través análisis de varianza se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. *Comparación de medias por Tukey de las variables de C. cajan en el huerto*

Variable	*Medias	Pr>F
Diámetro del cuello (mm)	2.69±1.09 abc	0.0000
Altura (cm)	44.72±21.05 abc	0.0000
Índice de Robustez	17.03±5.94	0.2331
No. de hojas trifoliadas	10.16±3.59 abc	0.0000

Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* *Medias (± Desv. estándar). Letras distintas en hileras indican diferencias significativas entre las muestras, determinadas mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Discusión

La temperatura del proceso de compostaje fue menor a la reportada en otros estudios que es de 45-50 ºC. Medina-Saavedra et al. (2016) recomiendan que no debe exceder los 50 ºC, además Restrepo et al. (2014) sugieren que la temperatura no debe exceder los 60 ºC para evitar la desnaturalización de nutrimentos. Las propiedades fisicoquímicas de la composta de acuerdo con la NMX-AA-180-SCFI-2018 se clasifica dentro del tipo III. Castro et al. (2009) aluden que 1 kg de abono de buena calidad debe contener entre 20-24 % de materia orgánica, 1.2-1.8 % de N, 0.3-0.5 % de P y 1.0-2.0 % de K; de acuerdo con los resultados de los parámetros químicos de la composta elaborada en la UES Amatepec a excepción del contenido de nitrógeno total que fue de 1.22 %, los demás parámetros se encuentran por debajo a los indicado por Castro et al. (2009).

Por su parte Quiñones-Ramírez et al. (2016) proponen que los abonos orgánicos elaborados de manera artesanal deben ser ricos en nutrientes, con concentraciones mayores a 700 mg L para N, 170 mg L en P y un rango de 1300 mg L, 1800 mg L de K respectivamente e indican que el pH ideal en una solución de nutrientes se encuentra en el rango de 5 y 6. Respecto a la conductividad eléctrica Yepes y Flórez (2013), mencionan que valores bajos de CE facilita el manejo de fertilización ya que no se consideran fitotóxicos para la utilización en la agricultura.

La altura y el número de hojas por planta de tomate trasplantado en el huerto agroecológico muestra un promedio mayor a lo reportado por Senés-Guerrero et al. (2019) quienes obtuvieron una altura en promedio, según el tratamiento, en un rango de 3.4 a 39.8 cm, bajo T1 que consistió de lixiviado de vermicomposta (25 %), microorganismos (2.5 %), y agua (72.5 %) y T2 que consistió de lixiviado de vermicomposta (25 %), microorganismos (2.5 %), fertilizante químico (NPK) (65 %) y agua (7.5 %) en macetas en invernadero. El número de hojas/planta de rábano sembrado en el huerto agroecológico muestra un promedio mayor en comparación con Mendivil-Lugo et al. (2020) quienes obtuvieron 2.66 hojas/planta sembrada en suelo agrícola.

Por su parte Mendoza-Pedroza et al. (2023) evaluaron a los 38, 45 y 60 días el crecimiento de *C. cajan* en condiciones de laboratorio e indican diferencias significativas respecto a las

variables altura, diámetro y número de hojas trifoliadas. La altura de *C. cajan* sembrado en el huerto agroecológico es mayor respecto a lo reportado por Mendoza-Pedroza et al. (2023) y citan que en el caso de la producción de planta forestal se sugiere usar individuos de menor altura porque se consideran más robustos, menos sensibles a daño eólico, tolerantes a la sequía y heladas (Luis et al., 2004). El diámetro del cuello de *C. cajan* sembrado en el huerto agroecológico es menor con referencia a lo señalado por Mendoza-Pedroza et al. (2023) e indican que mayor diámetro del cuello de la raíz podría emplearse como guía para determinar la resistencia mecánica de la planta y su capacidad para transportar agua y nutrientes de la raíz a la parte aérea.

El número de hojas trifoliadas de *C. cajan* sembrado en el huerto agroecológico es mayor a lo demostrado por Mendoza-Pedroza et al. (2023) y citan que el número de hojas se relaciona con la capacidad fotosintética de la planta, que posterior al trasplante podría reflejarse en mayor vigor y rendimiento (Gallegos-Cedillo et al., 2021), debido a que las plantas podrían acumular más materia seca. El índice de robustez de *C. cajan* mostró un comportamiento superior 10 por lo que se pueden considerar frágiles y propensas a quebrarse (Pérez-González et al., 2012).

La elaboración y aplicación de composta, biofertilizante y jabón potásico el cual funciona para el control de plagas dentro del huerto agroecológico por parte de los estudiantes de IIAS, les permitió entender la importancia del empleo de sustancias que no generen contaminación y toxicidad para el suelo, agua y de organismos benéficos como los polinizadores para una producción sustentable, lo anterior concuerda con Salcedo y Vargas, (2023) quienes elaboraron biofertilizantes y biopesticidas como propuesta pedagógica para implementar en el huerto escolar del Colegio de la Universidad Libre, por lo que evidenciaron que la enseñanza de las ciencias naturales puede abordarse desde las realidades, intereses e inquietudes que emergen por parte de los estudiantes en relación con los procesos de producción de alimentos.

En el huerto de la Universidad Autónoma de Occidente en Santiago de Cali, Colombia, Heano y Arango (2023), con ayuda de los conocimientos que aporta la Biotecnología, emplearon residuos de coladura de café inoculados con micelio de *Mycelium volvariella*. Ahí demostraron que el proceso de degradación de los residuos orgánicos se acelera, disminuyendo así el tiempo de la producción de biofertilizantes en un cincuenta por ciento, lo que promueve prácticas agrícolas sostenibles y la reducción de la generación de desechos; con base en los resultados de la investigación citada, es indispensable adecuar las metodologías de elaboración de biofertilizantes empleadas en la UES Amatepec en beneficio del conocimiento de los estudiantes de IIAS.

Conclusión

Las temperaturas en °C dentro del huerto agroecológico mostraron una variación conforme con las condiciones meteorológicas del sitio de estudio, dentro de las camas agroecológicas se mantuvieron ligeramente por debajo que las registradas en suelo fuera de las camas agroecológicas, lo anterior se puede atribuir a que se adicionaron las camas con restos de pasto

seco y composta, lo cual puede mejorar las condiciones de retención de humedad además de propiciar confort al sistema radical. Los valores de conductividad eléctrica (dS/m) y de pH evaluados dentro del huerto agroecológico se mantuvieron ligeramente similares, lo anterior indica que las dosis aplicadas de insumos agrícolas tales como composta, biofertilizante, guano de murciélago, jabón potásico, melaza y tierra de diatomeas sobre las hortalizas cultivadas no modifican las condiciones de salinidad ni de pH. El promedio de precipitación fue de 8.3 mm, ésta no fue constante por lo que fue necesario aplicar riegos de auxilio.

El tomate a los 77 días de trasplante mostró frutos con una madurez fisiológica y morfológica óptima para cosecha, lo anterior de acuerdo con las condiciones agrícolas, edáficas y climáticas del sitio de estudio. El rábano a los 34 días de siembra mostró frutos con una madurez fisiológica y morfológica óptima para cosecha, lo anterior de acuerdo con las condiciones del sitio de estudio. Por otro lado, *C. cajan* mostró crecimiento tanto en altura como en diámetro del cuello, lo anterior evidencia que la especie se puede adaptar a las condiciones edafoclimáticas como las que imperan en el sitio de estudio. El elemento agua y un sistema de riego es indispensable para el óptimo crecimiento y desarrollo de los cultivos, por lo que es esencial con una fuente de agua permanente en el área de estudio. El huerto agroecológico puede generar salida de productos como forraje, granos y hortalizas de ciclo corto. Además, puede ayudar en la recuperación de la fertilidad del suelo y genera beneficios ambientales como la captura de carbono y alberga biodiversidad.

Agradecimientos

A los estudiantes de la generación 2024-2028 de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable de la Unidad de Estudios Superiores Amatepec por su disponibilidad para la realización del estudio.

Referencias bibliográficas

Botella-Nicolás, A. M., Hurtado-Soler, A., & Cantó-Doménech, J. (2017). El huerto escolar como herramienta innovadora que contribuye al desarrollo competencial del estudiante universitario. Una propuesta educativa multidisciplinar. *Vivat Academia*, (139), 19-31. https://doi.org/10.15178/va.2017.139.19-31

Gallegos-Cedillo, V. M., Diánez, F., Nájera, C., & Santos, M. (2021). Plant agronomic features can predict quality and field performance: A bibliometric analysis. *Agronomy (Basel, Switzerland), 11*(11), 2305. https://doi.org/10.3390/agronomy11112305

García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/1372

Gliessman. S. R. (2013). Agroecología: Plantando las raíces de la resistencia. *Agroecología*, *8*(2), 19-26. http://hdl.handle.net/10201/42273

González-Márquez, L. C., Félix-Gastélum, R., Sandoval-Romero, J. A., Escobedo-Urías, D. C., & Longoria-Espinoza, R. M. (2021). Caracterización de biofertilizantes utilizados en el valle agrícola de Guasave, Sinaloa, México. *Terra Latinoamericana,* 39, 1-14. e859. https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.859

Hammer, Ø., & Harper, D. A. (2001). Past: paleontological statistics software package for educaton and data anlysis. *Paleontología electrónica*, *4*(1), 1. https://bit.ly/4bI0ipc

Heano Castrillon, E., & Arango Cifuentes, S. (2024). Elaboración de un biofertilizante de uso agrícola aprovechando residuos de coladura de café inoculados con micelium (*Mycelium volvariella*) en el huerto de la Universidad Autónoma de Occidente (Trabajo de licenciatura). Colombia: Universidad Autónoma de Occidente. https://hdl.handle.net/10614/15741

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Compendio de información municipal Amatepec.* Amatepec, Estado de México Clave geoestadística 15008. http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=15018

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). Paso a paso, preparación de Jabón Potásico. Ficha Técnica 16. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. https://bit.ly/4dC1kWe

Luis V. C., Peters, J., González–Rodríguez, A. M., Jiménez, M.S., & Morales, D. (2004). Testing nursery plant quality of Canary Island pine seedlings grown under different cultivation methods. *Phyton, 44*(2), 231–244. https://doi.org/10.5555/20053058738

Mateo Suero, B. F., Oviedo, F., & Cedano, J. (2023). Evaluación de cultivares de guandul [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] sensibles al fotoperíodo en la provincia San Juan, República Dominicana. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, *10*(3), 21-28. https://doi.org/10.53287/nnyk7822xd30p

Medina-Saavedra, T., Arroyo-Figueroa, G., Martínez-Pérez, I., & Vargas-Rodríguez, L. (2016). Fertilizante orgánico bocashi en germinación de semillas de mezquite (*Prosopis glandulosa*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria México*, *4*(2), 20-30.

Mendivil-Lugo, C., Nava-Pérez, E., Armenta-Bojórquez, A. D., Ruelas-Ayala, R. D., & Félix-Herrán, J. A. (2020). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia*, *22*(1), 17-23. https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1120

Mendoza-Pedroza, S. I., Méndez-Gaona, E., Pérez-Cruz, K. U., Hernández-Livera, A., Escalante-Estrada, J. A. S., & Domínguez-Martínez, P. A. (2023). Tamaño de semilla y su efecto sobre el crecimiento de plántulas de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *46*(4A), 497-497. https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4A.497

Morin, E. (2016). Enseñar a vivir. Manifiesto para cambiar la educación. Barcelona: Paidós. (Espasa Libros SLU), 157 pp. Bordón. *Revista de pedagogía*, 69(2), 179-180.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. (2006). *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.* Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. (1994). *Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. Diario Oficial de la Federación.

Orbe, J. A. (2017). Evaluación de la eficiencia de Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano (Tesis de pregrado). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano.

Pérez González, G., Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P., & Etchevers-Barra, J. D. (2012). Caracterización dasométrica e índice de sitio en plantaciones de caoba en Tabasco, México. *Madera y Bosques*, *18*(1), 7-24, https://doi.org/10.21829/myb.2012.181511

Quiñones-Ramírez, H., Trejo-Cadillo, W., & Juscamaita-Morales, J. (2016). Evaluación de la calidad de un abono líquido producido vía fermentación homoláctica de heces de alpaca. *Ecología Aplicada*, *15*(2), 1726-2216. http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.753

Restrepo, J. M., Gómez, J., & Escobar, R. (2014). *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura.* Fundación para la investigación y desarrollo agrícola (FIDAR), Official Development Assistance

(ODA) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia-Japón. https://hdl.handle.net/10568/56825

Rubio, M. J. H., & Berlanga, V. S. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, *5*(2), 83–100. http://dx.doi.org/10.1344/reire2012.5.2527

Salcedo, Á. P. A., & Vargas, G. O. D. (2023). Elaboración de biofertilizantes y biopesticidas: Una propuesta pedagógica para implementar en la huerta escolar del colegio de la universidad libre. (Tesis de Especialidad). Colombia: Fundación Universitaria Los Libertadores.

Salcedo-Pérez, E., Blandón-Ruiz, B. A., Hernández-Álvarez, E., González-Cruz, R., Bernabé-Antonio, A., Orozco-Guareño, E. & Delgado-Fornué, E. (2019). Propiedades del suelo y nitrógeno como indicadores del crecimiento en plantaciones comerciales de teca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *10*(52). http://dx.doi.org/10.29298/rmcf.v10i52.398

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. 9. Composta. Estrategia de acompañamiento técnico*. SADER. https://bit.ly/4dznjwX

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. 3. Supermagro. Estrategia de acompañamiento técnico*. SADER. https://bit.ly/4d3Env4

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002). *Norma Oficial Mexicana, Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos, Estudio, Muestreo y Análisis*. SEMARNAT. https://kr8ip7j.short.gy/my-link

Senés-Guerrero, C., Guardiola-Márquez, C. E., & Pacheco-Moscoa, A. (2019). Evaluación de biofertilizantes a base de microorganismos y lixiviado de vermicomposta en cultivos de interés económico en México. *AgroProductividad*, *12*(3), 53-61. https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1348

Sevilla, E. (2006). De la Sociología Rural a la agroecología. Editorial Icaria. https://kr8ip7j.short.gy/5VA1nj

Souza, T. D. J. M., & Padilla, M. C. (2021). Los huertos escolares y su potencial como innovación educativa. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, *39*(2), 163-180. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2886

Suchini, J. G., Taleno, S., & Soto, G. (2017). *Manual para el establecimiento y manejo agroecológico de patios y huertos comunitarios*. CATIE. https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8653

Tobar, D. N., Carabalí-Banguero, D. J., & Bonilla, D. S. (2020). La huerta escolar como estrategia en el desarrollo de competencias y el pensamiento científico. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, *13*(1), 101-112. https://doi.org/10.15332/25005421/5462

Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Editorial Icaria. https://kr8ip7j.short.gy/By4BJL

Yepes, L. F., & Flórez, V. J. (2013). Analysis of the electric conductivity and pH behaviors in recycled drainage solution of rose cv. Charlotte plants grown in substrate. *Agronomía Colombiana*, *31*(3), 352-361. https://kr8ip7j.short.gy/Hb1Rju

Gestión integral de huerto mediante compostaje, reciclaje y tratamiento de aguas negras en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji

Integrated Garden Management through Composting, Recycling, and Wastewater Treatment at the Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji

Eduardo Hernández Sánchez[*]
Abygail Adarely Martínez Mendoza[**]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.06

Resumen

Actualmente, el reto es transformar espacios en escenarios coherentes con los principios de sostenibilidad, particularmente donde la disponibilidad de agua y el manejo de residuos representan problemáticas ambientales relevantes. En este contexto, el huerto universitario es una herramienta formativa y operativa que integra producción agroecológica, aprovechamiento de residuos y uso responsable del agua en un mismo sistema. Considerando lo anterior, la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji realizó huertos universitarios, con el objetivo de implementar un sistema de gestión integral en el huerto universitario a través del compostaje, reciclaje y tratamiento de aguas negras, con la finalidad de fortalecer la sostenibilidad ambiental institucional. Para ello, se trabajó compostaje de residuos orgánicos, incluyendo heno de mota; reutilización de aguas negras en riego; y establecimiento de huertos utilizando materiales reciclados. La estrategia consistió en la participación activa de estudiantes y docentes de Química, Gestión Ambiental y Nanotecnología, mediante talleres, planificación y ejecución de huertos, integrando teoría y práctica de manera vivencial. Los resultados mostraron mejoras en aprovechamiento de residuos orgánicos, disminución de agua potable para riego y mayor participación estudiantil en cuidado ambiental. En conclusión, la gestión integral del huerto reduce impactos ambientales dentro del campus, y fortalece la formación profesional.

Palabras clave: *agroecología, educación para la sustentabilidad, gestión ambiental universitaria, innovación educativa, responsabilidad social universitaria.*

[*] Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0494-9964. Correo electrónico: eduardo.hernandezs@uttt.edu.mx
[**] Doctora en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9747-3538. Correo electrónico: abygailadarely.martinez@uttt.edu.mx

Abstract

Currently, the challenge lies in transforming spaces into settings that are consistent with the principles of sustainability, particularly in contexts where water availability and waste management represent significant environmental issues. In this regard, the university garden serves as both a formative and operational tool that integrates agroecological production, waste utilization, and responsible water use within a single system. In this context, the Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji implemented university gardens with the objective of establishing an integrated management system through composting, recycling, and wastewater treatment, aimed at strengthening institutional environmental sustainability. To achieve this, activities included composting organic waste—such as cotton gin waste (heno de mota)—the reuse of wastewater for irrigation, and the establishment of gardens using recycled materials. The strategy involved the active participation of students and faculty from the fields of Chemistry, Environmental Management, and Nanotechnology through workshops, planning, and the implementation of gardens, integrating theory and practice through experiential learning. Results showed improvements in the utilization of organic waste, a reduction in potable water use for irrigation, and increased student participation in environmental stewardship. In conclusion, the integrated garden management reduces environmental impacts within the campus while strengthening professional training.

Keywords: *agroecology, education for sustainability, university environmental management, educational innovation, university social responsibility.*

Introducción

La conservación de las áreas verdes en instituciones de educación superior se ha convertido en un reto de consolidar modelos de gestión ambiental que trasciendan del discurso teórico y se materialicen en prácticas concretas dentro de sus propios espacios, particularmente en regiones que, debido a las condiciones climáticas desfavorables caracterizadas por el cambio climático, la degradación de los ecosistemas y la creciente presión sobre el agua dulce demandan soluciones sostenibles. Por lo anterior las universidades están llamadas a transformar sus campus en espacios demostrativos de buenas prácticas ambientales (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2020; Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2023).

En este contexto, los huertos universitarios se han posicionado como escenarios estratégicos en la formación integral de la comunidad estudiantil mediante la combinación de producción agroecológica y aprendizaje vivencial que favorecen el desarrollo de competencias ambientales, así como mayor concientización ecológica (Altieri y Toledo, 2011; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019). De tal modo que se pueden diseñar, y manejar agroecosistemas basados en la biodiversidad biológica, el reciclaje de materiales y el uso eficiente del agua, contribuyendo así a la resiliencia socioambiental y la sustentabilidad urbana. No obstante en regiones semiáridas como el sur del el estado de Hidalgo,

donde la disponibilidad del agua es limitada y el mantenimiento de áreas verdes implica un consumo significativo de agua potable, persisten desafíos asociados al uso ineficiente de recursos, la generación de residuos orgánicos sin aprovechamiento y sobre todo a la proliferación de especies epifitas con comportamiento invasivo como el heno de mota (*Tillandsia recurvata*) que ha generado afectaciones significativas en especies forestales nativas utilizadas como vegetación urbana, situación, exige la adopción de modelos alternativos de manejo sustentable (CONAGUA, 2023; Alvarado-Rosales y Saavedra, 2024; Apodaca y Guerrero, 2019).

Aunque la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji ha impulsado la implementación de un modelo de huertos universitarios como espacios productivos y formativos en su estrategia institucional, aún se requiere consolidar un sistema de gestión integral que articule los procesos de compostaje, reciclaje de materiales y tratamiento de aguas negras con el fin de optimizar los recursos, reducir impactos ambientales. favorecer el aprendizaje significativo y la responsabilidad. En consecuencia, el problema de investigación se centra en como estructurar e implementar un sistema de gestión integral en el huerto universitario que permita mejorar el manejo de residuos, el uso del agua y la conservación de las áreas verdes bajo criterios de sustentabilidad ambiental. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue implementar un sistema de gestión integral en el huerto universitario a través del compostaje, reciclaje y tratamiento de aguas negras, con la finalidad de fortalecer la sostenibilidad ambiental institucional.

Métodos

Contexto

El proyecto se sitúa en la región del Valle de México al norte del Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo en la localidad de El Carmen, Tula de Allende, Hidalgo (20°0.0’33.49” LN, 99°20’40.49” LO, 2000 m s.n.m.). Específicamente en la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji en el Programa de Química Ambiental actualmente Gestión Ambiental, institución pública de educación, dentro una región caracterizada por clima semiárido a templado subhúmedo, con lluvias concentradas en verano, temperaturas medias anuales entre 16 y 22 °C, y marcada estacionalidad en la disponibilidad de agua, lo que influye de manera directa en la dinámica de la vegetación y en los procesos productivos.

Enfoque de investigación

Se realizó una investigación con enfoque mixto ya que se apreciaron variables cuantitativas (El tamaño de las áreas verdes de la UTTT, la cantidad de agua disponible para la institución y la destinada a las áreas verdes, el consumo de agua por las áreas verdes) y cualitativas (El porte de las plantas, daño que tienen las plantas por afectación de heno de mota). El tipo de investigación fue exploratorio-descriptiva ya que no se cuenta con información suficientes de las áreas verdes de la institución y las variables se obtuvieron directamente de la fuente de información sin realizar alteraciones considerables. El trabajo gira en torno a establecimiento de huertos

hortícolas universitarios (Figura 1) con el apoyo de un diagnóstico de la situación de las áreas verdes de la UTTT, aplicando acciones de mejora, con el aprovechamiento sustentable del agua, la capacitación y gestión de recursos para la implementación de los huertos.

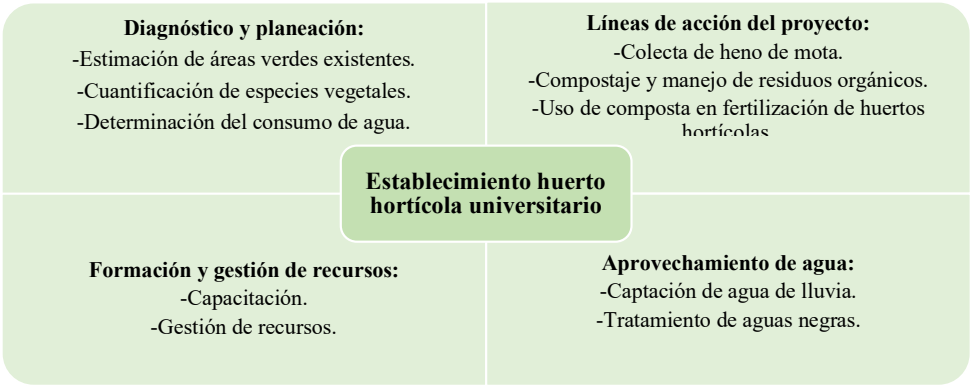


Figura 1. Esquema metodológico del establecimiento de huerto hortícola universitario en un programa de conservación de áreas verdes. Fuente: Elaboración propia (2025).

Establecimiento del programa de conservación de áreas verdes

En el año 2021 las autoridades de la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji advierten un daño considerable a las áreas verdes del plantel específicamente sobre huizache y mezquite por una planta epífita conocida como heno de mota, heno motita, clavel del aire (*Tillandsia recurvata*). Derivado de esta observación se crea una estrategia institucional de sustentabilidad, dentro de la cual se alojó el programa de conservación de áreas verdes.

Diagnóstico y planeación

Cuantificación de las áreas verdes de la Universidad Tecnológica de Tula Tepej: Se realizó la medición de los espacios de la UTTT destinados a las áreas verdes para conocer la proporción de estas con respecto de los inmuebles en marzo del 2022. Se empleó un mapa de la institución, GPS, cinta métrica y la aplicación *Google Maps.* Se realizó observación directa delimitando el polígono en áreas asociadas a la infraestructura de los programas educativos. La información se analizó de manera descriptiva considerando el total de la superficie con respecto a los espacios de conservación de áreas verdes y la proporción con respecto a la carga de estudiantes, administrativos y docentes.

Cuantificación de especies vegetales en el polígono de la universidad: Posteriormente de cuantificar las áreas verdes de la UTTT, se procedió con el número de plantas perennes de junio a agosto del 2022, separándolas en dos grupos. El primero de porte bajo menores a 2 m y las de porte alto mayores de 2 m, esto por la copa que forman. Además, se identificó el número de

especies por área, se estableció la carga, se realizó la separación por especies identificándolas por su nombre local y científico y se estableció el número de especies nativas. La medición se realizó utilizando un estadal de PVC de 4 metros de alto. El análisis de la información se realizó con tablas de frecuencia y proporciones.

Determinación del consumo de agua destinado para mantenimiento de áreas verdes: Se investigó la cantidad de agua disponible para las instalaciones de la UTTT, así como la destinada a la conservación de áreas verde esto se realizó en el año 2022 utilizando como instrumento entrevistas aplicadas a los encargados de servicios de la UTTT y encargados del sistema de agua potable del ejido 'El Carmen'. Se estableció el número de tomas en las áreas verdes, la frecuencia y método de riego, esto a través de unas visitas de campo. Por otra parte, se estableció la necesidad de agua de las plantas calculándolo a través de la evapotranspiración según Servín-Palestina et al. (2018) esto se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$Et = Kc * Etp$$

Donde:
Et = Evapotranspiración (mm).
Kc = Coeficiente de cultivo (ad).
Etp = Evapotranspiración potencial (mm)

De acuerdo con la 'Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle del Mezquital (1310), Estado de Hidalgo' (CONAGUA, 2015) el cálculo de la evapotranspiración se realizó con la ecuación empírica de Coutagne:

$$Etp = P - xP^2$$

Donde:
Etp = Evapotranspiración (m/año).
P = Precipitación anual (m/año).
x = $1/(0.8 + 0.14t)$.
t = Temperatura en °C.

Líneas de acción del proyecto
Colecta de heno de mota: El crecimiento de heno de mota sobre las plantas de mezquite y huizache en las instalaciones de la UTTT fue el principal detonante de este proyecto, por lo que se estableció un programa de colecta de esta especie con el apoyo de los estudiantes del programa de química industrial, química ambiental y nanotecnología. Se aprovecharon las dos horas de tutoría semanales de los estudiantes para realizar la colecta de manera manual con el apoyo de podadores con mango telescópico adaptados con serrote, así como escaleras de aluminio y una trituradora de rama. Los alumnos fueron provistos de equipo de protección personal para realizar la actividad.

Compostaje y manejo de residuos orgánicos: El heno de mota colectado fue triturado en un molino de martillos con criba de 1" y composteado en una compostera de trinchera de 7.2 m^3 (1.5 X 4 X 1.2 m) con adición de 62.5 % de estiércol ovino, 12.5 % de residuo de jardín y 25 % de heno de mota. También se preparó en dos composteras de baúl de 0.4 m^3 fabricadas con madera reciclada (0.5 X 0.8 X 1 m) en las mismas proporciones. Esta actividad se realizó en el periodo de marzo-agosto del 2024.

Uso de composta en fertilización de huertos hortícolas: Se empleó la composta preparada con heno de mota en seis huertas hortícolas de 2 m^2, además de una huerta dentro de un regular climático con cubierta de plástico y malla antiáfida de 49.5 m^2 (5.5 X 9 m). La aplicación de composta usada correspondió al 30 % del sustrato. El crecimiento de la planta solo se apreció de forma visual. La actividad se realizó de septiembre a diciembre del 2025 y se mantienen hasta la fecha.

Aprovechamiento de agua

Captación de agua de lluvia: Se realizó un proyecto para la captación de agua de lluvia que será empleado como piloto dentro de la UTTT, la captación de agua se planificó para el edificio de química que tiene una superficie de captación 1000 m^2 (Solo se usan 500 m^2 actualmente), con un sistema de captación central y un almacenamiento de 21000 L en un tanque de ferrocemento, esto se realizó de septiembre del 2025 a enero 2026.

Tratamiento de aguas negras para riego de áreas verdes: Se realizó un proyecto para el tratamiento de aguas residuales que es usado como piloto en el que se conjunta un tratamiento primario y secundario con filtración de arenas y fitotratamiento, además de un tratamiento de coagulación floculación y la aplicación de un biocida. El sistema se estableció en el periodo mayo-agosto del 2025.

Formación y gestión de recursos

Capacitación: Se capacitó a estudiantes, profesores y administrativos en el aprovechamiento, prevención y control de heno de mota, con el uso de un manual publicado por la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji. Además de personas de la sociedad civil, también se capacitó a estudiantes en el establecimiento de huertos y preparación de compostas. Antes de la capacitación a los estudiantes se realizó una encuesta diagnóstica que permitió identificar el conocimiento que tienen los estudiantes sobre el heno de mota, su origen, la presencia de la planta en su lugar de origen y si identifican quien está realizando el saneamiento.

Gestión de recursos para la implementación de proyecto: Se realizó la gestión de equipo para el control de heno de mota en la institución educativa, así como para su procesamiento, compostaje y aprovechamiento en el huerto universitario. Se realizó gestión a partir de enero del 2024 en las áreas de responsabilidad social de las empresas de la región de influencia de la Universidad, en

las instituciones gubernamentales estatales y federales del país, además de forma interna con recursos de la UTTT.

Establecimiento huerto universitario

Se estableció un huerto de 49.5 m^2 con estructura de ptr 1.5" y cubierta cenital de plástico lechado al 70 %, con cortinas laterales de malla cristalina antiáfidos. Los materiales utilizados fueron reciclados en desuso a excepción del plástico. En este sistema se producen hortalizas de temporadas en macetas de PET de diez litros con sustrato de 0.3 partes de composta de heno de mota, 0.3 partes de composta de residuo de jardín y 0.4 partes de suelo agrícola. También se han implementado seis huertos hortícolas elevados con madera o blocks de 14 cm. Los huertos son de 1.1 m de ancho por 2 m de largo. Los huertos se establecieron con hortalizas de temporada. El establecimiento de los huertos se realizó a partir de enero del 2025 y se siguen implementado hasta la fecha con la ayuda de la comunidad educativa.

Resultados

Establecimiento del programa de conservación de áreas verdes

El programa de conservación de áreas verdes recayó en el programa de química ambiental con la M. C. Sandra López Acosta en la dirección quien nombró de encargados al Dr. Eduardo Hernández Sánchez y a la Dra. Abygail Adarely Martínez Mendoza ambos profesores investigadores de la institución. Las directrices de dicho programa fueron: evaluar las áreas verdes de la institución junto con la cuantificación de especies, estimar el consumo de agua de las áreas verdes, mejorar la condición de las plantas con la fertilización orgánica, además de establecer huertos hortícolas, el fomento a la capacitación de estudiantes y comunidades interesadas y la gestión de recursos para poner en marcha el proyecto. El programa ha estado vigente hasta la fecha gracias al apoyo de los estudiantes y académicos de las diferentes áreas de la institución, esto dentro del programa de formación integral que ofrece a los estudiantes diversas actividades que contribuyan en su desarrollo integral, impulsando su participación en actividades deportivas, culturales y recreativas que impacten en el desarrollo de actitudes positivas y valores de responsabilidad social establecido desde el año 2000.

Cuantificación de las áreas verdes de la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji

La Universidad Tecnológica de Tula Tepeji cuenta con 160000 m^2 de los cuales, se estimaron 62500.1 m^2 de áreas verdes distribuidas en toda la institución en diferentes superficies como se muestra en la Figura 2, por lo que se destina el 39 % a la conservación de áreas verdes.

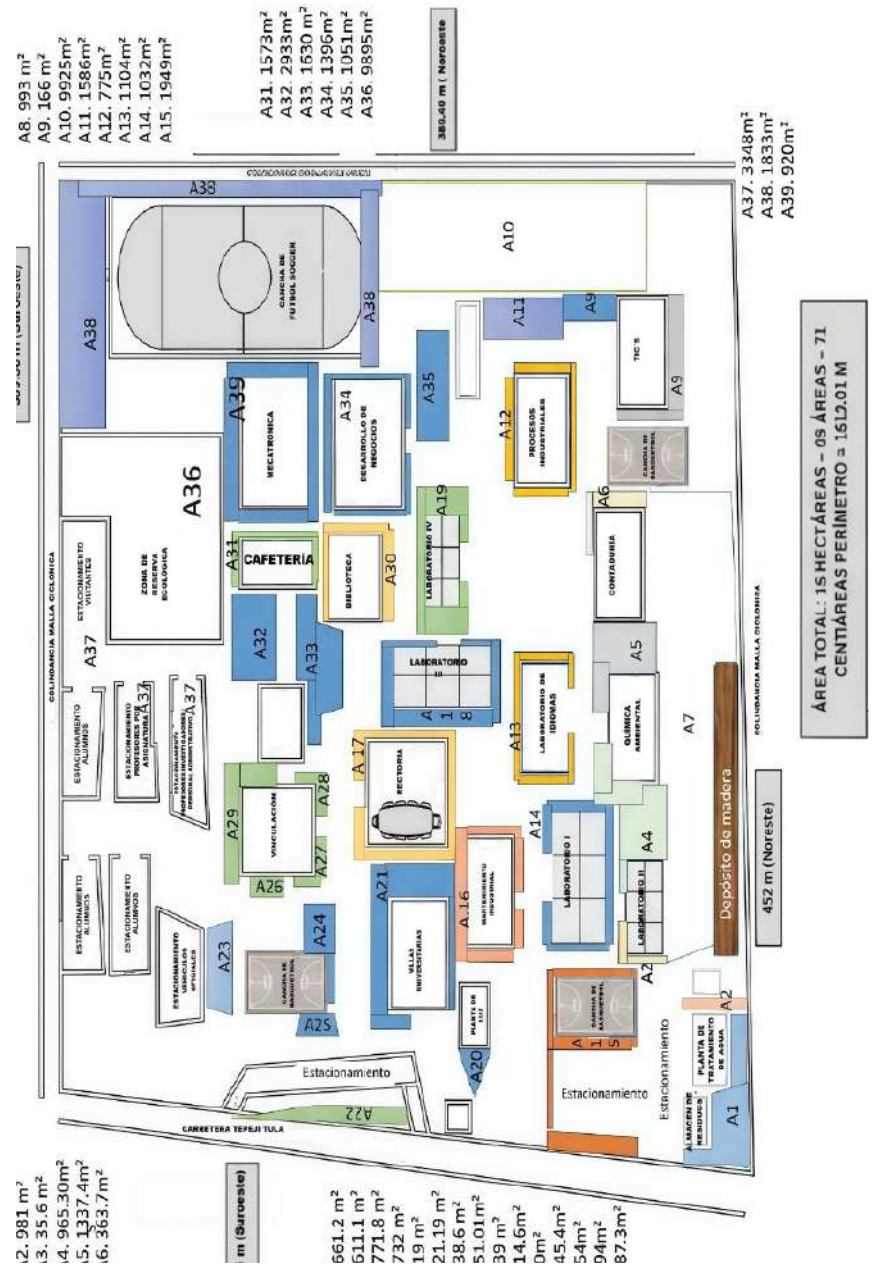


Figura 2. Distribución de las áreas verdes identificadas en la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji. Fuente: Elaboración propia (2025).

Cuantificación de especies vegetales en el polígono de la universidad

Se registraron 2882 plantas perennes de porte alto (862) y bajo (2020) lo que representa una carga promedio de 0.05 plantas/m^2, se tiene un promedio de una planta por cada 21.6 m^2. La sobresaturación de plantas perenne en las instalaciones de la UTTT también ha provocado competencia entre especies manifestándose en la muerte de 82 plantas de las cuales 69 son especies introducidas y 13 nativas. También se identificaron 39 especies diferentes de las cuales diez son nativas de la región: Mezquite (*Prosopis leavigata)*, huizache (*Vachellia farnesiana*), encino (*Quercus sp)*, maguey (*Agave salmiana)*, garambullo (*Myrtillocactus geometrizans)*, biznaga (*Ferocactus latispinus)*, lechuguilla (*Agave lechuguilla*), sábila (*Aloe vera*), palma (*Yucca trecueleana*) y nopal (*Opuntia sp*.). Lo que representan 1182 plantas de porte alto y bajo correspondiente al 41 %.

Determinación del consumo de agua destinado para mantenimiento de áreas verdes

La UTTT dispone de un suministro promedio de 60 m^3 de agua por día, destinado prioritariamente a la operación de servicios generales y sanitarios. El volumen remanente se asigna al riego de áreas verdes. Actualmente se cuenta con 24 tomas hidráulicas para riego, las cuales únicamente cubren el 44 % de la superficie ajardinada (2,782 m^2). El área restante depende exclusivamente de la precipitación estacional. Debido a la limitada disponibilidad hídrica, la frecuencia de riego se ha reducido a intervalos de tres a cuatro semanas. Las aplicaciones de agua se realizan mediante aspersores con un gasto nominal de 8 L/min y un diámetro efectivo de humedecimiento de 12 m, lo que condiciona la uniformidad y eficiencia del riego en el campus.

Necesidad de agua para las áreas verdes

Evapotranspiración (m/año) en el Valle del Mezquital. Si contamos con una precipitación promedio de 500 mm anuales y una temperatura promedio de 16°C se tiene una evapotranspiración de 0.4178 *m/año*. Se considera que el coeficiente de cultivo de un árbol (Kc) es de 0.8 entonces la necesidad de agua es de 0.3336. Esto representa una necesidad de 333.6 L de agua/m^2 terreno/año equivalente a 27.8 L/m^2 de forma mensual. Al contar con 862 plantas perennes con una necesidad de espacio de 100 m^2 estas demandan 2780 L de agua por planta de forma mensual con un total de 2396 m^3/mes de agua para todas las plantas. Situación que solo se cumple durante la temporada de lluvia que va de junio a septiembre, el resto del año las plantas sufren estrés hídrico.

Colecta de heno de mota

Previo a la colecta se realizó capacitación en el 'Aprovechamiento, prevención y control de heno de mota', la capacitación se hizo en dos etapas: Primero de forma teórico con una duración de dos horas y dos horas más de colecta de heno y preparación de composta (Figura 3). La colecta del heno de mota se dio en instalaciones de la UTTT en 78 plantas de mezquite (41) y huizache (37) identificadas con afectación severa y media, de las cuales 57 necesitaron poda fuerte.

Posteriormente la colecta de heno de mota se realizó en dos jornadas de 40 minutos durante el tiempo de tutoría coordinado por su tutor, donde participaron 280 alumnos de los 509 estudiantes que integran el programa educativo, colectando 1027 kg de heno fresco (Figura 3) con un promedio de colecta de 3.66 kg/alumno.



Figura 3. Colecta y procesamiento de heno de mota para la elaboración de composta.
Fuente: Elaboración propia (2025).

Compostaje y manejo de residuos orgánicos

La composta se descompuso en un período de 180 días, con rehidratación y movimiento cada 15 días, la relación C/N fue de 40/1 (Tabla 1) la cual se considera un equilibrio adecuado para más rápida descomposición.

Tabla 1. *Relación C/N teórica de los componentes de la composta*

Residuo	Relación C/N		Residuo composteado (kg)	% del total	Porción del componente	Relación C	Relación final C/N
	C	N					
Estiércol ovino	32	1	100	62.5	0.625	20	40/1
Residuo jardín	110	1	20	12.5	0.125	13.75	
Heno de mota	25	1	40	25	0.25	6.25	
Total			160	100	1	40	

Fuente: Elaboración propia (2025).

Uso de composta en fertilización de huertos hortícolas

La composta preparada a partir de heno de mota, residuo de jardín y estiércol ovino se empleó para preparar las camas de plantación de los huertos hortícolas. Se utilizó un 30 % de la capacidad de la cama de plantación el resto se empleó suelo agrícola 40 % y 30 % de composta de residuo de jardín, el crecimiento de las hortalizas fue vigoroso.

Aprovechamiento de agua

Al diagnosticar la cantidad de agua con la que cuenta la UTTT para emplearla en las áreas verdes se determinó que apenas es suficiente para los servicios generales y sanitarios, de ahí que no se puede utilizar en el riego de las áreas verdes por lo que se propusieron dos acciones piloto que permita contar con agua para ser empleada en huertos y áreas verdes. Una de ellas fue la captación de agua de lluvia en uno de los edificios de la universidad donde se aprovecharon 500 m^2 de azotea complementado con su almacenamiento en un tanque de ferrocemento de 21 m^3, se realizó el proyecto y se puso a consideración del área de responsabilidad social de la empresa Cargill para su financiamiento, institución que dio su visto bueno y apoyó su implementación, esto se realizó en segundo semestre del 2025.

La otra acción piloto para contar con agua que permita el riego del huerto fue el saneamiento de las aguas negras con un sistema de Fitotratamiento como tratamiento primario de 1 m^3 con las especies platanillo (*Heliconia psittacurum*) y alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), además de filtración de flujo ascendente con diferentes materiales colocadas de la base a la parte superior a una proporción del 20 % que fueron piedra volcánica (tezontle) de 5 a 10 cm de diámetro, piedra de río (5 a 7 cm), grava de construcción (3 a 5 cm), tezontle (0.5 a 1 cm), y arena de construcción (menor de 0.2 cm), el sistema se complementó con un tratamiento químico secundario utilizando el producto 'Microflockhgo' producto que incluye un floculante (Base de aluminio) y un biocida (Óxido de cobre) de la empresa PROBIO Q (0.2 mL/Litro), este sistema ha permitido el saneamiento promedio de 1 m^3 de agua por día (Figura 4) a un costo de $5.00.



Figura 4. Sistema piloto de fitotratamiento de agua acoplado a tratamiento químico, para el riego de áreas verdes. Fuente: Elaboración propia (2025).

Capacitación en acciones y manejo sustentable

Se llevó a cabo una capacitación sobre el aprovechamiento, la prevención y el control del heno de mota, y los beneficios ecológicos del mezquite (*Prosopis laevigata*), dirigida a 509 estudiantes de los programas de Técnico Superior Universitario e Ingeniería en las áreas de Química Industrial, Gestión Ambiental, Nanotecnología, Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Nanotecnología de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, además de 12 profesores de tiempo completo y 19 profesores por asignatura

Como parte del diagnóstico inicial, se aplicó una encuesta que evidenció que el 81 % de los estudiantes provienen del estado de Hidalgo y que el 74 % conoce el heno de mota. Se observó que el 96 % de los alumnos con al menos un año de permanencia en la institución identifica esta planta, mientras que solo el 28 % de los estudiantes de nuevo ingreso la conoce, lo que refleja una limitada percepción temprana sobre los impactos negativos asociados a su proliferación. Los estudiantes pertenecen a 14 municipios del Valle del Mezquital, y en 12 de ellos se reportó la presencia del heno de mota; sin embargo, únicamente en Tepeji del Río de Ocampo y Tula de Allende se identificaron acciones locales de control. La capacitación se extendió a organizaciones de la sociedad civil de San Agustín Tlaxiaca (Forjando Porvenir Social) y Tezontepec de Aldama (Juntos por el Desarrollo de Nuestra Nación).

También se capacitó a 30 estudiantes de los programas educativos participantes en el establecimiento de huertos hortícolas y en la elaboración de composta utilizando heno de mota. Estas actividades se integran al modelo educativo mediante la acreditación de horas de taller obligatorias, a través del programa de conservación de áreas verdes. Los estudiantes, organizados en equipos de tres, establecen huertos de 1.1 × 2 m con cultivos acordes a la temporada, a los que dan seguimiento durante un cuatrimestre, obteniendo a cambio 40 horas de taller y el beneficio directo del consumo de las hortalizas producidas.

De manera alternativa, los alumnos pueden acreditar el mismo número de horas mediante la construcción de composteras tipo baúl de 0.5 × 0.8 × 1 m, elaboradas con materiales reciclados y acompañadas de un ciclo completo de producción de composta. Asimismo, se asignaron dos horas de taller por kilogramo de heno de mota colectado dentro de las instalaciones de la universidad. Todas estas actividades se desarrollan sin horarios fijos, lo que permite a los estudiantes aprovechar de manera flexible su tiempo libre en la institución.

Gestión de recursos para la implementación de proyecto

En la gestión de recursos para la implementación del programa se ha recurrido a la parte de responsabilidad social de las empresas encontrando buena aceptación en la empresa Cargill quienes apoyaron con herramienta para la colecta de heno de mota (Podadores, escaleras de aluminio, serrotes con mango telescópico, machetes, tijeras para poda de una mano), equipo para la trituración heno de mota (Trituradora Parazzini GTS600C), además del sistema de conducción de la colecta de agua y el establecimiento de un tanque de ferrocemento para el almacenamiento de agua de lluvia.

También se ha recurrido a instituciones públicas como el CITNOVA (Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo) con la impresión de 200 manuales de 'Aprovechamiento, prevención y control de heno de mota (ISBN:978-607-8680-44-3), los que son utilizados en la capacitación de estudiantes y comuneros. Además de conseguir apoyo de la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación en su componente de `Proyectos estratégicos de ciencia y humanidades' en el apartado de 'Interacciones estatales para detonar el crecimiento económico sustentable verde e incluyente' para la adquisición de molino triturador y peletizadora con lo que se prevé procesar el heno de mota y aprovecharlo en los huertos hortícolas. Al interior de la institución también se ha gestionado el apoyo en la Secretaría Académica por medio del área de Sub-Enlace Académico en apoyo a los cuerpos académicos con la adquisición de guantes y googlees.

Establecimiento huerto universitario

La producción hortícola empleada en este proyecto es un policultivo diversificado con especies para dos temporadas únicamente las que son de primavera verano (Tomate, jitomate, chile, calabaza, pepino, chayote, verdolaga, quelite, lechuga, brócoli y coliflor) y las de otoño invierno (cebolla, lechuga, coliflor, col, haba, ajo, zanahoria, betabel y chícharo), esto debido a que el Valle del Mezquital se tiene un invierno muy marcado de noviembre a mediados de febrero con temperaturas que pueden estar por debajo de los 0°C condición que limita el crecimiento de las hortalizas.

Hasta la fecha se ha establecido un huerto de 49.5 m^2 como un sistema de regulación climática con estructura metálica, cubierta de plástico lechado 70 % y laterales cubiertos de malla antiáfidos (Figura 5). En este espacio se han instalado camas de cultivo de 1 m de ancho por 4 m de largo, así también se cuenta con macetas de 10 litros de botellas de agua recicladas de

Tereftalato de Polietileno (PET) con una mezcla de 30 % composta de heno de mota, 30 % composta de residuo de jardín y 40 % suelo agrícola. Adicional a este lote se han establecido seis lotes hortícolas de 2.2 m^2 delimitados con material reciclado (madera, troncos, bloques de concreto y aluminio), el sustrato utilizado es una 0.3 partes de composta de heno de mota, 0.3 partes de composta de residuo de jardín y 0.4 partes de suelo agrícola.

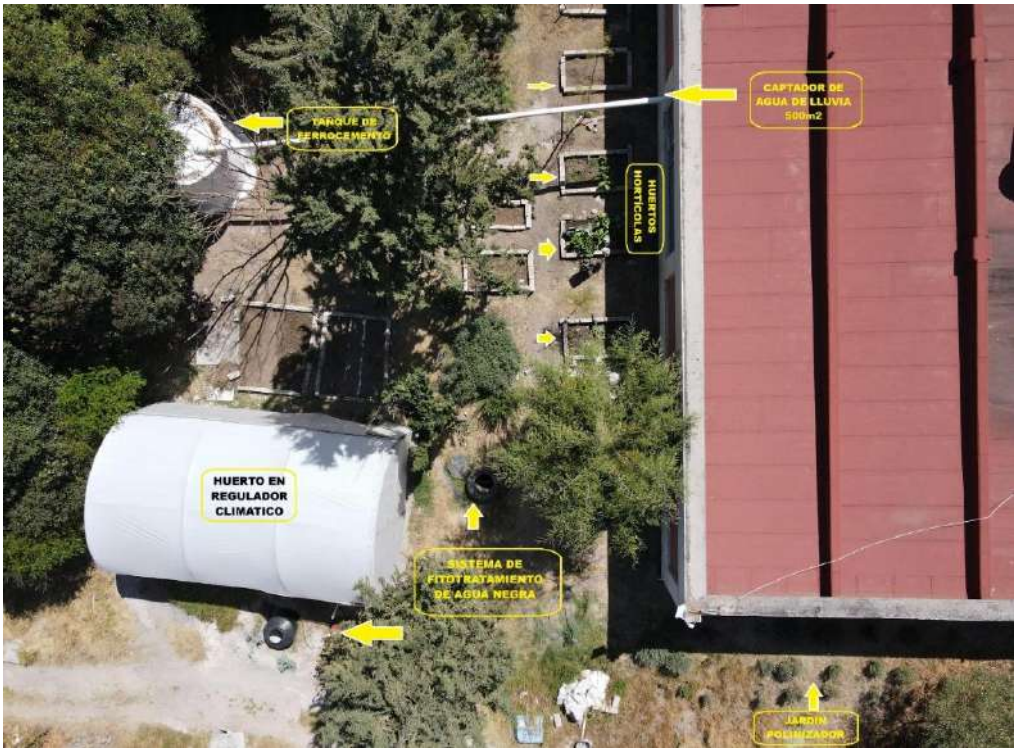


Figura 5. Módulo hortícola establecido en el proyecto. Fuente: Elaboración propia (2025).

Discusión

Las directrices del programa de conservación de áreas se alinean a lo referido por Graue y Dávila (2022) quienes consideran relevante el manejo y conservación de las áreas verdes y reservas naturales universitarias priorizando la conservación de especies nativas, ya que mejoran la infiltración de agua y tienen poco consumo de esta, además porque apoya a los estudiantes con actividades recreativas que impacten en el desarrollo de actitudes positivas y valores de responsabilidad social

Por su parte, los resultados obtenidos para UTTT de 39 % de áreas verdes en comparación con lo que determinaron en UNAM de 84 % de espacios destinados áreas sin construcción, las

cuales no necesariamente son áreas verdes ya que se privilegia funciones sociales en estos espacios impactando la biodiversidad (Graue y Dávila 2022). Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS), menciona que se requieren al menos 16 m^2 de áreas verdes por habitante para garantizar su bienestar. Esta condición no se cumple en la UTTT ya que se considera que en su carga más alta tiene 7000 estudiantes, 500 administrativos y 90 docentes por lo que la carga es de 8.2 m^2/por persona. También la misma organización menciona que todas las ciudades y pueblos deben tener un área mínima de 9 m^2 de áreas verdes por habitante (Robles et al., 2015), por lo que se está cerca de cumplir con dicha recomendación.

Al considerar el número de árboles que pueden ser plantados en parques y jardines, de acuerdo con la CONAVI (2005) se recomienda un espacio aproximado de 132 m^2 por plantas perenne de porte alto, este dato contrasta significativamente con lo que se observó, ya que se contaron 862 plantas de porte alto que representa una planta por cada 72 m^2 equivalente a 45 % menos espacio del requerido. Por otro lado, la reforestación con plantas nativa se considera mejor que utilizar especies introducidas, esto ya que el uso de especies introducidas puede desencadenar problemas ecológicos, como pérdida de biodiversidad, incremento de enfermedades y disminución de alimento para las especies nativas (Aguirre y Mendoza, 2009).

Por otro lado, la cuantificación realizada responde a la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental – Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres - Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio de Lista de Especies en Riesgo (DOF, 2010), misma que menciona la obligatoriedad de personas físicas y morales para la identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres sobre todo si esta se encuentra en riesgo, lo anterior debido a la presencia de mezquite.

Considerando que el riego de áreas verdes genera gasto hídrico sobre todo en una universidad con recurso limitado y considerando que se debe priorizar para uso de la comunidad universitaria, aunado a que el uso de agua potable no es una forma apropiada y sustentable del uso del agua; la UTTT considera importante ser una institución ejemplo del uso apropiado del recurso. Por lo que, según la NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, se debe promover el uso de aguas negras tratadas, del mismo modo que implementación de sistemas de captación de agua para uso en el riego de las áreas verdes.

El saneamiento del heno de mota es importante ya que esta planta busca reproducirse en los mejores lugares posibles, sus semillas germinan en todo tipo de superficies, especialmente en ramas secas donde hay más porosidad y humedad. Sin embargo, cuando se adhieren a ramas vivas, buscan secarlas para favorecer su reproducción (Wolf, 2021). Esto al considerar que las raíces del heno de mota liberan sustancias químicas que actúan como antibióticos, matando los brotes y hojas de la planta donde crece, lo que causa la muerte de las ramas (García et al., 2018).

Por otro lado, el valor recomendado de la relación C:N para obtener composta de calidad se encuentra estimado entre 25:1 y 40:1. Esta relación de componentes debe ser tomada en cuenta para obtener un abono de calidad. También se considera que la humedad ideal en una composta

va del 45-60 %, la mala distribución puede desplazar al oxígeno y crear espacios con exceso de humedad dando lugar a zonas de anacrobiosis, por lo que se debe voltear la mezcla y/o adicionar material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono (SADER, *s/f*).

La dosis utilizada fue adecuada ya que se considera utilizar en cultivos intensivos entre 7 y 10 ton/ha. Además, la composta madura se suele mezclar del 20 % al 50 % con tierra y otros materiales como turba y cascarilla de arroz cuando se prepara un sustrato para emplear en maceta (Román et al., 2013). Hernández et al. (2025) mencionan que la aplicación de composta es una forma de mejorar el suelo y al mismo tiempo incrementar la fertilidad para los cultivos de hortalizas, pero el exceso puede provocar un desbalance nutricional en el suelo, por lo que es necesario calcular el contenido de composta.

En cuanto al ferrocemento, este presenta ventajas en la construcción de estructuras especiales de espesor pequeño, donde la geometría le otorga una resistencia y rigidez adecuada. La técnica de ferrocemento es recomendada en países en desarrollo donde abunda la mano de obra y el costo de los materiales es aceptable. En el caso de tanques de almacenamiento de agua en forma cilíndrica es de fácil construcción simulando un cascarón con un radio grande y un espesor pequeño basada su construcción en la teoría de la membrana que permite calcular esfuerzos en la pared del cilindro cuando no existen condiciones de borde o frontera y cuando la pared está restringida por la base, se generan esfuerzos de flexión elevados en la pared cuando actúa la presión del agua condición que le da soporte de carga (Caballero, 2006).

La otra acción piloto para contar con agua que permita el riego de áreas verdes es el saneamiento de las aguas negras con un sistema de Fitotratamiento como tratamiento primario de 1 m^3 con las especies platanillo (*Heliconia psittacurum*) y alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), además de filtración de flujo ascendente con diferentes materiales colocadas de la base a la parte superior a una proporción del 20 % que fueron piedra volcánica (tezontle) de 5 a 10 cm de diámetro, piedra de río (5 a 7 cm), grava de construcción (3 a 5 cm), tezontle (0.5 a 1 cm), y arena de construcción (menor de 0.2 cm), el sistema se complementó con un tratamiento químico secundario utilizando el producto 'Microflockhgo' producto que incluye un floculante (Base de aluminio) y un biocida (Óxido de cobre) de la empresa PROBIO Q (0.2 mL/Litro), este sistema ha permitido el saneamiento promedio de 1 m^3 de agua por día (Figura 4) a un costo de $5.00. Winpenny et al. (2013) mencionan que la reutilización de aguas residuales tratadas en la agricultura es una opción importante frente a la creciente escasez de agua, causada por el aumento de la demanda, la reducción de recursos, las sequías y el cambio climático. Además, la contaminación por vertidos urbanos daña los ecosistemas. La escasez hídrica genera altos costos económicos y sociales. En situaciones críticas, reutilizar agua en agricultura ahorra agua dulce, beneficia a los agricultores y reduce impactos ambientales.

La FAO destaca la importancia de los huertos en la comunidad, estableciendo vínculos claros entre la buena salud y la alimentación escolar. Al respecto Fontalvo-Buelvas y de la Cruz-Elizondo (2021) mencionan que algunos casos de éxito bien documentados parecen indicar que los programas más sostenibles crecen a menudo de manera orgánica: y comienzan con una

estructura pequeña, se dan pocas cosas por supuestas y sus expectativas son de un progreso lento. Esta institución también destaca la necesidad de educar para corregir la ignorancia, las actitudes equivocadas, las prácticas inadecuadas y las lagunas en los conocimientos técnicos, pues se evidencia que en los entornos urbanos tanto ricos como pobres se está perdiendo la experiencia directa de la producción de alimentos. También ocurre que la mayoría de las personas no reconocen la conexión entre una buena alimentación y una buena salud (FAO, 2010).

Este sistema de huertos ha sido utilizado por el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria una adaptación mexicana del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria que coordinó la SAGARPA con buena aceptación como huertos de traspatio. El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) es una iniciativa de la FAO y el gobierno mexicano (SAGARPA) para combatir el hambre y la malnutrición, apoyando a pequeños agricultores y comunidades marginadas a producir alimentos y generar ingresos de forma sostenible, mediante metodologías y apoyos técnicos para mejorar su producción y acceso a alimentos saludables (CONEVAL, 2016).

Conclusión

La colecta y manejo del heno de mota permitió el saneamiento de mezquites y huizaches afectados, así como la reducción de una especie invasiva, transformando un problema ambiental en un insumo útil para la elaboración de composta y utilización en huertos hortícolas. Además, el proceso de compostaje generó un material estable con una relación C/N adecuada que, al aplicarse en huertos hortícolas, favoreció el crecimiento de las hortalizas, confirmando su efectividad como enmienda orgánica. Mientras que las acciones piloto de captación de agua de lluvia y tratamiento de aguas negras mostraron viabilidad técnica y económica, representando alternativas sustentables ante la escasez hídrica y con potencial de réplica.

Consecuentemente el establecimiento de huertos hortícolas se consolidó como una estrategia educativa relevante al promover el aprendizaje práctico, la sostenibilidad y el aprovechamiento responsable de los recursos locales. Además, fomentó el trabajo colaborativo, la conciencia ambiental y beneficios directos como la producción de alimentos para autoconsumo y la valorización de residuos orgánicos. Por lo anterior la presente investigación permitió concluir que la implementación de huertos universitarios en la UTTT no solo cumple con un propósito pedagógico, sino que se constituye como un eje de gestión ambiental integral. Al demostrar que la transición hacia espacios verdes productivos es viable mediante el aprovechamiento de subproductos orgánicos internos, como el compostaje, mitigando así la dependencia de insumos externos.

Sin embargo, a pesar de los resultados favorables, se identificaron limitaciones que deben ser consideradas para la replicabilidad del modelo como son la estacionalidad y las condiciones propias de la región del Valle del Mezquital representaron un desafío para la tasa de supervivencia de ciertas plántulas, limitando la diversidad de especies en ciclos cortos. Así mismo el mantenimiento del huerto ya que depende en gran medida del ciclo escolar y la

disponibilidad de estudiantes en periodos vacacionales, lo que genera interrupciones en el monitoreo técnico continuo. No obstante, para fortalecer esta línea de investigación, se proponen integrar sistemas de automatización de bajo costo para optimizar el uso de las aguas negras tratadas y las provenientes del sistema de captación. Además, diseñar e implementar indicadores cualitativos y cuantitativos que midan el cambio en la mentalidad y la salud mental de los estudiantes que participan activamente en el manejo del huerto.

Referencias bibliográficas

Aguirre, A., & Mendoza, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En J. Sarukhán (coord.). *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio (pp. 277-318)*. CONABIO. https://acortar.link/Th2Mlf

Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En S. J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 49-56). Ediciones Científicas Americanas. https://acortar.link/khDU34

Alvarado-Rosales, D., & Saavedra, L. (2024). Situación del musgo bola (*Tillandsia recurvata* L.) en un área verde institucional. *e-CUCBA*, *11*(21), 25-35. https://doi.org/10.32870/e-cucba.vi21.320

Apodaca, M. J., & Guerrero, E. L. (2019). ¿Por qué se expande hacia el sur la distribución geográfica de *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae)? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, *54*(2), 255-261. https://doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n2.24371

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle del Mezquital (1310), estado de Hidalgo. *Diario Oficial de la Federación*. https://goo.su/MzsE9

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2023). *Estadísticas del agua en México 2023*. SEMARNAT. https://acortar.link/FrkxpX

Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda [CONAVI]. (2005). *Guía para el diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales*. ISBN: 9687729-21-X. https://goo.su/P2UcttU

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2016). *Diseño de evaluación del proyecto estratégico de seguridad alimentaria*. Gobierno de México. https://goo.su/QR8w2

Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM 059- SEMARNAT-2010. México: 78 p. https://acortar.link/QPzfgj

Diario Oficial de la Federación [DOF]. (1997). Norma Oficial Mexicana 003-ECOL-1997. México: 21 p https://acortar.link/QaDyQb

Fontalvo-Buelvas, J. C., & de la Cruz-Elizondo, Y. (2021). Huertos universitarios y necesidades humanas: una aproximación bibliográfica y vivencial desde el huerto agroecológico de la Universidad Veracruzana en México. *La Colmena*, (14), 24-46. https://doi.org/10.18800/lacolmena.202101.002

García, A. L., Loza, C. S., & Aparicio, F. X. (2018). *Tillandsia recurvata*, una epifita vascular o un problema de salud forestal. [Ponencia]. XV Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. Centro de Investigaciones en Óptica. León, Guanajuato, México. https://goo.su/KDUo2q

Graue, W. E., & Dávila, A. P. D. (2022). Plan Integral para la Sustentabilidad desde la Universidad Nacional Autónoma de México. *Criterios para las áreas verdes del campus*. Secretaría de Proyectos Especiales. https://bit.ly/3X8S5dJ

Hernández, E., Chong, A. J., & Bair, D. A. (2025). *Guía: Composta para la producción de hortalizas a pequeña escala.* Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico. https://bit.ly/42yHnZ7

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2010). *Nueva política de huertos escolares*. FAO. https://goo.su/bnNjYJp

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina*. FAO. https://bit.ly/4s8FZrQ

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2019). *The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction.* FAO. https://bit.ly/4sGZyHF

Pérez, J. I. J. (2016). Análisis del espacio geográfico y el paisaje de un campus universitario mexicano. Cerro de Coatepec, Universidad Autónoma del Estado de México. *Terra Nueva Etapa, vol. XXXII, (52)*, 71-102. https://www.redalyc.org/pdf/721/72148468004.pdf

Robles, M., Näslund-Hadley, E., Ramos, M. C., & Paredes, J. R. (2015). *Áreas verdes escolares*. Banco Interamericano de Desarrollo. https://doi.org/10.18235/0006244

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (s.f.). *Composta. Estrategias de acompañamiento técnico: manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos*. INIFAP. https://bit.ly/4cMr0iI

Servín-Palestina, M., Casas-Flores, J. I., Ramírez-Valle, O., & Chávez-Sánchez, N. (2018). *Técnicas para estimar y monitorear la demanda de agua en los cultivos*. INIFAP. Libro Técnico Núm. 17. https://bit.ly/4usMRlq

Winpenny, J., Heinz, I., & Koo-Oshima, S. (2013). *Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/4/i1629s/i1629s.pdf

Wolf, P. (2021). El clavel del aire: *Tillandsia recurvata*. *Boletín digital REDFOR.ar*, *1*, 1-2.

Horticultura ambiental y soberanía alimentaria: experiencia interdisciplinaria para la generación de huertos en la Universidad Autónoma de Querétaro

Environmental Horticulture and Food Sovereignty: An Interdisciplinary Experience in the Development of Gardens at the Universidad Autónoma de Querétaro

Paola Scarlet Puga-Guzmán[*]
Santiago Vergara-Pineda[**]
Claudia Hernández Loredo[***]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.07

Resumen

Los huertos universitarios generan espacios verdes versátiles que vinculan la formación académica y el fomento de la soberanía alimentaria. La Horticultura Ambiental busca implementar sistemas de producción sostenibles, cuyo papel es fundamental para el desarrollo social, además de promover el rescate y aprovechamiento de cultivos locales. Este capítulo tiene por objetivo visibilizar la colaboración impulsada desde la Licenciatura en Horticultura Ambiental de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, en el establecimiento y gestión de huertos universitarios como espacios de aprendizaje, producción y vinculación social. El estudio se realizó por medio de la sistematización de experiencias, la observación participativa y el análisis colaborativo entre estudiantes, docentes y actores externos. Como principales resultados, los huertos han permitido integrar conocimientos teórico-prácticos, así como el fomento del trabajo interdisciplinario, obteniendo un esquema de alimentación saludable y gestión comunitaria. En conclusión, los huertos universitarios establecidos trascienden de ser sólo un espacio vivo para el aprendizaje, sino que también promueven en la sociedad el interés por producir sus propios alimentos de manera sustentable.

Palabras clave: *agricultura, cultivos locales, hortalizas, seguridad alimentaria.*

[*] Maestra en Ciencias Biológicas. Encargada de Áreas Productivas y del Vivero Flora Nativa HAM en Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9619-2451. Correo electrónico: paola.puga@uaq.mx

[**] Doctor en Ciencias en Parasitología Agrícola. Profesor-Investigador en Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0065-9329. Correo electrónico: santiago.vergara@uaq.mx

[***] Maestra en Ciencias de la Educación. Coordinadora de Seguimiento de Egresados en Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-7383-3807. Correo electrónico: claudia.hernandez.loredo@uaq.mx

Abstract

University gardens create versatile green spaces that connect academic training with the promotion of food sovereignty. Environmental Horticulture seeks to implement sustainable production systems, playing a fundamental role in social development while also promoting the recovery and use of local crops. This chapter aims to highlight the collaboration fostered by the bachelor's degree in Environmental Horticulture at the Faculty of Natural Sciences, Universidad Autónoma de Querétaro, in the establishment and management of university gardens as spaces for learning, production, and social engagement. The study was conducted through the systematization of experiences, participatory observation, and collaborative analysis among students, faculty, and external stakeholders. The main results show that the gardens have enabled the integration of theoretical and practical knowledge, as well as the promotion of interdisciplinary work, leading to a framework for healthy diets and community-based management. In conclusion, university gardens go beyond being merely living learning spaces; they also foster societal interest in sustainably producing food.

Keywords: *agriculture, local crops, vegetables, students, food security.*

Introducción

La seguridad y soberanía alimentaria son conceptos clave que permiten visibilizar los retos y oportunidades en los sistemas de producción y acceso a los alimentos. De acuerdo con Gordillo (2013), la seguridad alimentaria se define como el acceso permanente y equitativo a alimentos suficientes, nutritivos y culturalmente apropiados para una vida activa y saludable, en concordancia con lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la cual señala que esta condición se sustenta en cuatro dimensiones fundamentales: la disponibilidad de alimentos, el acceso económico, su adecuada utilización biológica y la estabilidad en el tiempo. Desde esta perspectiva, la seguridad alimentaria trasciende la producción agrícola, incorporando factores sociales, económicos y ambientales que influyen en la capacidad de las personas para acceder a una alimentación suficiente y de calidad (FAO, 2020).

Por otra parte, la soberanía alimentaria se concibe como un enfoque complementario que enfatiza el derecho de los pueblos a definir sus propios sistemas de alimentación, impulsando modelos de producción sostenibles, el fortalecimiento de la agricultura local y la conservación de la diversidad biocultural. Este concepto ha sido abordado desde perspectivas agroecológicas y territoriales, destacando su papel en la construcción de sistemas alimentarios más resilientes y equitativos frente a los procesos de globalización y dependencia alimentaria (Altieri y Toledo, 2011; Gliessman, 2016; Clapp, 2021). En países como México, donde coexisten altos niveles de producción agrícola con problemáticas de acceso y calidad alimentaria, ambos enfoques resultan fundamentales para analizar las desigualdades estructurales del sistema alimentario y la necesidad de transitar hacia modelos más sostenibles y adaptados a las condiciones locales.

En México, dichos conceptos, se han establecido como objetivos principales dentro de la Agenda 2030, alineándose con las políticas públicas y sociales, sin embargo, continúan siendo un desafío. Aunque en el país se mantiene una producción significativa de granos y productos agrícolas básicos, esta no siempre es suficiente para cubrir la demanda nacional, sumado a que, factores ambientales, económicos y sociales como la urbanización acelerada y la reducción de las áreas verdes pueden alterar repentinamente la disponibilidad y el acceso a los alimentos, generando una desconexión entre la población y los sistemas de producción (Acosta, 2017; Bucher, 2017).

En este contexto, una estrategia para promover y fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria ha sido el sector de la educación ambiental, la cual, fue considerada una herramienta para adquirir conocimientos, generar trabajo individual y colaborativo, crear habilidades, modificar comportamientos y despertar una conciencia crítica para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de los recursos naturales y la generación de soluciones a problemáticas ambientales (Reyes y Bravo, 2008). En este sentido, la formación de profesionistas por parte de la educación media superior y superior, contribuye a subsanar la problemática del acceso a alimentos de calidad, la conservación de la biodiversidad y la agricultura mexicana. Sin embargo, en el ámbito de la educación superior, una de las problemáticas es traducir estos conceptos en experiencias formativas concretas que articulen la producción hortícola, la educación ambiental y la vinculación social particularmente en espacios urbanos y periurbanos donde la producción de alimentos es limitada. Derivado de lo anterior, surgió la Licenciatura en Horticultura Ambiental, anidada a la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, la cual tiene como uno de sus principales objetivos promover sistemas de producción vegetal sostenibles, que fortalezcan la relación entre la sociedad y el entorno. Su enfoque formativo no sólo enseña a los estudiantes las técnicas de propagación, cultivo y manejo responsable de los recursos naturales, sino que también los acerca a la comunidad, fomentando que las personas cultiven parte de sus propios alimentos y reconozcan el valor de una producción local y diversificada, por medio del cultivo de plantas nativas.

Horticultura Ambiental cuenta con diversas Áreas productivas y espacios de cultivo a cielo abierto que han sido acondicionados para el establecimiento de huertos universitarios, los cuales han funcionado como aulas vivas para la enseñanza y la innovación en sistemas agrícolas, sin embargo, estas áreas han trascendido como un recurso valioso para la vinculación con otros Programas educativos, como la Licenciatura en Nutrición, al permitir el desarrollo de proyectos interdisciplinarios relacionados a la alimentación, la salud y la conservación. Asimismo, los productos hortícolas generados en estos huertos han abierto oportunidades de comercialización local entre la cafetería universitaria, la comunidad administrativa y docente, así como actores externos, promoviendo la integración comunitaria.

En este escenario, la Horticultura Ambiental, por su enfoque en la producción hortícola, diversificada y en pequeña escala, representa una estrategia clave para acercar la producción de alimentos a la población, no obstante, existe una limitada sistematización de experiencias que

analicen su contribución, particularmente en términos de su impacto en la formación interdisciplinaria. Este capítulo tiene por objetivo visibilizar la colaboración impulsada desde la Licenciatura en Horticultura Ambiental, de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, en el establecimiento y gestión de huertos universitarios como espacios de aprendizaje, producción y vinculación social, por medio de la sistematización de experiencias, la observación participativa y el análisis colaborativo entre estudiantes, docentes y actores externos.

Métodos

Área de estudio

El sitio de estudio se localiza dentro de la Facultad de Ciencias Naturales, una dependencia de educación superior, perteneciente a la Universidad Autónoma de Querétaro (Figura 1).

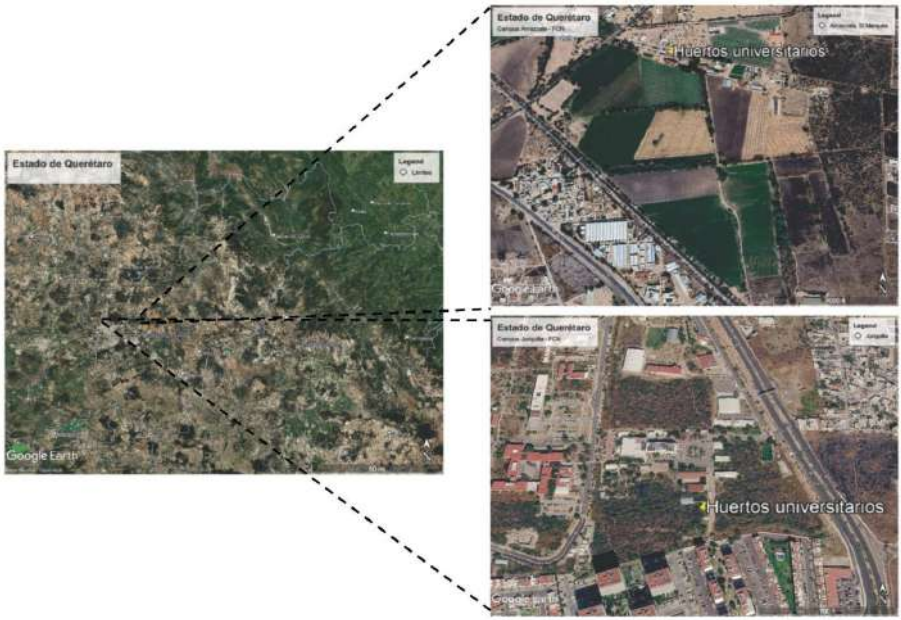


Figura 1. Ubicación de los huertos universitarios dentro de la Facultad de Ciencias Naturales UAQ, campus Juriquilla y campus Amazcala. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth (2025).

Actualmente, se cuenta con presencia en cinco campus universitarios y una comunidad estudiantil de licenciatura y posgrado cercana a 1500 estudiantes, 170 docentes y 210 administrativos, donde en conjunto, se desarrollan actividades sustantivas como lo son: docencia, investigación y vinculación-extensión. Este espacio académico se encuentra dentro de un

remanente de vegetación de Matorral xerófilo (Zamudio et al., 1992), el cual alberga especies nativas como palo bobo (*Ipomoea murucoides*), huizaches (*Vachellia farnesiana*), mezquites (*Neltuma laevigata*) y palo xixote (*Bursera fagaroides*), principalmente. La presencia de este remanente de vegetación dentro de esta Facultad ha sido reconocida mediante distintivos como el sello a la biodiversidad otorgado por la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, ya que su conservación ha sido de vital importancia ante el avance de la mancha urbana.

La Licenciatura en Horticultura Ambiental inició sus actividades en el año 2011 en esta Facultad, donde en el año 2019 se generaron las Áreas productivas, en el campus Juriquilla (20°41'59"N 100°26'33"W) y campus Amazcala (20°42'44"N 100°15'35"W) los cuales son espacios que fortalecen la formación práctica de los estudiantes, entre ellas dos invernaderos, dos casa sombra de producción de plantas nativas y parcelas a cielo abierto, los cuales, han sido acondicionados para el establecimiento de dos huertos universitarios, trabajados por docentes y alumnos de este programa educativo. El huerto en campus Juriquilla comprende un espacio de 64 m^2, con cultivos en terrazas, mientras que el espacio en campus Amazcala comprende una superficie total cultivable para hortalizas de 900 m^2 de los cuales se cultivaron 120 m^2.

Enfoque de investigación y estrategia metodológica

El presente estudio se desarrolló mediante un enfoque cualitativo de tipo descriptivo e interpretativo, sustentado en la sistematización de experiencias como estrategia metodológica principal. Este enfoque permitió analizar los aprendizajes, dinámicas de participación y la vinculación generada en los procesos educativos y productivos desarrollados en contextos reales. Así, la sistematización de la experiencia se empleó siguiendo la metodología propuesta por Jara-Holliday (2018), con las etapas que se describen en adelante.

Selección del punto de partida

Se definió la experiencia a sistematizar correspondiente al establecimiento de huertos universitarios en la Licenciatura en Horticultura Ambiental. El estudio se centró en la intervención de dos espacios para el establecimiento de huertos, esto surgió a partir de la materia Principios de Horticultura, durante los meses de agosto a noviembre del año 2025, donde los participantes esenciales han sido los estudiantes y docentes, los cuales tuvieron como principal objetivo la preparación del terreno, la siembra de semillas criollas y declaradas de hortalizas de temporada otoño - invierno, como lechuga, acelga, espinaca, ajo, cebolla, maíz criollo, frijol ejotero, calabaza de castilla, rábano y brócoli.

Recuperación del proceso vivido

Esto se hizo mediante el registro continuo de actividades en bitácoras de campo, rutas de trabajo y evidencias fotográficas. Para la sistematización de conocimientos, los alumnos de Horticultura Ambiental registraron cada actividad en bitácoras de campo y rutas de trabajo, en los que se documentaban las fechas de siembra, porcentaje de germinación, fecha de trasplante y condición

fitosanitaria de las plantas. Además, se desarrollaron registros fotográficos para visualizar la evolución del espacio productivo. Con la finalidad de realizar una observación participativa, se integraron recorridos semanales donde se evaluó el desarrollo y establecimiento de las especies, para el monitoreo constante de la presencia de insectos fitófagos e insectos benéficos. Asimismo, las actividades de siembra, deshierbe, mantenimiento y cosecha se asignaron de manera rotativa a fin de que cada alumno viviera el huerto desde distintos ámbitos.

Organización y análisis de la información

Se identificaron patrones relacionados con el desarrollo de los cultivos, la participación estudiantil y las principales problemáticas, lo cual dio paso a la interpretación crítica, desarrollada a través de espacios de diálogo entre docentes y estudiantes para reflexionar sobre los aprendizajes, retos y alcances del proceso. Con el objetivo de realizar un análisis colaborativo, a lo largo del ciclo escolar se llevaron a cabo diálogos entre docentes y alumnos de asignaturas afines como las que involucran la identificación y manejo de plagas y enfermedades del programa educativo de Horticultura Ambiental donde se revisaron avances, problemáticas principales y estrategias de manejo.

Resultados

Cronología del proceso de implementación de los huertos y su producción

Durante el periodo de agosto a noviembre 2025, se establecieron dos huertos universitarios en las Áreas productivas de Horticultura Ambiental, Campus Juriquilla y Campus Amazcala, donde se obtuvo una cosecha total de 73 piezas que equivaldrían a más de 11,000 por hectárea y 150 piezas con una equivalencia de más de 12,000 piezas por hectárea de hortalizas, respectivamente, donde las principales fueron lechugas, acelgas, rábanos y espinacas. Se plasmaron las actividades específicas realizadas por parte de alumnos y docentes (Figura 2).



Figura 2. Desglose de actividades realizadas por parte de la materia de Principios de Horticultura para el establecimiento de huertos. Fuente: Elaboración propia (2025).

Con la sistematización en el desarrollo de los espacios productivos permitió ordenar cronológicamente las prácticas realizadas, consolidando un registro de siembra, fenología, manejo e incidencias fitosanitarias. Por medio de rutas críticas de trabajo y la participación activa de los alumnos, se obtuvo el establecimiento de los huertos y una primera cosecha de cultivos de ciclo corto en un plazo de 90 días (Figura 3).



Figura 3. Ruta de trabajo en el huerto para los estudiantes. Fuente: Elaboración propia (2025).

El desarrollo del huerto universitario por parte de la materia de Principios de Horticultura brindó la oportunidad de generar espacios de aprendizaje y reflexión para materias de la Licenciatura en Horticultura Ambiental y la Licenciatura en Nutrición, así como su articulación en espacios de consumo institucional (Tabla 1).

Tabla 1. *Transversalización de las actividades realizadas por parte de la materia de Principios de Horticultura con otras materias y licenciaturas*

Tema	Actividad
Participación de estudiantes de Entomología y Manejo integrado de plagas de la Licenciatura en Horticultura	Reconocimiento y manejo de plagas comunes en huertos. Colecta e identificación de insectos micosados.
Presentación y círculo de análisis	Se realizaron distintos espacios de análisis y reflexión multidisciplinaria entre Horticultores y Nutriólogos sobre los avances, retos y alcances en la implementación de huertos universitarios.
Distribución local de alimentos cosechados	Las hortalizas se comercializaron dentro de la institución con docentes y estudiantes y, posteriormente, con la concesionaria de la cafetería escolar, vinculando el huerto con el consumo institucional.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Manejo agronómico y control fitosanitario

Por medio de la observación participativa, a través de los recorridos semanales, permitió detectar de forma temprana la presencia de plagas clave en los huertos, como gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), mariposa blanca de la col (*Pieris rapae*), chapulines (*Sphenarium* sp. y *Melanoplus* sp.) y pulgones (*Myzus persicae*) y Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda,* Figura 4).

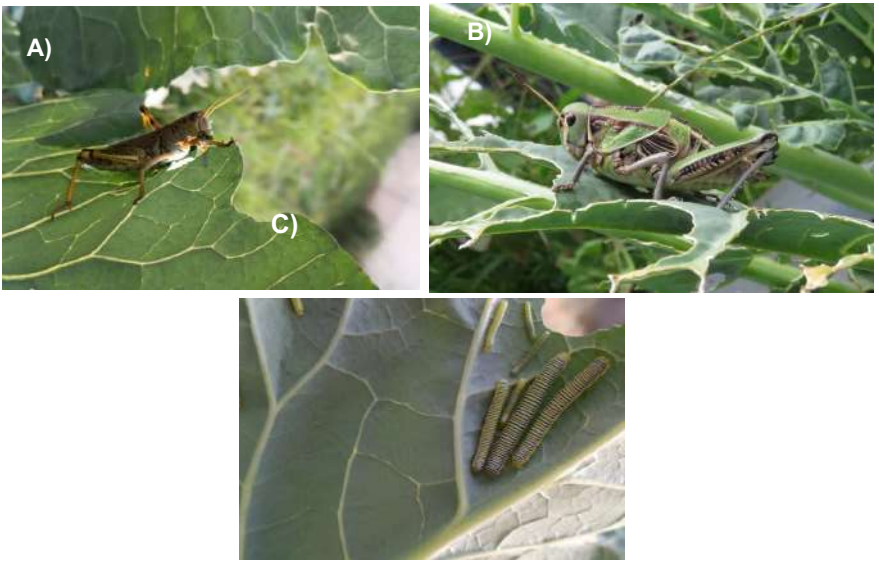


Figura 4. Principales insectos fitófagos asociados a los huertos. A) Chapulín del género *Melanoplus*. B) Chapulín del género *Sphenarium*. C) Larvas de *Pieris rapae* consumiendo hojas de brócoli. Fuente: Vergara-Pineda S. (2025).

Su identificación oportuna permitió implementar medidas de control biológico como aplicaciones dirigidas de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y el uso cultivos trampa como plantas de brócoli para la captura de lepidópteros, de igual forma, prácticas culturales como el retiro de hojas amarillentas, con mordeduras y con presencia de insectos redujo la incidencia de daño.

El trabajo multidisciplinario que se realiza en los huertos, ha permitido que los estudiantes de la asignatura de entomología, puedan llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las clases, por ejemplo una de la plagas más importantes asociadas a brasicáceas es *Pieris rapae*, de la cual se conocieron los cuatro diferentes estados de desarrollo (Figura 5) permitiendo que los estudiantes implementaran maniobras de manejo adecuado para evitar pérdidas considerables, familiarizándose con la detección oportuna.

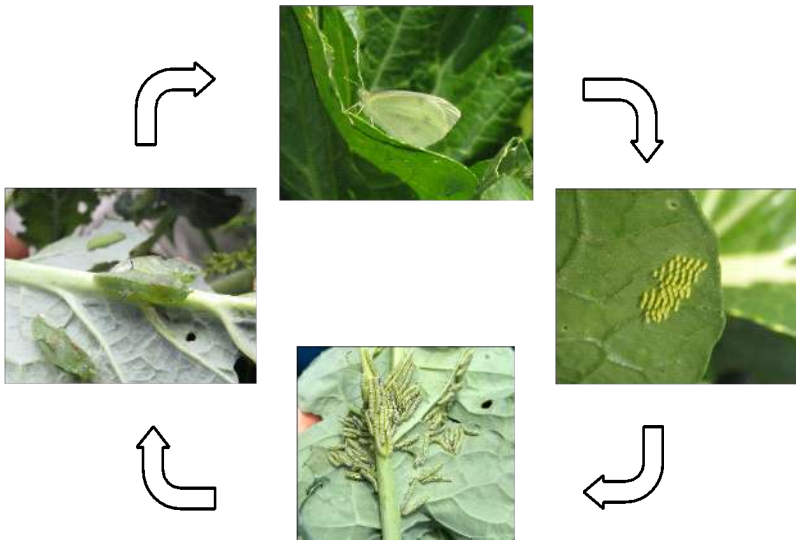


Figura 5. Ciclo de vida de *P. rapae*. A) Adulto, B) huevecillos, C) larvas, D) pupas. Fuente: Vergara-Pineda S. (2025).

Así también, en la materia de manejo integrado de plagas, una de las actividades importantes es reconocer insectos plaga que se encuentren afectados por otros microrganismos, tales como *Beauveria bassiana* o *Metarhizium anisopliae*, de tal forma que se colectan los insectos micosados, mismos que son llevados a laboratorio para poder aislarlos e identificarlos (Figura 6), con el objeto de producirlos en medios artificiales para eventualmente aplicarlos en los mismos huertos, de esta manera se refuerzan las prácticas sustentables en la producción vegetal.

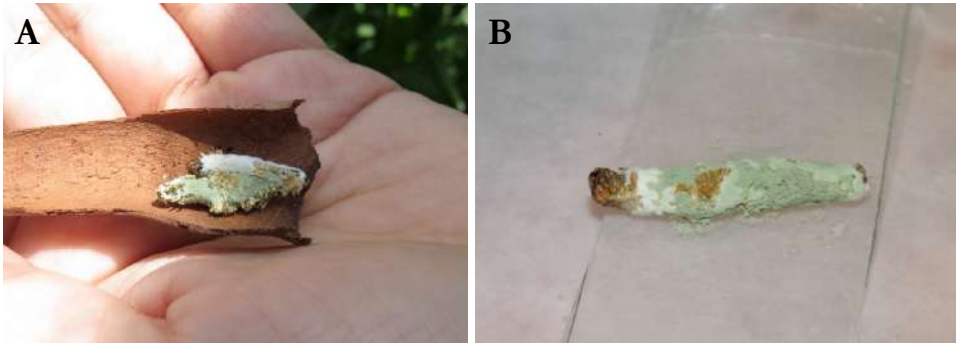


Figura 6. Larvas de *Spodoptera* sp. micosadas. A) Recién colectadas de cultivo de maíz, B) Larva con *M. anisopliae* esporulando en laboratorio. Fuente: Vergara-Pineda S. (2025).

Análisis interdisciplinario y su vinculación con la seguridad y soberanía alimentaria

Finalmente, se realizó una presentación y un círculo de análisis donde se planteó el avance, los retos y las alternativas de manejo en el establecimiento de huertos universitarios, de los cuales destacan, el uso de cubiertas de protección vegetal ante los cambios climáticos, el uso de acolchados para mejorar la infiltración y evitar la compactación del suelo, el estudio de los depredadores naturales de las plagas encontradas en los Campus y la importancia de la generación de estos sitios productivos en la calidad de la alimentación de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales (Figura 7).



Figura 7. Análisis colaborativo entre los alumnos y docentes de Horticultura Ambiental y la Licenciatura en Nutrición. Fuente: Elaboración propia (2025).

Estos temas fueron reforzados por el análisis colaborativo entre los estudiantes y docentes de Horticultura Ambiental, junto con estudiantes y docentes de la Licenciatura en Nutrición, por parte de la materia de Seguridad Alimentaria, la cual contribuye a la formulación de estrategias de acción para incidir positivamente sobre ésta, a nivel familiar, individual y regional, por lo que las visitas a espacios de producción local, como fue el huerto universitario, permitieron analizar los pilares de la seguridad alimentaria y el papel de la producción local para la elección de

alimentos saludables y culturalmente apropiados. Por último, como parte de la estrategia de soberanía alimentaria, los alimentos producidos en los huertos universitarios fueron comercializados con estudiantes y docentes, quienes decidieron incorporarlos a su alimentación, al reconocer el valor de aquellos alimentos producidos localmente. Valor que se reconoce en los diferentes espacios, incluyendo a la concesionaria de la cafetería escolar, quien comenzó a adquirir de manera regular parte de la producción e incluirla en el menú escolar, logrando de esta manera la integración de la producción hortícola al sistema alimentario institucional.

Discusión

El huerto como aula viva a través de la sistematización de procesos, permitió no sólo documentar las actividades productivas, sino también reflexionar sobre ellas, favoreciendo la integración entre teoría y práctica. En este sentido, los huertos universitarios trascienden su función productiva al convertirse en espacios pedagógicos dinámicos donde los estudiantes desarrollan habilidades técnicas, pensamiento crítico y una comprensión integral de los sistemas agrícolas. De acuerdo con Ceballos (2017), la implementación de huertos universitarios constituye un recurso didáctico eficiente, ya que facilita los procesos de enseñanza-aprendizaje al vincular los contenidos teóricos con situaciones prácticas reales. Asimismo, este tipo de experiencias promueve el aprendizaje experiencial y la participación activa de los estudiantes, elementos fundamentales en la formación de profesionistas capaces de enfrentar problemáticas relacionadas con la producción de alimentos y la sostenibilidad.

Retzlaff-Fürst (2016), señala que por medio de los huertos educativos los estudiantes pueden observar y experimentar en entornos agroecológicos. A través del huerto como objetivo de enseñanza en la Licenciatura en Horticultura Ambiental, los alumnos integran una diversidad de conocimientos, ya que, la observación participativa empleada en este estudio integró a otras asignaturas afines que posibilitan un manejo integrado de plagas, donde destacó la relevancia de que los estudiantes aprendan a identificar plagas y aplicar medidas de manejo sustentable como parte del proceso de aprendizaje activo.

Además del beneficio productivo y educativo, diversos estudios han documentado los impactos sociales derivados del establecimiento de huertos universitarios, destacando su papel en el fortalecimiento del tejido social y la construcción de comunidades de aprendizaje (Zhang y Chen, 2023). En este sentido, la organización del trabajo mediante la rotación de actividades y el uso de rutas de trabajo no sólo facilitó la gestión de los espacios productivos, sino que también promovió la colaboración, la responsabilidad compartida y el sentido de pertenencia entre los participantes. A través de estas dinámicas, se generaron interacciones constantes entre estudiantes y docentes, favoreciendo relaciones más horizontales y procesos de aprendizaje colectivo. De esta manera, el huerto universitario se configuró como un espacio de encuentro que trasciende lo académico, al contribuir al desarrollo de habilidades sociales, el trabajo en equipo y la construcción de vínculos más sólidos dentro de la comunidad universitaria.

Los espacios cultivados dentro de las instituciones posibilitan abordar temas transversales relacionados con sostenibilidad, educación ambiental, alimentación saludable y la calidad en los alimentos, desde enfoques interdisciplinarios (Ampuero et al., 2015). La interacción entre alumnos y docentes de Horticultura Ambiental y Nutrición amplió el alcance de un huerto más allá de la producción hortícola, vinculando ambas áreas con temas de seguridad y soberanía alimentaria, ya que el establecimiento de huertos en instituciones educativas puede influir de manera positiva en los hábitos alimentarios de los alumnos y la apreciación del valor de los alimentos (Taylor y Lovell, 2014). Aunado a esto, como enuncia Herguedas (2021), el huerto constituye una herramienta de gran valor educativo debido a la gran potencialidad, interdisciplinariedad y globalidad de aprendizajes que se pueden llevar a cabo, permitiendo fortalecer, a su vez, una cultura escolar más comunitaria, por lo que resulta imprescindible concebirlo desde un enfoque multidisciplinario y transversal.

El proceso de análisis permitió a estudiantes y docentes profundizar sobre las posibilidades de generar espacios para el consumo y autoconsumo de alimentos saludables, al favorecer su acceso y disponibilidad, ambos pilares clave de la Seguridad Alimentaria. De igual forma, Vargas y Vega (2018), mencionan que, a través del huerto, los estudiantes no solo conocen los procesos de producción de alimentos, sino que se incentiva el consumo de hortalizas, impactando en la calidad de la dieta individual y familiar, ya que optan por llevar los productos a sus hogares.

No obstante, en el centro del discurso se encuentra el concepto de soberanía alimentaria, dado que el huerto permite ir más allá del fortalecimiento de los pilares de la seguridad alimentaria, como el acceso, disponibilidad y la utilización, al generar espacios de reflexión sobre el derecho de cada individuo y comunidad a alimentos saludables y culturalmente apropiados, producidos mediante métodos ecológicamente respetuosos y sostenibles, así como su derecho a definir sus propios sistemas alimentarios y agrícolas (Sántiz, 2018). De igual manera, como señalan Gallegos y Zea (2024), en el contexto de un huerto escolar, la soberanía alimentaria se manifiesta a través de la capacidad de la comunidad educativa para participar activamente en la producción de alimentos, garantizando el acceso a alimentos frescos y nutritivos y fortaleciendo la conexión con la producción local, de esta manera, el huerto contribuye a la autonomía de la comunidad al fortalecer la cadena local de suministro de alimentos frescos.

Aunque en sus etapas iniciales la implementación de huertos universitarios puede presentar limitaciones en términos de producción, organización o participación, la continuidad y el involucramiento sostenido de la comunidad son factores clave para su consolidación a largo plazo. En este sentido, la participación activa de estudiantes, docentes y otros actores universitarios no sólo permite dar seguimiento a las actividades productivas, sino que también fortalece los procesos de apropiación social del espacio, favoreciendo su permanencia y evolución como un proyecto colectivo. Asimismo, la integración de cultivos locales y de temporada contribuye a su aceptación dentro de la comunidad, al tiempo que promueve la revalorización cultural de las hortalizas y de los sistemas tradicionales de producción. De manera complementaria, la implementación de prácticas agroecológicas en el manejo del huerto

evidencia alternativas productivas ambientalmente sostenibles, lo que refuerza su papel como espacio demostrativo y educativo. En conjunto, estos elementos abonan al fortalecimiento de la soberanía alimentaria, al fomentar la producción local, el consumo consciente y la reconexión entre la comunidad y sus sistemas alimentarios.

Si bien, el presente trabajo tuvo como objetivo visibilizar la colaboración impulsada desde la Licenciatura en Horticultura Ambiental, en el establecimiento y gestión de huertos universitarios como espacios de aprendizaje, las experiencias obtenidas abren pauta para la generación de investigaciones con planteamientos aplicados, cuantitativos y experimentales. Se proponen llevar a cabo estudios sobre productividad, comparando rendimientos y densidad de siembra, así como, la fertilidad del suelo, materia orgánica y la microbiota asociada. Finalmente, investigaciones enfocadas al manejo integrado de plagas, como el estudio de los depredadores naturales asociados al hábitat y la evaluación y eficacia de otros agentes de control.

Conclusión

El establecimiento de huertos universitarios por parte de la Licenciatura en Horticultura Ambiental conforma una herramienta efectiva para la integración de conocimientos teóricos y prácticos en la formación académica de los estudiantes. Asimismo, estos espacios fungen como sitios de vinculación interdisciplinaria, donde la colaboración entre alumnos y docentes de distintas áreas enriquecieron la percepción de la producción de alimentos, su impacto ambiental y la relación existente entre la salud y la nutrición.

La implementación y articulación del huerto con las distintas áreas representó un cambio estructural en la relación entre la comunidad educativa y el entorno natural, estableciendo un aula viva para la educación ambiental, producción de alimentos y reconocimiento del papel de la producción local para la elección de alimentos saludables y nutritivos. El huerto universitario, es entonces, un escenario privilegiado para una educación comprometida con la creación de espacios sociales más justos y sostenibles.

Los huertos universitarios se configuran como una herramienta educativa y social de alto valor, al articular procesos formativos con prácticas concretas orientadas al fortalecimiento de la seguridad y la soberanía alimentaria. Además de su función productiva, incide positivamente en la calidad de la dieta de la comunidad educativa y sus familias. En este sentido, estas experiencias demuestran que los huertos universitarios, más allá de una herramienta pedagógica, son un sistema dinámico, con potencial de generar conocimiento científico y contribuir al desarrollo de sistemas alimentarios sostenibles.

Agradecimientos

A los alumnos de la Licenciatura en Horticultura Ambiental, Chávez Soto Diana Alexa, Gasperín López Rafael, Mendoza Gómez Daphne Erriolet, Moreno Jaramillo Johana Nicole, Palominos Torres Antonio de Jesús y Castillo Victorio Leonardo, por su iniciativa e impulso para la generación de espacios productivos. Así como a Karen Hernández Herrera de la cafetería de la

Facultad de Ciencias Naturales UAQ, por incluir nuestras hortalizas como parte de sus insumos en su menú saludable.

Referencias bibliográficas

Acosta-Acosta, G. (2017). *La seguridad alimentaria en México y su problemática en el contexto del desarrollo.* Instituto de Investigaciones Estratégicas de la Armada de México (CESNAV – ININVESTAM).

Altieri, M., & Toledo, V. (2011). The agroecological revolution in Latin America. *Journal of Peasant Studies,* 38, 587-612.

Ampuero, D., Miranda, C. E., Delgado, L. E., Goyen, S., & Weaver, S. (2015). Empathy and critical thinking: Primary students solving local environmental problems throughout door learning. *Journal of Adventure Education & Out door Learning, 15(*1), 64-78. https://doi.org/10.1080/14729679.2013.848817

Bucher, K. (2017). Opening garden gates: Teachers making meaning of school gardens in Havana and Philadelphia. *Teaching and Teacher Education,* 63, 12-21. https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.12.003

Ceballos, M. (2017). Aprovechamiento didáctico de los huertos escolares en centros de Sevilla. *Enseñanza de las ciencias,* (Extra), 787-792. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334757

Clapp, J. (2021). The problem with growing corporate concentration and power in the global food system. *Nature Food,* 2, 404–408. https://doi.org/10.1038/s43016-021-00297-7

Gallego, C. M., & Zea, R. E. D. (2024). Estrategias de aprendizaje y enseñanza en educación ambiental y soberanía alimentaria a través de la implementación de una huerta escolar en el C.E.R. vereda Yarumal, Concordia (Tesis de pregrado). Colombia: Universidad de Antioquia. https://hdl.handle.net/10495/43188

Gliessman, S. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and sustainable food systems, 40*(3), 187-189. https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765

Gordillo, G (2013). *La seguridad alimentaria: conceptos clave e implicaciones políticas*. FAO.

Herguedas Torrano, T. (2021). El huerto escolar como instrumento transversal en la formación de Educación Primaria (Trabajo de Fin de Grado). España: Universidad de Valladolid. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/45824

Jara-Holliday, O (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos políticos.* Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano – CINDE.

Juárez, J. (2020). Proyecto semilla. Los huertos educativos como herramienta para impulsar la seguridad alimentaria (Tesis de licenciatura). México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2020). *The state of food security and nutrition in the world 2020: Transforming food systems for affordable healthy diets*. FAO.

Retz laff-Fürst, C. (2016). Biology education & health education: a school gar den as a location of learning & well-being. *Universal Journal of Educational Research, 4*(8), 1848-1857. https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040814

Reyes, F., & Bravo, M. (2008). *Educación ambiental para la sustentabilidad en México.* Editorial Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Sántiz, G. (2018). El huerto escolar, oportunidad para fortalecer el trabajo colaborativo y la integración entre los estudiantes de escuelas primarias (Tesis de maestría). México: El Colegio de la Frontera Sur. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/2549

Taylor, J. R., & Lovell, S. T. (2014). Urban home food gardens in the Global North: Research traditions and future directions. *Agriculture and Human Values, 31*(2), 285–305. https://doi.org/10.1007/s10460-013-9475-1

Vargas M. I., y Vega, I. F. (2018). El huerto escolar como factor de enfoque hacia la soberanía alimentaria (Tesis de licenciatura). México: Universidad Nacional Autónoma de México. https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2018/junio/0774937/077493 7.pdf

Zamudio, S., Rzedowski, J., Carranza, E., & Calderón de Rzedowski, G. (1992). *La vegetación del estado de Querétaro: Panorama preliminar*. Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío.

Zhang, Y., Chen, X., & Li, J. (2023). University gardens as living laboratories for sustainability education: Student learning outcomes and challenges. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 24*(3), 563–579. https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2022-0164

Sembrar, aprender y conservar: experiencia de los huertos de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro

Sowing, Learning, and Conserving: Experience of the Gardens at the Faculty of Natural Sciences, Universidad Autónoma de Querétaro

Olga Lidia Gómez-Nucamendi[*]
Aracely Anaya-Loyola[**]
Diana Piña Figueroa[***]
Jorge Luis Chávez Servín[****]
Rosalinda González Santos[*****]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.08

Resumen

El huerto de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro se consolidó como una estrategia integral de ambientalización y transversalización curricular orientada a la educación ambiental, la sostenibilidad, así como seguridad y soberanía alimentaria. El presente capítulo se desarrolla como un relato de experiencia y tiene como objetivo integrar y analizar iniciativas institucionales que vinculan docencia, investigación y participación comunitaria a través de huertos productivos, jardines de plantas nativas y proyectos agroecológicos. La estrategia metodológica se basó en la sistematización desde un enfoque interdisciplinario, apoyado en el aprendizaje basado en proyectos y la investigación-acción participativa, involucrando múltiples actores de licenciatura y posgrado. Los resultados evidencian la consolidación de los huertos como aulas vivas que favorecen el aprendizaje significativo, la conservación de la biodiversidad, el fortalecimiento de competencias profesionales y la mejora de hábitos alimentarios, incluyendo evidencia reportada de incremento en el consumo de frutas y verduras en poblaciones participantes. Asimismo, se documentó la

[*] Doctora en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5555-2003. Correo electrónico: olga.gomez@uaq.mx
[**] Doctora en Biología Nutricional. Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9959-3621. Correo electrónico: aracely.anaya@uaq.mx
[***] Doctora en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9350-0391. Correo electrónico: dfigueroa31@alumnos.uaq.mx
[****] Doctor en Medicamentos Alimentación y Salud. Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/00000-0002-5866-4825. Correo electrónico: jorge.chavez@uaq.mx
[*****] Doctora en Ciencias por Investigación. Universidad Autónoma de Querétaro, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3881-9321. Correo electrónico: rosalinda.gonzalez@uaq.mx

integración de conocimientos científicos y saberes locales para promover sistemas alimentarios sostenibles. En conjunto, la experiencia posiciona a los huertos universitarios como un modelo educativo replicable que articula educación, conservación y acción comunitaria en favor de la sostenibilidad socioambiental.

Palabras clave: *agroecología, educación ambiental, seguridad alimentaria, soberanía alimentaria, sostenibilidad.*

Abstract

The garden at the Faculty of Natural Sciences of the Universidad Autónoma de Querétaro has been consolidated as a comprehensive strategy for environmentalization and curricular mainstreaming, oriented toward environmental education, sustainability, and food security and sovereignty. This chapter is presented as an experience-based account and aims to integrate and analyze institutional initiatives that link teaching, research, and community participation through productive gardens, native plant gardens, and agroecological projects. The methodological strategy was based on systematization from an interdisciplinary approach, supported by project-based learning and participatory action research, involving multiple undergraduate and graduate stakeholders. The results demonstrate the consolidation of gardens as living classrooms that foster meaningful learning, biodiversity conservation, the strengthening of professional competencies, and the improvement of dietary habits, including reported evidence of increased fruit and vegetable consumption among participating populations. Additionally, the integration of scientific knowledge and local knowledge systems was documented to promote sustainable food systems. Overall, this experience positions university gardens as a replicable educational model that articulates education, conservation, and community action in support of socio-environmental sustainability.

Keywords: *agroecology, environmental education, food security, food sovereignty, sustainability.*

Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2010), se concibe al huerto escolar como un ecosistema educativo, capaz de vincular los contenidos curriculares con la realidad socioambiental, favoreciendo la comprensión de los procesos biológicos asociados a la producción de alimentos, la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los sistemas naturales. Los huertos cumplen funciones pedagógicas, sociales y ecológicas, ya que, mediante el trabajo colectivo, se fortalece la conciencia sobre la importancia de los recursos naturales, se promueve el respeto por el medio ambiente y se fomenta una alimentación responsable y sustentable. En dicho sentido, estas iniciativas representan un paso hacia la soberanía alimentaria al permitir que la comunidad comprenda y valore la capacidad de producir alimentos de manera local, saludable y respetuosa con el ambiente. Asimismo, esta práctica contribuye a reducir la dependencia de sistemas de producción industrializados,

fortaleciendo la resiliencia y la autosuficiencia alimentaria a nivel local e institucional (FAO, 2021). No obstante, a pesar del reconocimiento de los huertos escolares y universitarios como herramientas educativas, existe una limitada sistematización de su implementación en contextos de educación superior, particularmente en lo que respecta a su integración curricular, su articulación con la investigación y su impacto en la formación profesional y en los hábitos alimentarios. En este contexto, resulta pertinente analizar iniciativas que permitan comprender su alcance y retos.

En este marco general, la Universidad Autónoma de Querétaro a través de la Facultad de Ciencias Naturales se ha posicionado como pionera en la implementación de huertos universitarios, no solo como espacios de enseñanza formal, sino también como áreas productivas que benefician directamente a estudiantes, personal académico y administrativo. Esta trayectoria institucional constituye un referente para analizar la integración de los huertos como estrategia educativa en el nivel superior. Desde 2005, en el campus Juriquilla de la FCN se destinaron pequeñas áreas con árboles gracias a la iniciativa del Dr. Joel Quezada Mosqueti, quien promovió la siembra de especies como guayabas (Figura 1), higos y duraznos, lo que marcó el inicio de un proceso gradual de apropiación de estos espacios como recursos educativos y alimentarios dentro de la comunidad universitaria, sin prever que con el paso del tiempo, estos árboles se convertirían en una fuente de alimento para la comunidad universitaria en las diversas estaciones del año.

De manera complementaria, la FCN tiene también huertos experimentales, en los que se enseña al estudiantado el cultivo de hortalizas como jitomate, chiles, espinacas y acelgas, así como con un área destinada a plantas aromáticas y medicinales, entre las que se encuentran cilantro, perejil, albahaca, epazote, romero, toronjil, menta, hierbabuena, entre otros (Figura 1). Estos espacios no solo funcionan como áreas de práctica, sino como escenarios de aprendizaje situado que permiten articular contenidos teóricos con prácticas agrícolas sustentables, favoreciendo el aprendizaje vivencial y el desarrollo de competencias vinculadas con la sostenibilidad y la producción de alimentos.

Los huertos del campus Juriquilla se ven fortalecidos por los establecidos en los campus Amazcala y Concá. Cada uno de ellos funciona de manera autónoma, con objetivos y mecanismos específicos. No obstante, comparten una visión común orientada a la educación ambiental y la sostenibilidad. Esta diversidad de contextos permite analizar cómo los huertos universitarios se adaptan a distintas realidades territoriales e institucionales, manteniendo una coherencia en su enfoque formativo. En el campus Juriquilla además de los huertos vinculados a la práctica profesional, existen espacios con árboles frutales, (principalmente guayabas) que no dependen directamente de un programa educativo formal. Sin embargo, estos espacios han sido apropiados por la comunidad universitaria como recursos complementarios para el aprendizaje y la alimentación, y se mantienen gracias a la participación conjunta de disciplinas como la Horticultura Ambiental, la Biología y la Nutrición, las cuales contribuyen al manejo agronómico, la comprensión ecológica y el aprovechamiento alimentario de los recursos, orientados a su conservación y aprovechamiento como fuente de alimentos para estudiantes.



Figura 1. Árboles de guayabas (izquierda) y Jardín de plantas aromáticas (derecha) ubicado en la FCN de la UAQ. Fuente: O.L. Gómez-Nucamendi (2025).

En este contexto, los huertos universitarios de la FCN forman parte de una estrategia integral de educación, conservación y participación de la comunidad universitaria, cuyo objetivo es fomentar el aprendizaje vivencial, la comprensión de los procesos ecológicos, la valoración de la biodiversidad. Desde esta perspectiva, los huertos trascienden su función productiva para consolidarse como dispositivos pedagógicos que articulan docencia, investigación y vinculación social. Estos espacios funcionan como aulas vivas, donde estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes observan, experimentan y participan en actividades como la siembra y manejo de cultivos, el monitoreo de crecimiento de plantas, el control biológico de plagas, la identificación de especies, la cosecha y el aprovechamiento de alimentos, así como la implementación de prácticas agroecológicas, integrando la ciencia con la práctica cotidiana, promoviendo valores de cooperación, responsabilidad ambiental, así como el fortalecimiento de competencias socioambientales y del compromiso con la seguridad y soberanía alimentaria.

El desarrollo del huerto universitario se complementa con la creación de los Jardines de plantas nativas y sus Polinizadores, impulsado como una extensión del Área de Investigación sobre Interacciones Planta-Animal (IPLAN) de la Facultad de Ciencias Naturales (FCN) de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), desde su creación en 2013 por la Dra. Olga Lidia Gómez Nucamendi (Universidad Autónoma de Querétaro, s.f.), el IPLAN se ha consolidado como un espacio dedicado a la investigación, la conservación de la biodiversidad y la divulgación científica, donde confluyen la comunidad académica, científica en torno a la comprensión de las interacciones planta-animal y el manejo sostenible del entorno natural.

Estos sitios funcionan como ecosistemas integrados, en los que las interacciones entre plantas y animales, particularmente los polinizadores, favorecen la productividad y la salud de los cultivos (FAO, 2021; Fischer et al., 2019). La presencia de abejas, mariposas y otros insectos

polinizadores resulta fundamental para asegurar la reproducción de especies vegetales, mantener el equilibrio ecológico y potenciar el rendimiento de los cultivos (FAO, 2021; IPBES, 2016). De esta manera, ambos proyectos se fortalecen mutuamente: mientras el jardín de plantas nativas y sus polinizadores contribuye a la conservación de especies nativas, el huerto universitario aplica ese conocimiento en la producción y en la educación ambiental.

El modelo de trabajo colaborativo del IPLAN involucra activamente a estudiantes de licenciatura, docentes, personal administrativo y miembros de la comunidad en general, generando un espacio de aprendizaje continuo. En conjunto, el establecimiento de huertos en la FCN puede analizarse como una iniciativa de educación ambiental y sostenibilidad que articula la investigación científica, la docencia y la acción comunitaria, con el potencial de contribuir a la formación de estudiantes conscientes de la importancia de los ecosistemas, del valor de los alimentos y del papel de cada individuo en la conservación del planeta. En este sentido, el presente capítulo tiene como propósito examinar estos procesos formativos y su alcance en el contexto universitario. En este capítulo se analizan diversas experiencias académicas derivadas de la participación de estudiantes de licenciatura y posgrado, las cuales permiten evidenciar la articulación entre el huerto universitario, la investigación y la formación profesional.

Métodos

El presente capítulo se desarrolló bajo un enfoque de sistematización de experiencias, a partir del análisis de procesos formativos vinculados a huertos universitarios en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Para integrar la propuesta, la estrategia metodológica se sustentó en la ambientalización del currículo mediante un enfoque interdisciplinar que involucró a docentes-investigadores y a estudiantes de las licenciaturas de Horticultura Ambiental, Nutrición y Biología, considerando la educación ambiental como eje articulador del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La metodología se apoyó en el análisis de los patrones alimentarios tradicionales del entorno, con especial énfasis en contextos rurales donde se preservan prácticas alimentarias culturalmente pertinentes y, en muchos casos, nutricionalmente adecuadas. Este diagnóstico permitió contrastar dichas prácticas con los sistemas alimentarios urbanos, generalmente condicionados por la disponibilidad, y orientar el diseño de los huertos hacia la valorización de la agrobiodiversidad local y el fortalecimiento de sistemas alimentarios sostenibles. Asimismo, la metodología incorporó en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), en la investigación y acción participativa; el ABP se implementó mediante el desarrollo de proyectos académicos vinculados al establecimiento, manejo y evaluación de huertos, en los que estudiantes participaron en actividades como el diagnóstico del entorno, la selección de especies, la preparación del suelo, la siembra, el monitoreo del crecimiento y la evaluación de resultados productivos y educativos. A través de la observación, experimentación y reflexión, se fortalecieron competencias científicas, pensamiento crítico y actitudes proambientales, favoreciendo la apropiación social del conocimiento biológico, al posicionar a los participantes

como actores activos en la toma de decisiones y en la solución de problemáticas relacionadas con la producción de alimentos y la sostenibilidad.

Dicha estrategia metodológica se fortaleció mediante la experiencia académica y técnica de la FCN de la UAQ en la implementación, manejo y evaluación de huertos productivos a través de proyectos de vinculación en contextos universitarios y comunitarios, en los cuales se desarrollaron actividades como la instalación de camas de cultivo bajo el método biointensivo, la capacitación a participantes en técnicas de siembra, manejo de suelo y control agroecológico de plagas, así como el seguimiento y acompañamiento técnico durante los ciclos productivos. Esta experiencia se consolidó mediante convenios de colaboración con instituciones especializadas, como el Centro de Innovación en Agricultura Sostenible en Pequeña Escala (CIASPE) y Noreste Sustentable de Guanajuato, destacando proyectos como la implementación de huertos para autoconsumo en comunidades rurales del municipio de Amealco, Querétaro, bajo esquemas de capacitación, asesoría técnica y seguimiento comunitario.

Asimismo, estas acciones se articularon con procesos formativos a través de la participación de estudiantes en servicio social, prácticas profesionales y trabajos de titulación, en los que se desarrollaron diagnósticos comunitarios, implementación de huertos y evaluación de su impacto en la seguridad alimentaria y hábitos alimentarios adecuados. La Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ implementó estrategias institucionales orientadas a vincular estas experiencias territoriales con los procesos formativos de estudiantes de licenciatura y posgrado. Desde un enfoque de ambientalización y transversalización curricular, los huertos y proyectos asociados se incorporaron como escenarios de aprendizaje significativo, investigación aplicada y vinculación social, permitiendo que la teoría abordada en las aulas se tradujera en prácticas concretas con impacto social.

En este sentido, se incorporó el análisis de experiencias situadas como parte de la estrategia metodológica, orientado a fortalecer la vinculación entre la comunidad universitaria y la sociedad y a favorecer la aplicación práctica de la ambientalización y la transversalización curricular. El presente trabajo se desarrolló como un estudio de caso con enfoque de sistematización de experiencias, integrando evidencia derivada de una intervención educativa previamente documentada en población adolescente (Figueroa-Piña et al., 2021).

En particular, la evaluación se llevó a cabo mediante el diseño e implementación de una intervención educativa acompañada de un huerto escolar en una institución de educación secundaria y preparatoria, con la participación de 126 adolescentes de entre 12 y 18 años. La intervención tuvo una duración aproximada de 20 semanas e incluyó sesiones teóricas en aula y actividades prácticas en el huerto escolar, bajo un esquema comparativo con grupos de intervención y control. La recolección de información se realizó mediante cuestionarios de frecuencia de consumo de frutas y verduras, diarios de consumo alimentario de tres días no consecutivos, instrumentos de evaluación de factores psicosociales y entrevistas estructuradas. El análisis de los datos se llevó a cabo mediante pruebas estadísticas comparativas entre grupos (análisis de varianza y pruebas post hoc), así como análisis pre y post intervención,

complementado con la interpretación cualitativa de las entrevistas realizadas a los participantes. Asimismo, el proceso de divulgación se desarrolló mediante la socialización de resultados en el aula, actividades prácticas en el huerto, elaboración de materiales educativos y la participación en espacios académicos, favoreciendo la apropiación del conocimiento en materia de seguridad y soberanía alimentaria.

Resultados

Los resultados se presentan en tres dimensiones principales: i) la implementación y consolidación de los huertos universitarios como espacios educativos, ii) la integración de la agrobiodiversidad local en su diseño y iii) la articulación con procesos de soberanía alimentaria en contextos comunitarios.

Implementación y consolidación de los huertos universitarios como espacios educativos

En este sentido, los resultados evidencian avances significativos en los ámbitos educativo, ambiental y comunitario. En primer lugar, la implementación del huerto universitario permitió la adecuación y aprovechamiento de espacios intra-universitarios, ubicados entre los edificios de la Facultad, los cuales fueron transformados en áreas productivas y de aprendizaje (Figura 2). De manera complementaria, se integraron jardines de plantas nativas y sus polinizadores, fortaleciendo el enfoque ecológico y de conservación de la biodiversidad (Figura 3).



Figura 2. Inicio de establecimiento del área de plantas aromáticas y medicinales en 2023 (izquierda) y en 2024 (derecha) en la FCN-UAQ. Fuente: O.L. Gómez-Nucamendi (2025).

En el plano curricular, se integraron contenidos ambientales de manera transversal en asignaturas de las Licenciaturas de Horticultura Ambiental, Nutrición y Biología, mediante el uso del huerto como espacio de apoyo didáctico. El huerto escolar fue incorporado como recurso

en actividades académicas orientadas a vincular contenidos teóricos con prácticas relacionadas con la producción de alimentos, el manejo de cultivos y la observación de procesos biológicos. En términos ambientales, se implementaron prácticas de producción sostenible, así como el establecimiento de áreas destinadas a plantas nativas y polinizadores, lo que permitió registrar una mayor diversidad de organismos asociados al huerto y el uso del espacio como sistema de aprendizaje ecológico. En el plano pedagógico, las actividades en el huerto incluyeron la observación de ciclos de vida de las plantas, interacciones entre organismos y procesos ecológicos, como parte de las estrategias de enseñanza implementadas en los programas académicos.



Figura 3. Jardín de plantas nativas y sus polinizadores de la FCN-UAQ. Fuente: O.L. Gómez-Nucamendi (2025).

De manera particular, en programas como de las Licenciaturas en Horticultura Ambiental, Nutrición y Biología, los huertos fueron utilizados como espacios de práctica en actividades académicas, en las que participaron estudiantes mediante la realización de prácticas de campo, proyectos académicos y trabajos de investigación vinculados al manejo y evaluación de sistemas de producción de alimentos. En el caso de la Licenciatura en Horticultura Ambiental, estos espacios se incorporaron en asignaturas y actividades prácticas en las que se desarrollaron acciones como la preparación de suelo, establecimiento de cultivos, implementación de sistemas de riego, manejo agroecológico de plagas y diversificación de especies cultivadas, integrando contenidos de agroecología y manejo sustentable de recursos. Por su parte, en Nutrición, las y los estudiantes participaron en la aplicación de evaluaciones del estado nutricional mediante mediciones antropométricas, cuestionarios de consumo de alimentos y análisis de la disponibilidad alimentaria en comunidades, así como en el diseño e implementación de

estrategias educativas orientadas a promover el consumo de alimentos producidos en los huertos universitarios.

Mientras que los estudiantes de la Licenciatura de Biología participaron activamente en la creación y mantenimiento del jardín de plantas nativas y sus polinizadores, mediante actividades como la selección de especies locales, preparación del suelo, establecimiento de parcelas y monitoreo de organismos asociados, incluyendo insectos polinizadores, lo que permitió registrar la presencia de diversos grupos biológicos en estos espacios. A nivel de posgrado, programas como la Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana, la Maestría en Gestión Integral de Cuencas y la Maestría en Ciencias Biológicas desarrollaron proyectos de investigación aplicada y traslacional vinculados al uso de huertos, incluyendo estudios sobre consumo alimentario, seguridad alimentaria, manejo de recursos naturales y evaluación de sistemas productivos en contextos comunitarios.

Los resultados del proyecto educacional a través del programa de posgrado en Ciencias de la Nutrición Humana mostraron que la aplicación de una intervención educativa acompañada de un huerto escolar en una institución incrementó significativamente el consumo de frutas y verduras en los adolescentes participantes, registrándose un aumento aproximado de 65 g/día en la ingesta y un incremento en la frecuencia de consumo semanal de estos alimentos.

Asimismo, se documentaron mejoras en conocimientos y actitudes relacionadas con la alimentación saludable, así como cambios en la selección de alimentos dentro del entorno escolar. Durante la implementación del huerto, se estableció un espacio productivo dentro de la institución educativa que permitió la disponibilidad de alimentos de origen vegetal utilizados en actividades educativas y de consumo dentro del entorno escolar. A partir de la implementación del proyecto, se registraron cambios en prácticas relacionadas con la alimentación y la participación de la comunidad educativa en actividades vinculadas al huerto, incluyendo estudiantes, docentes y otros actores institucionales. Asimismo, el huerto fue utilizado como espacio de apoyo en procesos educativos orientados al desarrollo de habilidades relacionadas con la producción de alimentos, el trabajo colaborativo y la aplicación de conocimientos en contextos reales.

Integración de la agrobiodiversidad local en su diseño

En segundo lugar, la conformación de los huertos se sustentó en la incorporación de especies alimentarias tradicionales del estado de Querétaro, lo que permitió integrar criterios de pertinencia cultural y nutricional en el diseño de los sistemas productivos. Como resultado de este proceso, se identificó una amplia diversidad de especies comestibles presentes en el entorno regional, incluyendo tanto especies nativas como introducidas, así como una importante diversidad de razas de maíz utilizadas en la alimentación local. Finalmente, los resultados muestran la vinculación de estas iniciativas con procesos comunitarios orientados a la soberanía alimentaria, mediante la implementación de estrategias de producción sustentable y organización social en contextos rurales. Particularmente en el municipio de Amealco, donde se promueve la

producción de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente pertinentes. Un lugar especial donde la agroecología ha encontrado lugar para promoverse mediante redes ciudadanas de producción y consumo responsable.

Articulación con procesos de soberanía alimentaria en contextos comunitarios

En específico, con la participación de estudiantes de licenciatura y posgrado se llevaron a cabo trabajos de investigación orientados a la integración de tesis sobre la agrobiodiversidad comestible en distintas regiones del estado de Querétaro. Estas investigaciones, aunque desarrolladas en diversos contextos territoriales, se encuentran articuladas con los procesos formativos y de investigación promovidos desde el huerto universitario y las estrategias de ambientalización curricular. Como se observa en la Tabla 1, se sistematizan diversos trabajos académicos que evidencian la generación de conocimiento en torno a la agrobiodiversidad comestible, la implementación de huertos y la educación alimentaria, derivados de la participación estudiantil en estos espacios formativos.

Tabla 1. *Sistematización de trabajos académicos vinculados con procesos formativos, agrobiodiversidad comestible y huertos en la FCN de la Universidad Autónoma de Querétaro*

Grado	Lugar de estudio	Principal resultado	Año
Licenciatura (Galván Pérez, 2015)	Tenasdá, El Apartadero y San Bartolomé del Pino, Amealco	Se implementaron huertos rurales mediante el método biointensivo en 69 familias, incluyendo diagnóstico comunitario, capacitación y seguimiento técnico	2015
Maestría (Figueroa Piña, 2016)	Institución educativa de nivel secundaria y preparatoria, Querétaro	Se evaluó el efecto de un huerto escolar como herramienta didáctica, observándose un incremento significativo en el consumo de frutas y verduras en adolescentes	2016
Maestría (Soto Rodríguez)	Comunidades rurales del noreste del estado de Guanajuato	Se evaluó el efecto de la implementación de huertos REPROCOM en 26 familias, observándose incremento en el consumo de hortalizas, mejoras en conocimientos alimentarios y reducción en niveles de inseguridad alimentaria moderada y severa	2020
Maestría (Harzbecher de la Vega, 2023)	Amealco, Jalpan de Serra, Pinal de Amoles y Landa de Matamoros	Se identificaron 50 especies de flores nativas comestibles con alto valor nutricional	2023
Licenciatura (Hernández-Leal, 2024)	Pinal de Amoles	Se identificaron 151 especies comestibles, incluyendo plantas, hongos, insectos y vertebrados	2024
Doctorado (Hernández-Puente, 2025)	San Miguel Tlaxcaltepec, Amealco	Se identificaron 119 especies comestibles de plantas distribuidas en 11 agroecosistemas	2025
Maestría (Molina-Bravo, 2025)	Huimilpan	Se documentaron 273 especies comestibles de plantas en 24 huertos	2025

Fuente: Elaboración propia con base en tesis y trabajos académicos desarrollados en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

Por otro lado, la trayectoria de la FCN se fortaleció mediante convenios de colaboración con instituciones especializadas como el Centro de Innovación en Agricultura Sostenible en

Pequeña Escala (CIASPE https://www.ciaspemexico.com/) y Noreste Sustentable de Guanajuato, establecidos en distintos periodos, incluyendo acuerdos de colaboración formalizados en 2015 y 2018, a partir de los cuales se desarrollaron proyectos de implementación de huertos productivos en comunidades rurales, integrando actividades de capacitación, asesoría técnica y seguimiento comunitario. Entre dichos programas destacaron el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA) y el programa estatal "Reactivación Productiva para Comunidades Marginadas" (REPROCOM), cuyos objetivos centrales consistieron en incidir de manera positiva en la seguridad y soberanía alimentaria de la población, particularmente en contextos de alta y muy alta marginación. En el caso específico de REPROCOM, se documentó la implementación de huertos familiares en comunidades rurales del noreste del estado de Guanajuato, con la participación de 26 familias beneficiarias, en un estudio cuasi experimental que incluyó la evaluación de indicadores dietéticos, antropométricos y de seguridad alimentaria antes y después de la intervención.

Los resultados evidenciaron un incremento en el consumo de hortalizas, acercando a las familias a la recomendación de ingesta de 400 g/día, así como mejoras en conocimientos y actitudes relacionadas con la alimentación saludable. Asimismo, se observó una reducción en el porcentaje de grasa corporal en adultos y una disminución en los niveles de inseguridad alimentaria moderada y severa, aunque esta persistió en una proporción importante de los hogares (≈80 %).

De manera complementaria, la implementación de los huertos permitió fortalecer la producción de alimentos para autoconsumo y, en algunos casos, la generación de excedentes destinados a la venta local, contribuyendo a la diversificación de fuentes de ingreso en las familias participantes. De este modo, los huertos se consolidaron como espacios multifuncionales que integraron dimensiones alimentarias, nutricias, económicas, ambientales y educativas, alineándose con los principios de la sustentabilidad y el desarrollo rural sostenible.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con la evidencia reportada en la literatura, la cual reconoce a los huertos escolares y universitarios como estrategias efectivas para promover la educación ambiental, el aprendizaje interdisciplinario y la integración entre teoría y práctica. Diversos estudios han documentado que la participación en huertos educativos favorece el desarrollo de conocimientos ecológicos, habilidades prácticas y actitudes proambientales, al situar el aprendizaje en contextos reales y significativos (FAO, 2021; Fischer et al., 2019). En este sentido, los hallazgos del presente trabajo muestran que la incorporación del huerto como recurso didáctico permitió la integración de contenidos curriculares de distintas disciplinas, facilitando procesos de aprendizaje contextualizado.

En concordancia con lo anterior, la transversalización curricular observada en este estudio permitió abordar la sostenibilidad no únicamente como un contenido conceptual, sino como una práctica vivida por la comunidad educativa. Este tipo de enfoque ha sido ampliamente respaldado

en la literatura, donde se señala que las estrategias pedagógicas basadas en experiencias prácticas favorecen una comprensión más profunda de los problemas ambientales y de los sistemas socio ecológicos complejos (Ozer, 2007; Williams y Dixon, 2013). Asimismo, la implementación de actividades en el huerto contribuyó a superar enfoques fragmentados de la educación ambiental, promoviendo una visión sistémica que vincula la producción de alimentos con la salud, la biodiversidad y el entorno social.

El enfoque participativo adoptado en los proyectos analizados también se alinea con estudios que destacan el papel del aprendizaje social en la construcción de resiliencia y en la adopción de prácticas sostenibles. La participación activa de estudiantes, docentes y comunidad en la gestión de los huertos permitió generar procesos de apropiación del conocimiento y fortalecer la toma de decisiones informadas en torno a la producción de alimentos y el cuidado del entorno. Este tipo de participación ha sido identificado como un elemento clave para la sostenibilidad de las intervenciones educativas y ambientales (FAO, 2021; Draper y Freedman, 2010).

Desde la perspectiva de la seguridad y soberanía alimentaria, los resultados obtenidos, particularmente en el estudio de intervención en adolescentes, son consistentes con investigaciones previas que han demostrado que los huertos escolares pueden incrementar el consumo de frutas y verduras y mejorar conocimientos y actitudes hacia la alimentación saludable. Estudios experimentales han reportado incrementos significativos en la ingesta de vegetales en poblaciones escolares tras la implementación de programas educativos basados en huertos (Evans et al., 2012; Savoie-Roskos et al., 2017). En el presente estudio, el aumento en el consumo de frutas y verduras y las mejoras en conocimientos alimentarios observadas refuerzan el potencial de estas estrategias como herramientas de promoción de la salud. Sin duda, los huertos universitarios pueden jugar un rol fundamental, por ejemplo, en la operacionalización de la nueva Ley de Alimentación Adecuada y Sostenible.

De manera similar, los resultados obtenidos en contextos comunitarios, particularmente en el marco del programa REPROCOM, evidencian que la implementación de huertos familiares puede contribuir a mejorar la disponibilidad y diversidad de alimentos, así como a reducir los niveles de inseguridad alimentaria. Estos hallazgos son congruentes con estudios realizados en poblaciones rurales, donde los huertos domésticos han demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la calidad de la dieta y fortalecer la resiliencia alimentaria (Galhena et al., 2013; Schreinemachers et al., 2016). Asimismo, la posibilidad de generar excedentes para su venta representa una vía adicional para diversificar los ingresos familiares, lo que coincide con enfoques de desarrollo rural sostenible basados en sistemas agroalimentarios locales.

Por otra parte, la interacción entre la universidad, organizaciones civiles y programas públicos permitió consolidar un modelo de intervención que articula conocimiento académico, saberes locales y prácticas agroecológicas. Este diálogo de saberes ha sido reconocido como un elemento fundamental para el diseño de estrategias sostenibles, ya que permite adaptar las intervenciones a las condiciones específicas de cada territorio y fortalecer las capacidades locales

(Altieri y Toledo, 2011). En este estudio, la colaboración con organizaciones como CIASPE facilitó la implementación de metodologías participativas y el uso de tecnologías apropiadas, contribuyendo a la pertinencia y viabilidad de los proyectos.

Además de los beneficios educativos y alimentarios, los huertos escolares y universitarios también han sido asociados con efectos positivos en el bienestar psicosocial, incluyendo el desarrollo de habilidades socioemocionales, el trabajo colaborativo y la expresión de emociones positivas como satisfacción, orgullo y sentido de pertenencia (Ohly et al., 2016). Aunque estos aspectos no fueron medidos de manera sistemática en el presente estudio, las observaciones realizadas durante la implementación de los proyectos sugieren que el huerto puede funcionar como un espacio que favorece la interacción social y el bienestar integral de los participantes.

No obstante, los resultados también permiten identificar desafíos importantes para la consolidación de este tipo de iniciativas. Entre ellos destacan la necesidad de garantizar la continuidad de los proyectos en el tiempo, la disponibilidad de espacios adecuados para el crecimiento de los huertos y la participación sostenida de la comunidad en su mantenimiento. La literatura señala que uno de los principales factores que limita el impacto a largo plazo de los huertos escolares es la falta de integración institucional y de recursos humanos y materiales suficientes (Ozer, 2007). En este sentido, es fundamental fortalecer los mecanismos de gestión, capacitación y participación comunitaria para asegurar la sostenibilidad de estos espacios.

Finalmente, los resultados sugieren que los huertos universitarios tienen el potencial de consolidarse como plataformas integrales para la formación profesional, la investigación aplicada y la vinculación social. Su desarrollo futuro podría orientarse hacia la diversificación de sus funciones, la sistematización de experiencias y la ampliación de la participación de la comunidad universitaria. Asimismo, la implementación de esquemas de autogestión y colaboración interinstitucional podría contribuir a fortalecer la sostenibilidad del proyecto, manteniendo su enfoque educativo y comunitario. Este es un tema altamente discutido en experiencias de huertos universitarios que luchan por mantener su continuidad bajo esquemas de institucionalidad universitaria.

Conclusión

La experiencia del huerto universitario en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro evidencia que la ambientalización y transversalización curricular, articuladas con proyectos productivos y participativos, pueden integrarse de manera efectiva en los procesos formativos, favoreciendo la incorporación de la sostenibilidad, la educación ambiental y la producción de alimentos en el ámbito educativo. Estos espacios se consolidaron como entornos de aprendizaje práctico que contribuyeron al desarrollo de experiencias formativas vinculadas con la comprensión de los ecosistemas y la interacción entre la comunidad universitaria y su entorno.

Los resultados muestran que el enfoque participativo permitió la incorporación de actividades académicas y prácticas orientadas al desarrollo de competencias científicas,

socioambientales y profesionales en estudiantes de licenciatura y posgrado, así como la implementación de acciones relacionadas con la conservación de la biodiversidad, la agrodiversidad comestible y el uso de prácticas agroecológicas. Asimismo, la vinculación con comunidades rurales, organizaciones civiles y programas públicos favoreció la generación de experiencias de aprendizaje y de intervención en contextos reales, relacionadas con la seguridad y soberanía alimentaria y con la mejora de hábitos de alimentación y nutrición. La experiencia sugiere que los huertos universitarios pueden incorporarse como componentes relevantes dentro de los proyectos educativos institucionales, siempre que se promueva la participación continua de la comunidad, la capacitación permanente y la articulación interinstitucional. En este sentido, los huertos se perfilan como espacios educativos, productivos y de vinculación social que contribuyen a la formación integral y al fortalecimiento de iniciativas orientadas a la sostenibilidad en contextos universitarios y comunitarios.

Agradecimientos

Se agradece de manera especial a la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro por el apoyo brindado para el desarrollo de estos proyectos, así como a los estudiantes y voluntarios cuyo trabajo colaborativo aportó significativamente al logro de los objetivos académicos. De igual manera, se reconoce la participación comprometida de la Sra. Rosa Isela González Gámez por su invaluable contribución en el cuidado y el mantenimiento de las áreas destinadas a los huertos y jardines.

Referencias bibliográficas

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, *38*(3), 587–612. https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947

Bara, C. R., González-Santos, R., Morales, S. L. C., Hernández-Sandoval, L., & Hernández-Puente, K. N. (2023). Sistemas locales de producción y redes alimentarias alternativas en Amealco de Bonfil, Querétaro, México: Resistencias e interconexiones para caminar hacia la soberanía alimentaria. *Debates en Sociología*, 57, 244–272. https://doi.org/10.18800/debatesensociologia.202302.010

Draper, C., & Freedman, D. (2010). Review and analysis of the benefits, purposes, and motivations associated with community gardening in the United States. *Journal of Community Practice*, *18*(4), 458–492. https://doi.org/10.1080/10705422.2010.519682

Duché-García, T. T., & Chávez, L. F. (2017). Agricultura de traspatio y agroecología en el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA-FAO) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8*(2), 263–276.

Duram, L. A., & Klein, S. K. (2015). University food gardens: A unifying place for higher education sustainability. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, *9*(3–4), 282–302. https://doi.org/10.1504/IJISD.2015.071853

Evans, A., Ranjit, N., Rutledge, R., Medina, J., Jennings, R., Smiley, A., Stigler, M., & Hoelscher, D. (2012). Exposure to multiple components of a garden-based intervention for middle school students increases fruit and vegetable consumption. *Health Promotion Practice*, *13*(5), 608–616. https://doi.org/10.1177/1524839910390357

Figueroa-Piña, D. G., Chávez-Servín, J. L., de la Torre-Carbot, K., Caamaño-Pérez, M. D. C., Lucas-Deecke, G., Roitman-Genoud, P., & Ojeda-Navarro, L. R. (2021). Evaluation of the effect of a

school garden as an educational didactic tool in vegetable and fruit consumption in teenagers. *Nutrition Research and Practice*, *15*(2), 235–247. https://doi.org/10.4162/nrp.2021.15.2.235

Fischer, L. K., Brinkmeyer, D., Karle, S. J., Cremer, K., Huttner, E., Seebauer, M., Nowikow, U., Schütze, B., Voigt, P., Völker, S., & Kowarik, I. (2019). Biodiverse edible schools: Linking healthy food, school gardens and local urban biodiversity. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 35–43. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.015

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *Nueva política de huertos escolares: Promover hábitos saludables durante toda la vida.* FAO. https://es.scribd.com/document/712871488/Nueva-poli-tica-de-huertos-escolares-FAO

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Agroecología: Transición hacia sistemas alimentarios sostenibles*. FAO. https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1418836/

Food and Agriculture Organization of the United Nations (s.f.). *Programa especial de seguridad alimentaria (PESA)*. FAO.

Galhena, D. H., Freed, R., & Maredia, K. M. (2013). Home gardens: A promising approach to enhance household food security and wellbeing. *Agriculture & Food Security*, *2*(8). https://doi.org/10.1186/2048-7010-2-8

González-Santos, R., Hernández-Sandoval, L., Hernández-Puente, K. N., & Ortega-Paczka, R. (2023). Distribución y caracterización ecogeográfica de maíces nativos de Querétaro, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *46*(4), 341. https://doi.org/10.35196/RFM.2023.4.341

Harzbecher de la Vega, L. (2023). *Contenido nutricional, compuestos bioactivos y conocimiento tradicional de las flores nativas comestibles en tres regiones indígenas en Querétaro* (Tesis de maestría). México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Hernández-Leal, M. G. (2024). *Agrobiodiversidad para la alimentación y la agricultura en Pinal de Amoles, Querétaro* (Tesis de licenciatura). México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Hernández-Puente, K. N. (2025). *Manejo y usos de la agrobiodiversidad vegetal comestible en la comunidad otomí de San Miguel Tlaxcaltepec, Amealco, Querétaro* (Tesis de doctorado). México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Hernández-Sandoval, L., & González-Santos, R. (2024). Mexico and the diversity of edible plants: The case of the state of Querétaro. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *72*(2), 1377–1389. https://doi.org/10.1007/s10722-024-02063-7

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2016). *The assessment report on pollinators, pollination and food production*. IPBES Secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856

Molina-Bravo, N. M. (2025). *Agrobiodiversidad vegetal comestible en huertos de traspatio de comunidades del municipio de Huimilpan, Querétaro* (Tesis de maestría). México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Ohly, H., Gentry, S., Wigglesworth, R., Bethel, A., Lovell, R., & Garside, R. (2016). A systematic review of the health and well-being impacts of school gardening. *BMC Public Health*, 16, 286. https://doi.org/10.1186/s12889-016-2941-0

Ozer, E. J. (2007). The effects of school gardens on students and schools: Conceptualization and considerations for maximizing healthy development. *Health Education & Behavior, 34*(6), 846–863. https://doi.org/10.1177/1090198106289002

Savoie-Roskos, M. R., Wengreen, H., & Durward, C. (2017). Increasing fruit and vegetable intake among children and youth through gardening-based interventions: A systematic review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *117*(2), 240–250. https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.10.014

Schreinemachers, P., Simmons, E. B., & Wopereis, M. C. S. (2016). Tapping the economic and nutritional power of vegetables. *Global Food Security*, 10, 36–45. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.04.005

Soto Rodríguez, M. R. (2020). *Efecto de la implementación de huertos REPROCOM sobre la dieta y la seguridad alimentaria en familias de comunidades rurales del noreste del estado de Guanajuato* (Tesis de maestría). México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Universidad Autónoma de Querétaro. (s.f.). Área de Investigación sobre Interacciones Planta-Animal (IPLAN). Directorio institucional.

Williams, D. R., & Dixon, P. S. (2013). Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: Synthesis of research between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, *83*(2), 211–235. https://doi.org/10.3102/0034654313475824

Aula Viva del Desierto Chihuahuense: Experiencias de un espacio agroecológico y un jardín xerófilo universitario

Living Classroom of the Chihuahuan Desert: Experiences from an Agroecological Space and a University Xerophytic Garden

Sandra Rodríguez-Piñeros[*]
David Santillán Estrada[**]
Yadira Aviña Domínguez[***]
Fernando Loweree Rivera[****]
Edgar Esparza Vela[*****]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.09

Resumen

En el 2015 se estableció una granja para la capacitación en agroecología y educación ambiental en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). En 2020 se incorporó un jardín xerófilo y una plantación de sotol para fortalecer la conservación de la biodiversidad. Actualmente, este conjunto se conoce como el Jardín del Desierto, un espacio educativo que integra producción agroecológica, conservación de flora xerófila y formación ambiental. El objetivo del presente trabajo fue sistematizar la experiencia educativa desarrollada, analizando cómo elementos del ecosistema desértico, como la flora xerófila, la gestión del agua y los ciclos de aridez, se transformaron en herramientas didácticas para la educación extracurricular. La metodología se basó en la sistematización de experiencias educativas mediante la revisión de reportes de brigadas, informes técnicos, notas de prensa, testimonios de docentes y estudiantes y registros de visitas guiadas. Los resultados evidencian un impacto educativo significativo: el espacio recibe más de 2,000 visitantes anuales y fortalece en los estudiantes competencias técnicas, sociales y de vinculación comunitaria. La experiencia

[*] Doctor of Philosophy Environmental Sciences, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6698-6894. Correo electrónico: spineros@uach.mx
[**] Maestro en Ciencias, Maestría en Estrategias para el Desarrollo Agrícola, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3374-4336. Correo electrónico: dsantillan@uach.mx
[***] Maestra en Ciencias, Maestría en Ciencias en Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0538-670X. Correo electrónico: yavina@uach.mx
[****] Maestro en Ciencias, Maestría en Ciencias en Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-2938-2844. Correo electrónico: fernando.loweree@gmail.com
[*****] Doctor en Economía. Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7385-853X. Correo electrónico: eesparza@uach.mx

demuestra el potencial de las aulas vivas para promover una educación contextualizada en ecosistemas áridos de México que han sido poco documentado en contextos universitarios.

Palabras clave: *agroecología, Jardín del desierto, vinculación comunitaria, extensionismo universitario, educación extracurricular.*

Abstract

In 2015, a farm was established for training in agroecology and environmental education at the Faculty of Animal Science and Ecology of the Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). In 2020, a xerophytic garden and a sotol plantation were incorporated to strengthen biodiversity conservation. This integrated space is now known as the Desert Garden, an educational environment that combines agroecological production, conservation of xerophytic flora, and environmental training. The objective of this study was to systematize the educational experience developed, analyzing how elements of the desert ecosystem—such as xerophytic flora, water management, and aridity cycles—were transformed into didactic tools for extracurricular education. The methodology was based on the systematization of educational experiences through the review of brigade reports, technical documents, press notes, testimonies from faculty and students, and records of guided visits. The results demonstrate a significant educational impact: the space receives more than 2,000 visitors annually and strengthens students' technical, social, and community engagement competencies. The experience demonstrates the potential of living classrooms to promote contextualized education in arid ecosystems of Mexico that have been little documented in university contexts.

Keywords: *agroecology, desert garden, community engagement, university extension, extracurricular education.*

Introducción

En el ámbito de la educación superior, se ha reconocido que los jardines botánicos deben trascender su función estética para consolidarse como centros estratégicos de conservación *ex situ*. Esta visión adquiere mayor relevancia en el contexto de México, país megadiverso con una elevada tasa de endemismos (Rosas-Aguilar y Solórzano-Lujano, 2024). No obstante, este patrimonio enfrenta serias amenazas, principalmente debido a la conversión del uso del suelo y al comercio ilícito (Goettsch et al., 2015). En respuesta a esta problemática, el paulatino establecimiento de un espacio agroecológico y de un jardín xerófilo en la Facultad de Zootecnia y Ecología atendió a una necesidad que iba más allá de lo meramente paisajístico. El establecimiento del jardín se fundamentó en el papel clave que desempeñan estos espacios en la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (CONABIO, 2016), al funcionar como reservorios de germoplasma y como facilitadores de la educación ambiental (Caballero, 2012).

El jardín se concibió como un aula abierta para evidenciar los servicios ecosistémicos que brinda la flora xerófila, tales como la retención de suelo, la infiltración de agua y las interacciones ecológicas que sostienen la vida en las zonas áridas (Rosas-Aguilar y Solórzano-Lujano, 2024).

Diversas investigaciones han documentado que las comunidades de zonas áridas han desarrollado históricamente técnicas de manejo que permiten el aprovechamiento sostenible de las plantas de estas zonas (Pedrosa et al., 2018). Por tal motivo, el jardín también se proyectó como un espacio para recuperar y difundir el conocimiento etnobotánico. Esta labor cobra relevancia para el reconocimiento de las propiedades nutricionales de los frutos de las cactáceas, así como de su alto potencial farmacológico y de sus propiedades antibacterianas (Sharma et al., 2017) en la flora medicinal mexicana, lo cual representa un vasto campo para la investigación científica y la revalorización cultural.

Por otra parte, la agricultura ecológica tiene un enfoque de producción orientado al establecimiento de sistemas agroecológicos equilibrados y estables, caracterizados por su viabilidad económica y por el uso eficiente y responsable de los recursos naturales. Este modelo integra un conjunto de sistemas productivos destinados a la obtención de alimentos de alta calidad, tanto nutricional como sensorial, libres de contaminantes químicos de síntesis. Los productos obtenidos mediante estos sistemas deben ser seguros para el consumo humano, con un alto valor nutricional y exentos de residuos tóxicos. Asimismo, estos sistemas favorecen la conservación ambiental, reducen los costos de producción y permiten generar ingresos dignos para las personas dedicadas a la agricultura.

En este marco, la experiencia educativa integra diversos componentes: un área de agricultura sostenible, compuesta por once camas de siembra y un sistema de lombricomposta; un jardín representativo del desierto con algunas especies nativas; un huerto de manzanas y duraznos; un espacio con 75 sotoles; y un vivero destinado a la producción futura de plantas del desierto. El objetivo del presente trabajo fue sistematizar la experiencia educativa desarrollada en este espacio, analizando cómo elementos del ecosistema desértico, como la flora xerófila, la gestión del agua y los ciclos de aridez, se transformaron en herramientas didácticas para la educación extracurricular.

Métodos

Área de estudio

El hoy conocido como el Jardín del Desierto se estableció en las instalaciones de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, ubicada al suroeste de la ciudad de Chihuahua, en el estado y municipio del mismo nombre (Figura 1). El área se localiza en una zona periurbana, delimitada por dos avenidas de primer orden: el Periférico Francisco R. Almada y la vía de acceso a la avenida Silvestre Terrazas. El jardín ocupa una superficie de 3,360 m² y se asienta sobre un suelo tipo Regosol, el cual se caracteriza por su escaso desarrollo, alta vulnerabilidad a la erosión y débil consolidación estructural, condiciones que limitan su aptitud para el aprovechamiento urbano (INEGI,2003).

El sitio presenta una altitud que oscila entre 1,511 y 1,515 m s. n. m., con una diferencia máxima de cuatro metros respecto al punto más elevado y una pendiente del 2 %. Estas

condiciones topográficas contribuyen a las particularidades ambientales del ecosistema desértico en el que se inserta el proyecto. Se presenta un clima templado-seco, con una temperatura media anual de 12 °C a 18 °C; siendo de 3 °C en el mes más frío y superior a 22 °C en el mes más cálido. El régimen de lluvias es estacional, concentrado mayoritariamente en verano, con ligeras variaciones de temperatura de hasta –2 °C asociadas a la ubicación y a las características fisiográficas del sitio (INEGI, 2022). La vegetación natural está conformada principalmente por matorral desértico micrófito (Rzedowski, 2006). Este tipo de matorral se caracteriza por la presencia de arbustos de hojas pequeñas y de baja cobertura, en los que las especies dominantes alcanzan alturas cercanas a 1 metro en las zonas mejor conservadas del predio.

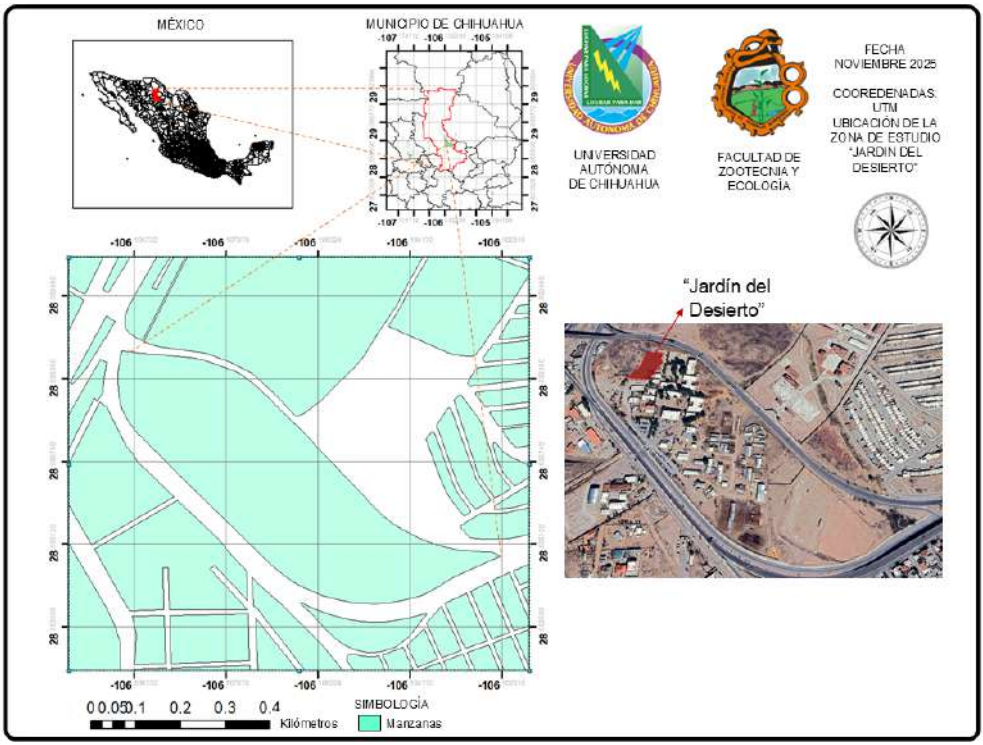


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio "Jardín del Desierto". Fuente: Elaboración propia (2025)

Enfoque de investigación

La metodología se sustentó en un enfoque cualitativo de tipo interpretativo, orientado a comprender y reconstruir el sentido de la experiencia educativa a partir de la sistematización de prácticas, siguiendo la propuesta de Jara (2018). Este enfoque permitió analizar de manera

reflexiva los procesos vividos en la construcción y uso del espacio agroecológico, reconociendo tanto sus dimensiones pedagógicas como socioambientales. La investigación se desarrolló mediante la metodología de sistematización de experiencias educativas, entendida como un proceso crítico que organiza, interpreta y resignifica las prácticas para generar aprendizajes y conocimientos contextualizados. En este sentido, se consideró como unidad de análisis el proceso de establecimiento y consolidación de los distintos componentes del jardín (camas de siembra, composta, árboles frutales, jardín del desierto y plantación de sotol), los cuales surgieron de manera voluntaria a partir de discusiones académicas y reflexiones colectivas sobre su potencial formativo.

Recolección de datos

Se realizó una recopilación y revisión sistemática de fuentes primarias generadas durante el desarrollo del proyecto. Estas incluyeron archivos fotográficos, materiales audiovisuales (videos), y documentos elaborados por los propios participantes. En específico, se analizaron 10 reportes de brigadas, cuatro informes técnicos elaborados en el marco de concursos académicos, videos derivados de actividades de servicio social, notas de prensa relacionadas con las actividades del jardín, testimonios de docentes y estudiantes, así como registros de visitas guiadas. Esta diversidad de fuentes permitió recuperar tanto la dimensión operativa como la vivencial del proceso.

La metodología se basó en la sistematización de experiencias educativas propuesta por Jara (2018), para ello se parte de los archivos fotográficos, vídeos y documentos de los autores, ya que el proceso de establecimiento de cada uno de los componentes del jardín (las camas de siembra, la composta, los árboles frutales, el jardín del desierto y la plantación de sotol) fue de manera voluntaria fruto de las discusiones intelectuales y académicas en torno a la importancia de este tipo de actividades para coadyuvar a la docencia y propiciar una experiencia educativa significativa. Se revisaron 10 reportes de brigadas, cuatro informes técnicos realizados para participar en concursos, vídeos de servicio social, notas de prensa de las actividades realizadas, testimonios de docentes y estudiantes, y registros de visitas guiadas.

Análisis de datos

El análisis se realizó mediante una estrategia de triangulación cualitativa, articulando las distintas fuentes documentales y narrativas para identificar patrones, categorías emergentes y aprendizajes significativos. Se empleó un análisis de contenido de tipo temático, que permitió organizar la información en ejes analíticos relacionados con el contexto histórico, las actividades de capacitación, las brigadas de servicio social, las visitas guiadas, las prácticas en asignaturas y el área de agricultura sostenible. Este proceso permitió no solo describir las acciones realizadas, sino también comprender su relevancia pedagógica y su impacto en la formación académica y comunitaria. En conjunto, esta estrategia metodológica posibilitó reconstruir de manera crítica la experiencia, generando aprendizajes transferibles y elementos para la reflexión sobre el papel de las aulas vivas en contextos universitarios.

Resultados

Contexto histórico

La Facultad de Zootecnia y Ecología es una entidad universitaria orientada a la formación de profesionistas especialistas en el manejo integral de los sistemas de producción pecuaria y en el manejo sostenible de los ecosistemas y sus recursos naturales. Mediante el acompañamiento de una planta académica con alta formación, los estudiantes adquieren saberes y desarrollan habilidades a través de procesos de enseñanza-aprendizaje que incluyen clases teóricas, prácticas de campo y actividades de laboratorio, lo que favorece la articulación entre la teoría y la práctica para la solución de problemáticas inherentes a su ejercicio profesional. De igual manera, se impulsa el desarrollo de capacidades para la vinculación y la transferencia de conocimiento y tecnología, con el objetivo de contribuir al fortalecimiento de los sectores rural y urbano, en coordinación con productores, instancias gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil.

En respuesta a los crecientes desafíos ambientales derivados del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la escasez de recursos naturales, en el año 2015, por iniciativa de un grupo de estudiantes y maestros, surgió el proyecto de establecer un espacio agroecológico y un jardín xerófilo en la Facultad. Su objetivo inicial fue crear un espacio de educación ambiental y de vinculación social, donde los estudiantes universitarios compartirían conocimientos sobre conservación, producción sustentable y cultura ecológica con diversos sectores de la sociedad.

El proyecto se estableció dentro de las instalaciones de la Facultad, en un área suburbana cubierta de vegetación secundaria, donde se inició la habilitación de cuatro camas de siembra, la plantación de árboles frutales y la restauración de un cactáreo con especies características del desierto chihuahuense, un ecosistema reconocido por su alto valor ecológico, su endemismo y sus adaptaciones extremas. Paralelamente, se implementó un espacio para la producción de lombricomposta, lo que promovió la adopción de prácticas agroecológicas y el manejo responsable de los residuos orgánicos. En el 2016 se proponen dos brigadas universitarias encargadas del mantenimiento del espacio y de la atención a los visitantes. Este trabajo fue apoyado por los clubes estudiantiles: Comité Ambiental Universitario (CAU), ENACTUS y Educación con Conciencia Ecológica (EDUCOE). En 2017, se construyó una bodega para el almacenamiento de herramientas y materiales, consolidando el espacio como lugar demostrativo (Figura 2). Estas actividades recibieron en su momento el apoyo del extinto Centro de Vinculación para el Desarrollo Sustentable, que operó como estructura de la Secretaría de Extensión y Difusión.

A lo largo del tiempo, el espacio ha adoptado distintas denominaciones derivadas de su participación en diversas convocatorias tanto estatales como nacionales, orientadas al fomento de espacios educativos. En 2017, participamos con el proyecto en la convocatoria *Vive Conciencia,* bajo el nombre de La Granja del Tío Potro, donde se obtuvo el primer lugar a nivel regional. Si bien no fue seleccionado en la etapa nacional, el espacio continúa activo y actualmente se siguen realizando prácticas de las siguientes asignaturas: Educación Ambiental,

Restauración Ecológica, Conservación de Suelos, Agricultura Orgánica, Manejo de Ecosistemas Pastoriles, Manejo de Ecosistemas Urbanos, Sustentabilidad, Ecología de Poblaciones, Remediación Ecológica, Manejo de Cultivos Forrajeros y Manejo de Pastizales. Algunas de estas asignaturas han ido cambiando de nombre y contenido a lo largo de las actualizaciones y revisiones curriculares de los programas académicos de licenciatura y de postgrado.



Figura 2. Panel A, construcción de las camas de siembra. Panel B. Producción de hortalizas. Fuente: panel A, David Santillán (2015), panel B, David Santillán (2016).

En 2023, como parte de las prácticas de la clase de Educación Ambiental, se retomó la rehabilitación del cactáreo y se integraron nuevas especies del matorral xerófilo, con la finalidad de mejorar su función educativa, estética y ecológica. Como resultado, el 6 de mayo de 2024 se inauguró formalmente el espacio con el nombre de *Jardín del Desierto*. Ese mismo año, el 30 de septiembre, se realizó la plantación de 100 sotoles (*Dasylirion wheeleri*), planta emblemática del desierto de Chihuahua, durante el Primer Encuentro de Ingenieros en Ecología de la UACH, lo que permitió reforzar su identidad biocultural. Posteriormente, en octubre del mismo año, el Jardín fue galardonado en la convocatoria estatal "Restauración de la Tierra, la Desertificación y Resistencia a la Sequía", lo que permitió fortalecer la infraestructura del espacio mediante la instalación de un invernadero con sistema de riego, la adquisición de mobiliario con sombra para visitantes y estudiantes, así como la compra de herramientas para el mantenimiento de las áreas demostrativas (Figuras 3 y 4). Actualmente, el Jardín del Desierto es un aula viva que se consolida como un antecedente clave para la creación de espacios educativos vivos en ecosistemas áridos, vinculando la ciencia, la sociedad y la identidad regional, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4, 11, 13 y 15).



Figura 3. Panel A, limpieza del terreno para el establecimiento de sotoles. Panel B. mantenimiento de sotoles. Fuente: Panel A y B Yadira Aviña (2024).



Figura 4. Panel A, cactáreo antes. Panel B, cactáreo después. Fuente: panel A, Sandra Rodríguez (2025), panel B, Sofía Rodríguez (2024).

Actividades de capacitación e intercambio de experiencias con grupos externos

En el área agrícola del Jardín del Desierto, desde sus inicios, se han llevado a cabo eventos de capacitación e intercambio de experiencias sobre diversas temáticas relacionadas con la agricultura sostenible y la urbana. Estas actividades se han llevado a cabo con la colaboración de

profesores y estudiantes de la propia institución, así como de organizaciones sociales e instituciones relacionadas con esta temática; entre las cuales podemos mencionar centros de bachillerato, centros de capacitación para el trabajo, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, escuelas secundarias, así como organizaciones de la sociedad civil y grupos sociales. También se han establecido convenios de colaboración con el DIF estatal para ofrecer capacitación en distintas regiones del estado. Los temas tratados han abarcado, principalmente el manejo de residuos sólidos urbanos, el método biointensivo de producción de alimentos, la producción de compostas y lombricompostas, así como temas de suelo y su fertilidad.

Brigadas de servicio social

El servicio social se entiende como una actividad teórico-práctica, temporal, vinculada y de carácter obligatorio, mediante la cual los estudiantes contribuyen al beneficio de una comunidad, fortaleciendo su sentido de identificación y reciprocidad con la sociedad (SEP, 1978). En el caso del Jardín del Desierto, la participación de los prestadores de servicio social se orientó hacia áreas y modalidades acordes con su perfil académico y con las necesidades prioritarias de la comunidad (UACH, 2009). Las actividades desarrolladas incluyen el cuidado y mantenimiento del Jardín, la atención a los visitantes, así como el apoyo a las labores docentes, con la integración activa en los procesos educativos y de conservación del espacio.

Visitas guiadas

Se refiere a las visitas que las entidades de educación básica realizan a la Facultad de Zootecnia y Ecología. Para que la experiencia de los niños, niñas y jóvenes fuera significativa, se aplicó la metodología educativa “aprender jugando”, la cual se basa en el uso intencionado del juego para favorecer procesos de enseñanza–aprendizaje, tomado en consideración que, en las últimas décadas, la comunidad científica ha encontrado evidencia creciente de que los infantes aprenden, conectan y se involucran constantemente con su entorno, a través de experiencias positivas de juego. A través de esta estrategia, los visitantes participaron en actividades lúdicas diseñadas para reforzar los conocimientos adquiridos durante el recorrido por el jardín, las camas de siembra y la lombricomposta. Los encargados de realizar esta actividad fueron los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ecología interesados en transmitir sus conocimientos a la sociedad (Figura 5).

Estas dinámicas permitieron consolidar aprendizajes relacionados con el cuidado del medio ambiente, los principios básicos de la ecología y diversos procesos naturales, otorgando una experiencia educativa significativa y orientada a la comprensión del entorno desértico, fortaleciendo la vinculación de la Facultad con la sociedad.



Figura 5. Panel A: Visitas guiadas a niños de kínder. Panel B, resumen de actividades. Fuente: Panel A y B Sandra Rodríguez (2025).

Prácticas en asignaturas

El Jardín del Desierto constituyó un espacio apropiado para el desarrollo de prácticas académicas que complementan y fortalecen la enseñanza de diversas asignaturas, al promover el aprendizaje mediante actividades aplicadas y no solo teóricas. Durante el desarrollo de las prácticas, se abordaron temas como: la evaluación de las especies presentes en la zona, el análisis de la importancia de los ecosistemas naturales y de los impactos derivados de la urbanización; la identificación de especies de pastizales con valor forrajero; el rescate y preservación de plantas nativas con relevancia para proyectos de restauración; así como el trazo de curvas a nivel y prácticas de conservación de suelo y agua, el desarrollo de compostas orgánicas y lombricomposta, el método biointensivo de producción de alimentos, la fenología y producción de forrajes diversos, el estudio del suelo y sus propiedades físicas, químicas y biológicas, la identificación de insectos benéficos y plagas agrícolas, entre otras.

Capacitación a personal de la institución

El espacio se utilizó para capacitar al personal de jardinería en la aplicación de prácticas adecuadas de poda y fertilización, así como en la producción y aplicación de compostas, como es el caso de estiércoles provenientes de las Unidades de Producción Pecuaria. Dichas capacitaciones se realizaron con el fin de fortalecer sus competencias en el mantenimiento sostenible de áreas verdes, así como de implementar una mayor eficiencia en el uso del agua de riego. Dichas gestiones ayudaron a mejorar el aspecto físico de jardines y árboles, aprovechando los recursos generados en la misma institución.

El área de Agricultura Sostenible

En la zona de camas biointensivas para la producción de alimentos y de forrajes, las actividades se desarrollaron adoptando los principios de la agroecología, se concibe como una perspectiva teórico-metodológica pluralista, que reconoce como válidas diversas formas de generación de conocimiento, que coordina y orquesta los aportes de diversas disciplinas científicas críticas y formas de conocimiento tradicional con la finalidad de desarrollar y promover sistemas alimentarios sustentables, resilientes y con gobernanza con base local.

En este sentido, la agroecología se concibe como un nuevo campo de conocimientos y una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables. Dentro de este enfoque agroecológico, el método de producción biointensiva de alimentos consideró trabajar y mantener la fertilidad del suelo para la producción de hortalizas, forrajes, plantas medicinales, entre otros cultivos, mediante la construcción de camas de cultivo conformadas por 11 camas elevadas, con dimensiones de 7 x 1 metros y 0.20 m de altura (Figura 2, panel B).

Desde el año 2016 hasta la fecha, se han desarrollado dos ciclos de cultivo al año. También, de acuerdo con las actividades académicas de los programas de enseñanza semestrales y cuatrimestrales, de los ciclos primavera-verano y otoño-invierno, se establecieron cultivos de hortalizas, forrajeros y plantas aromáticas que, al final de la cosecha, han contribuido al conocimiento, la valorización y la promoción de prácticas de cultivo y de mejoramiento de la alimentación de las personas y de la ganadería de la región.

Discusión

Diversos estudios han señalado que los jardines botánicos contemporáneos han evolucionado desde espacios principalmente ornamentales hacía centros estratégicos de conservación ex situ, investigación y educación ambiental (Caballero, 2012). En este sentido, la experiencia desarrollada en la Facultad de Zootecnia y Ecología coincide con esta tendencia al integrar la conservación de la flora xerófila y la producción agroecológica con actividades formativas y de vinculación social. Asimismo, investigaciones sobre educación ambiental han demostrado que los espacios educativos basados en el contacto directo con la naturaleza favorecen procesos de aprendizaje significativo, al permitir que los estudiantes relacionen conceptos teóricos con experiencias prácticas en campo (LEGO Foundation, 2017).

Por otra parte, la integración de prácticas agroecológicas en el jardín coincide con el enfoque de la agroecología como un campo interdisciplinario que articula conocimientos científicos y saberes tradicionales para el manejo sostenible de los agroecosistemas (Altieri y Toledo, 2011). En este sentido, las camas biointensivas, la producción de compostas y lombricompostas, así como la diversificación de cultivos, constituyen estrategias pedagógicas que permiten mostrar alternativas de producción sustentable adaptadas a las condiciones

climáticas del norte de México. Experiencias similares han sido reportadas en huertos universitarios en Estados Unidos y Europa, donde estos espacios se han consolidado como escenarios de aprendizaje experiencial e interdisciplinario, contribuyendo al desarrollo de competencias relacionadas con la sostenibilidad, la colaboración comunitaria y la comprensión de los sistemas socioecológicos (Ober Allen et al., 2008; Williams y Brown, 2012). Al igual que en el caso del Jardín del Desierto, estos proyectos suelen surgir de iniciativas estudiantiles o académicas y evolucionan gradualmente hasta convertirse en programas institucionales de educación ambiental.

Finalmente, investigaciones recientes han destacado el papel de los "living labs" universitarios como espacios donde la docencia, la investigación y la extensión se articulan para abordar problemas ambientales reales en el propio campus (Evans et al., 2015). Desde esta perspectiva, el Jardín del Desierto puede entenderse como un laboratorio vivo que permite experimentar prácticas de agroecología, educación ambiental y conservación en un contexto urbano-periurbano caracterizado por condiciones climáticas áridas.

Conclusión

El Jardín del Desierto, constituye un ejemplo de cómo la construcción de espacios educativos vivos es un proceso gradual y continuo, profundamente ligado a la vocación formativa de la Facultad de Zootecnia y Ecología. A lo largo de casi una década, el proyecto ha evolucionado en infraestructura, alcances y denominación, desde sus primeras iniciativas estudiantiles hasta su consolidación actual, manteniendo como eje central la educación ambiental para la conservación, la sostenibilidad y la vinculación social.

Este proceso ha permitido integrar dimensiones ecológicas, agrícolas, bioculturales y comunitarias, consolidando el Jardín como un laboratorio vivo donde convergen la ciencia, la práctica y la participación social. A través de técnicas agroecológicas, la conservación de la flora nativa, la difusión del conocimiento etnobotánico y la participación estudiantil mediante prácticas, brigadas y visitas guiadas, el espacio se ha convertido en un recurso académico clave para comprender y valorar los ecosistemas áridos del norte de México.

Su fortalecimiento refleja, además, un compromiso institucional sostenido, en el que estudiantes, docentes y diversas dependencias universitarias han contribuido al crecimiento del proyecto, ampliando su impacto educativo y social. Más allá de los cambios de nombre derivados de convocatorias y procesos de evolución, el propósito formativo ha permanecido constante: promover el conocimiento del desierto chihuahuense y fomentar una ciudadanía ambientalmente responsable.

Actualmente, el Jardín del Desierto se consolida como un referente regional en educación ambiental, conservación y resiliencia, alineado con los desafíos contemporáneos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Su evolución demuestra que la construcción de un aula viva requiere tiempo, constancia y visión colectiva, pero también que estos esfuerzos generan impactos duraderos cuando se sustentan en un proyecto educativo sólido.

Referencias bibliográficas

Aguilar, S. A. R., & Lujano, S. S. (2024). Los cactus: patrimonio natural de México. *Revista Digital Universitaria, 25*(2). https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.2.7

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of peasant Studies, 38*(3), 587-612.

Caballero, J. (coord.). (2012). *Jardines Botánicos contribución a la conservación vegetal de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.* Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

CONABIO. (2020). *Capital natural de México: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de conservación.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/

Evans, J., Jones, R., Karvonen, A., Millard, L., & Wendler, J. (2015). Living labs and co-production: university campuses as platforms for sustainability science. *Current Opinion in Environmental Sustainability, 1*6, 1-6.

Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., Cruz-Piñón, G., Duffy, J. P., Frances, A., Hernández, H. M., ... & Gaston, K. J. (2015). High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants, 1*(10), 15142. https://doi.org/10.1038/nplants.2015.142.

INEGI. (2003). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua.* Gobierno de México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224332/702825224332_15.pdf

INEGI. (2022). *Aspectos geográficos de Chihuahua*. Gobierno de México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463913375.pdf

Jara, O. H. (2022). *La sistematización de experiencias: prácticas y teoría para otros mundos posibles.* Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano.

LEGO Foundation. (2017). *Aprendizaje a través del juego: nuestra definición.* Colectivo Primera Infancia.

Ober Allen, J., Alaimo, K., Elam, D., & Perry, E. (2008). Growing vegetables and values: Benefits of neighborhood-based community gardens for youth development and nutrition. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition, 3*(4), 418-439.

Pedrosa, K. M. (2018). *Uso e manejo tradicional de cactaceae em uma região do semiárido da Paraíba.* Universidade Federal da Paraíba. https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13008

Rosas-Aguilar, S. A. & Solorzano- Lujano, S. S. (2024). Los cactus: patrimonio natural de México. *Revista Digital Universitaria, 25*(2).

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

SEP. (1978). *Reglamento para la prestación del servicio social de los estudiantes de las instituciones de educación superior en la República Mexicana.* Secretaría de Educación Pública. Disponible en: https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/5f29a659-4363-41d8-b7d2-f5886b9057c0/reglamento_servicio_social.pdf

Sharma, P., Kumar, P., Sharma, R., Gupta, G., & Chaudhary, A. (2017). Immunomodulators: Role of medicinal plants in immune system. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology, 7*(6), 552.

Williams, D., & Brown, J. (2013). *Learning gardens and sustainability education: Bringing life to schools and schools to life.* Routledge.

Educación agroecológica digital: Aprendizaje Basado en Retos asistido con Inteligencia Artificial en el huerto universitario FACIATEC

Digital Agroecological Education: Challenge-Based Learning Assisted by Artificial Intelligence in the FACIATEC University Garden

Jared Hernández-Huerta[*]
Adriana Isela Torres-Romero[**]
Aldo Gutiérrez Chávez[***]

DOI: http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.10

Resumen

Durante el semestre agosto-diciembre 2024, en la asignatura IH-516 Hortalizas de la carrera de Ingeniero Horticultor de la Universidad Autónoma de Chihuahua, se implementó una experiencia educativa denominada Aprendizaje Basado en Retos asistido con inteligencia artificial generativa ChatGPT (ABR-IA) en el Huerto Universitario FACIATEC. El objetivo fue analizar el efecto del ABR-IA en el aprendizaje agroecológico, las habilidades técnicas y la reflexión ética del estudiantado de horticultura. Para ello, se desarrolló un estudio con enfoque mixto, de alcance descriptivo-evaluativo y con base en la investigación-acción participativa, en el que participaron 34 estudiantes; se aplicó una encuesta final con ítems en escala Likert y preguntas abiertas, cuyos datos se analizaron mediante estadística descriptiva y análisis de contenido temático. Los resultados evidenciaron una comprensión más profunda de los procesos productivos, del trabajo colaborativo y de la reflexión ética sobre las prácticas agrícolas convencionales frente a las agroecológicas. Sin embargo, se identificaron desafíos como la dependencia de respuestas automáticas y la limitada contextualización de la información mediante el uso de la IA. Se concluye que ABR-IA contribuyó al uso del huerto como aula viva, donde convergen la sostenibilidad, la ciencia y la tecnología al servicio de la educación hortícola integral.

Palabras clave: *alfabetización digital, aprendizaje experiencial, desarrollo sostenible, habilidades técnicas, horticultura ecológica.*

[*] Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4634-2172. Correo electrónico: jahuerta@uach.mx
[**] Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4505-098X. Correo electrónico: aitorres@uach.mx
[***] Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Correo electrónico: agutierrezc@uach.mx. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-5343-3320

Abstract

During the August–December 2024 semester, in the course IH-516 Vegetables of the Horticultural Engineering program at the Universidad Autónoma de Chihuahua, an educational experience called Challenge-Based Learning assisted by generative artificial intelligence ChatGPT (CBL-AI) was implemented in the FACIATEC University Garden. The objective was to analyze the effect of CBL-AI on agroecological learning, technical skills, and the ethical reflection of horticulture students. To this end, a mixed-methods study with a descriptive-evaluative scope was conducted, based on participatory action research, involving 34 students. A final survey was administered, including Likert-scale items and open-ended questions, and the data were analyzed using descriptive statistics and thematic content analysis. The results showed a deeper understanding of production processes, collaborative work, and ethical reflection on conventional versus agroecological agricultural practices. However, challenges were identified, such as reliance on automated responses and the limited contextualization of information when using AI. It is concluded that CBL-AI contributed to the use of the garden as a living classroom, where sustainability, science, and technology converge in the service of comprehensive horticultural education.

Keywords: *digital literacy, experiential learning, sustainable development, technical skills, ecological horticulture.*

Introducción

La educación agroecológica se ha consolidado como una estrategia formativa clave frente a los desafíos ambientales, sociales y productivos que enfrenta el sector agroalimentario contemporáneo. En un contexto marcado por la degradación de los recursos naturales, la pérdida de biodiversidad y la necesidad de transitar hacia sistemas productivos sostenibles, la formación de profesionales del área agropecuaria demanda enfoques educativos que promuevan una comprensión sistémica de los agroecosistemas, así como la toma de decisiones contextualizadas y éticamente responsables (Villarruel-Fuentes et al., 2023; FAO, 2020). En este sentido, diversas investigaciones han señalado que los modelos tradicionales de enseñanza en carreras agropecuarias presentan limitaciones para desarrollar habilidades prácticas, pensamiento crítico y capacidades para resolver problemas complejos en contextos reales de producción (Rivadeneira, 2024). Frente a ello, las metodologías activas y el aprendizaje experiencial han mostrado un alto potencial para articular teoría y práctica, favoreciendo procesos formativos más significativos y pertinentes (Fernández et al., 2020).

Paralelamente, la educación superior atraviesa una transformación acelerada, impulsada por la digitalización y la incorporación de tecnologías basadas en la inteligencia artificial (IA). Estudios recientes destacan que la IA está modificando de manera sustantiva los procesos de enseñanza-aprendizaje, particularmente en la búsqueda de información, la construcción de conocimiento y la toma de decisiones académicas (Gavilanes Vásquez et al., 2024; González-Campos et al., 2024). En este contexto, la IA generativa se ha posicionado como una herramienta

emergente con potencial pedagógico, siempre que su uso sea intencional, crítico y éticamente orientado (Crue Universidades Españolas, 2024; Lara-Colon et al., 2024).

Investigaciones empíricas en educación superior han documentado que ChatGPT pueden favorecer la autorregulación del aprendizaje, la metacognición y la autonomía estudiantil cuando se integra como apoyo al proceso formativo y no como sustituto del razonamiento propio (Ojeda, 2023; Segarra-Ciprés et al., 2024; Amaya-Hernández et al., 2025). Sin embargo, también se han identificado riesgos asociados al uso crítico de la IA, tales como la generación de información errónea o descontextualizada, la reproducción de sesgos algorítmicos y la dependencia tecnológica, lo que subraya la necesidad de fortalecer la alfabetización digital crítica en el ámbito universitario (Kasneci et al., 2023; Meza-Arguello et al., 2024; Ryan et al., 2023; Parra Moreno, 2024).

Ante este escenario, la formación en horticultura y ciencias agropecuarias requiere innovar mediante estrategias pedagógicas que integren el aprendizaje experiencial en contextos reales con el uso reflexivo de tecnologías emergentes. El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) ha demostrado ser una metodología eficaz para promover el pensamiento sistémico, la colaboración interdisciplinaria y la resolución de problemas complejos en contextos agronómicos, particularmente cuando se vincula con desafíos reales del entorno productivo (Ruiz-Fernández et al., 2022; Bilbao-Goyoaga et al., 2023). La integración de IA dentro del esquema ABR representa, además, una oportunidad para potenciar el análisis, la creatividad y la construcción de propuestas contextualizadas, siempre que se acompañe de una orientación ética y crítica (Espinoza et al., 2025).

Bajo este marco pedagógico, durante el semestre agosto-diciembre de 2024 se implementó en la asignatura de IH-516 Hortalizas una experiencia educativa denominada Aprendizaje Basado en Retos asistido con Inteligencia Artificial (ABR-IA). Esta iniciativa tuvo como propósito fortalecer el aprendizaje significativo mediante la articulación de conocimientos agronómicos y ecológicos, desarrollados a través de actividades de observación, análisis y toma de decisiones en campo. La inteligencia artificial empleada fue ChatGPT, utilizada como herramienta complementaria para contrastar alternativas de manejo, generar explicaciones, visualizar escenarios productivos y promover la reflexión ética en torno a la agricultura convencional y la agroecológica. El objetivo del estudio fue analizar cómo la implementación del proyecto ABR-IA en el Huerto FACIATEC, mediante trabajo práctico en camas de cultivo y uso crítico de ChatGPT. Lo anterior con la intención de fortalecer el aprendizaje agroecológico, las habilidades técnicas y la reflexión ética del estudiantado de la ingeniería en horticultura de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Métodos

Enfoque del estudio

El estudio adoptó un enfoque metodológico mixto, de carácter pedagógico, que integró principios de la investigación-acción participativa con un diseño evaluativo descriptivo, con el fin de

de analizar la implementación del Aprendizaje Basado en Retos asistido con la Inteligencia Artificial (ABR-IA) ChatGPT en la asignatura IH-516 Hortalizas. La investigación-acción participativa se empleó por su pertinencia en procesos educativos situados, orientados a la reflexión crítica y la transformación de la práctica a partir de la experiencia de los estudiantes (Kemmis et al., 2014).

Contexto y participantes

La investigación se desarrolló durante el semestre agosto-diciembre de 2024 en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas (FACIATEC) de la Universidad Autónoma de Chihuahua, con la participación de 34 estudiantes de la carrera de Ingeniero Horticultor. El estudiantado, de quinto semestre, tenía una edad de 18 a 24 años, presentaron conocimientos agrícolas previos heterogéneos, sin formación sistemática en agroecología ni en el uso educativo de inteligencia artificial.

Escenario educativo y diseño pedagógico (ABR-IA)

El proyecto se desarrolló en el Huerto FACIATEC, concebido como aula viva y laboratorio agroecológico, en consonancia con los principios de la educación agroecológica y el aprendizaje situado, donde el conocimiento se construye a partir de la integración entre contexto, práctica y reflexión crítica (Altieri y Nicholls, 2020). El diseño pedagógico se estructuró mediante el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), una metodología que promueve la resolución de problemas reales, la toma de decisiones informadas y el trabajo colaborativo en contextos auténticos (Servicio de Innovación Educativa de la UPM, 2020). Equipos de cuatro a cinco personas enfrentaron desafíos productivos propios de los sistemas hortícolas agroecológicos bajo el esquema de camas de cultivo (manejo del suelo, producción de plántulas, control biológico, riego, nutrición, cosecha, cálculos de costos y rendimiento), fundamentando sus decisiones en observación directa, registros de campo y evidencia técnica. La inteligencia artificial generativa (ChatGPT) se integró como herramienta de apoyo pedagógico, bajo un enfoque crítico y mediado, coherente con los planteamientos de la IA educativa como andamiaje cognitivo, orientado a fortalecer la comprensión conceptual, la autorregulación del aprendizaje y la reflexión ética, más que la automatización de respuestas (Zawacki-Richter et al., 2019). La teoría se abordó en aula y la práctica en el huerto, favoreciendo la integración de saberes agronómicos, ecológicos y digitales.

Procedimientos y productos de aprendizaje

Cada equipo desarrolló un proyecto integral de producción hortícola en camas de cultivo, que incluyó diseño agroecológico, plan de manejo asistido por la IA, registro semanal de datos, retroalimentación crítica, cosecha y análisis de rendimiento, y un informe técnico final que integró teoría, práctica y reflexión sobre el uso responsable de la inteligencia artificial.

Recolección de datos

Se empleó una encuesta online "ABR-IA" aplicada al finalizar el curso utilizando la herramienta Google Forms [MR]. La encuesta incluyó 41 ítems con escala Likert [1) Totalmente en desacuerdo, 2) En desacuerdo, 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4) De acuerdo y 5) Totalmente de acuerdo] y siete preguntas abiertas organizadas en siete dimensiones: aprendizaje agroecológico, integración de la IA, uso de ChatGPT, trabajo colaborativo, desarrollo de habilidades, ética y valoración general de la experiencia.

Rol del docente-investigador

En coherencia con la investigación-acción participativa, el investigador desempeñó un doble rol: docente y facilitador del proceso formativo. Participó en el diseño, el seguimiento y la retroalimentación de la experiencia ABR-IA. Esta implicación permitió comprender el contexto de manera directa, aunque también pudo influir en la interpretación de los hallazgos, por lo que se consideró adoptar una postura reflexiva durante el análisis.

Análisis de datos

La consistencia interna del instrumento se evaluó mediante el alfa Cronbach (α) y el omega de McDonald (Ω). Asimismo, se calculó el Índice de Aprobación por dimensión (IAP) y el Índice de Acuerdo Intragrupo (IAI/rwg), con el fin de estimar el nivel de consenso entre los participantes en cada dimensión evaluada (James, Demaree y Wolf, 1984; Groves et al., 2009; Hayes y Coutts, 2020).Las respuestas abiertas se analizaron mediante análisis de contenido temático inductivo, con codificación abierta, agrupación de categorías y cuantificación de recurrencias (Braun y Clarke, 2006), lo cual permitió identificar patrones en aprendizajes significativos, dificultades en el uso de IA, reflexiones éticas y propuestas de mejora. Los datos recibieron estadística descriptiva, con agrupación por dimensiones pedagógicas. Se utilizó la Hoja de Cálculo de Microsoft Excel 360 [MR] y el software estadístico JAMOVI 2.5 2.0 (The Jamovi Projet, 2024).

Resultados

Análisis cuantitativo del proyecto ABRI-A

Los resultados del análisis de fiabilidad evidenciaron altos niveles de consistencia interna, lo que respalda la calidad psicométrica del instrumento. El alfa de Cronbach alcanzó un valor de 0.889, indicando que los ítems evalúan de manera coherente un constructo subyacente común. De manera complementaria, el coeficiente omega de McDonald fue igualmente alto (0.902), lo que refuerza la estabilidad de la escala al proporcionar una estimación robusta de la fiabilidad. La convergencia entre ambos coeficientes confirma que el instrumento es adecuado para el análisis de percepciones en un contexto de innovación pedagógica desarrollado en el huerto universitario. En términos descriptivos, la media general de la escala fue de 3.67 ± 0.425, acompañada de una dispersión reducida, lo cual refleja una percepción global favorable y relativamente homogénea.

Contribución del huerto universitario al aprendizaje de la agroecología

Los resultados del estudio muestran una valoración positiva del huerto universitario de la FACIATEC como apoyo al aprendizaje de la agroecología en la asignatura IH-516 Hortalizas. En todos los ítems predominaron las respuestas de acuerdo y totalmente de acuerdo, lo que indica una experiencia formativa útil y significativa (Figura 1A).

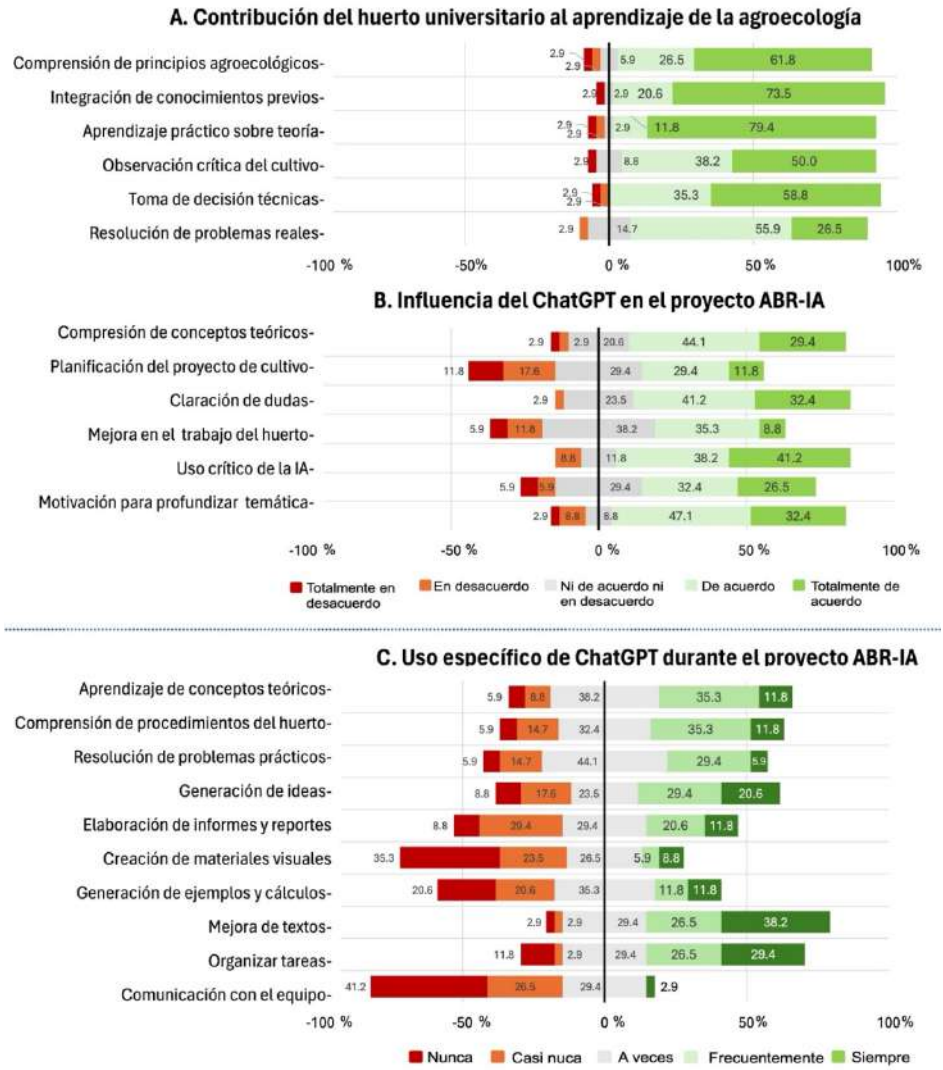


Figura 1. Resultados de la encuesta Likert aplicada al proyecto ABR-IA por dimensión. Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Los valores corresponden al porcentaje de respuestas por categoría de la escala Likert (n=34).

El mayor consenso se observó en el fortalecimiento del aprendizaje práctico frente a clases de solo teoría (91.2 %) y en la integración de conocimientos previos (94.1 %). Esto sugiere que el huerto permitió vincular contenidos de distintas asignaturas con situaciones reales de cultivo. También sobresalieron la comprensión de los principios de la agricultura ecológica (88.3 %) y la comparación crítica entre el manejo agroecológico y el convencional (88.2 %). Este resultado indica que la experiencia en el huerto no se limitó a ejecutar actividades, sino que también promovió el análisis y la reflexión técnica. Por otra parte, en la toma de decisiones basada en observación directa y datos de campo alcanzó el 94.1 % de respuestas favorables. Esto puede relacionarse con el valor del huerto como espacio en el que el estudiantado observa, interpreta y actúa sobre situaciones concretas del cultivo. Finalmente, la capacidad para identificar y resolver problemas reales del cultivo mostró un 82.4 % de respuestas positivas, además del mayor nivel de neutralidad (14.7 %). Esto podría indicar que esta competencia requiere más tiempo, práctica continua y acompañamiento. Lo anterior, muestra que el huerto universitario contribuyó de forma importante al aprendizaje agroecológico. Su principal aporte fue articular saberes, fortalecer la reflexión crítica y favorecer la aplicación del conocimiento en condiciones reales.

Influencia del ChatGPT en el proyecto ABR-IA

Los resultados de la dimensión B muestran una valoración mayormente favorable del uso de ChatGPT en el proyecto ABR-IA (Figura 1B). Sin embargo, su aporte fue más claro en el aprendizaje conceptual que en las tareas prácticas del huerto. Las respuestas más positivas se concentraron en la identificación de las limitaciones de la IA y en la conveniencia de seguir utilizándola en la asignatura, con 79.4 y 79.5 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el estudiantado no consideró la herramienta de manera crítica. Más bien, desarrolló una postura reflexiva al reconocer tanto su utilidad como la necesidad de verificar la información generada. También se obtuvo alta aceptación en la aclaración rápida de dudas y en la comprensión de conceptos teóricos, con 73.6 y 73.5 % de respuestas favorables, respectivamente. Este patrón indica que ChatGPT fue percibido como un recurso accesible para reforzar contenidos, resolver inquietudes inmediatas y acompañar el aprendizaje más allá de la clase. En contraste, la planificación del proyecto de producción y la mejora del trabajo en el huerto presentaron niveles de acuerdo más moderados, con 41.2 y 44.1 %, además de una neutralidad relativamente alta. Esto podría relacionarse con el hecho de que las decisiones de manejo requieren observación directa, experiencia práctica y comprensión del contexto del cultivo. Por ello, la IA parece funcionar mejor como apoyo que como sustituto del trabajo de campo.

Por otra parte, la motivación para profundizar en temas de horticultura obtuvo el 58.9 % de respuestas favorables. Esto refleja un efecto positivo, aunque menos sólido que el observado en la comprensión teórica y en la verificación crítica. Los hallazgos muestran que ChatGPT fortaleció principalmente el aprendizaje conceptual, la consulta rápida y la reflexión crítica. Su impacto fue menor en los componentes operativos y las aplicaciones del trabajo en el huerto.

Uso específico de ChatGPT durante el proyecto ABR-IA

Los resultados de la dimensión C muestran un uso diferenciado de ChatGPT según la tarea realizada (Figura 1C). La herramienta se empleó con mayor frecuencia en actividades de apoyo académico individual que en funciones colaborativas o de producción visual. Los usos más frecuentes se concentraron en la retroalimentación de textos y en la organización de tareas. En ambos casos, 64.7 y 55.9 % reportaron usarla siempre o frecuentemente. Esto sugiere que ChatGPT fue valorado principalmente como apoyo para estructurar ideas, mejorar la redacción y organizar actividades. Su utilidad parece haber sido mayor en tareas de acompañamiento académico que requieren claridad y secuencia. También destacó su uso para generar ideas, mapas conceptuales, esquemas o resúmenes, con 50.0 % de uso frecuente o constante. Este resultado indica que la herramienta favorece los procesos de estudio, de síntesis y de preparación de productos académicos. Por otro lado, para aprender conceptos teóricos y entender procedimientos técnicos del huerto, el uso frecuente o constante fue de 47.1 % en ambos casos. Esto muestra que ChatGPT funcionó como recurso de consulta, aunque no necesariamente como recurso de uso permanente.

En la resolución de problemas prácticos del proyecto predominó la opción "a veces", con un 44.1 %, mientras que solo un 35.3 % lo usó siempre o frecuentemente. Esto podría indicar que, ante problemas reales, el estudiantado recurrió a la IA de forma complementaria y no como fuente principal para la toma de decisiones. Un patrón similar se aplicó en la elaboración de informes y de productos escritos del huerto. Aunque 32.4 % lo usó siempre o frecuentemente, también hubo respuestas distribuidas entre "a veces" y "casi nunca", lo que sugiere un uso moderado y selectivo. Los menores niveles de uso aparecieron en la creación de presentaciones o materiales visuales, en la generación de cálculos o simulaciones, y en la mejora de la comunicación del equipo. En estos rubros predominaron las respuestas de uso ocasional o nulo. Destaca especialmente la comunicación en equipo, en la que el 67.7 % señaló que casi nunca o nunca usa ChatGPT con ese fin. Esto sugiere que la herramienta fue percibida como un apoyo individual de aprendizaje, más que como mediadora de la interacción grupal. Los hallazgos muestran que ChatGPT se integró sobre todo en tareas de estudio, redacción y organización. Su uso fue menor en actividades que exigen interacción colectiva, elaboración visual especializada o resolución técnica compleja en campo.

Trabajo colaborativo y gestión del proyecto ABR-IA

Los resultados de la dimensión A muestran una valoración positiva del trabajo colaborativo durante el proyecto (Figura 2A). En general, el estudiantado percibió que la dinámica grupal favoreció la participación, la organización y la toma de decisiones en el huerto. El resultado más sólido correspondió al sentido de pertenencia al equipo y al proceso de producción, con 94.1 % de respuestas en siempre o frecuentemente. Esto sugiere una participación e involucramiento reales en las tareas del proyecto. También destacó la utilidad de la discusión colectiva para tomar mejores decisiones durante el manejo de la cama de cultivo, con 82.4 % de respuestas frecuentes

o constantes. Esto indica que el intercambio entre pares fortaleció el análisis y la resolución compartida de situaciones prácticas. La organización de actividades en el huerto también recibió una valoración favorable, con el 70.6 % de las respuestas en siempre o frecuentemente. Esto puede relacionarse con una dinámica de trabajo que permitió coordinar acciones y dar seguimiento a las labores del cultivo.

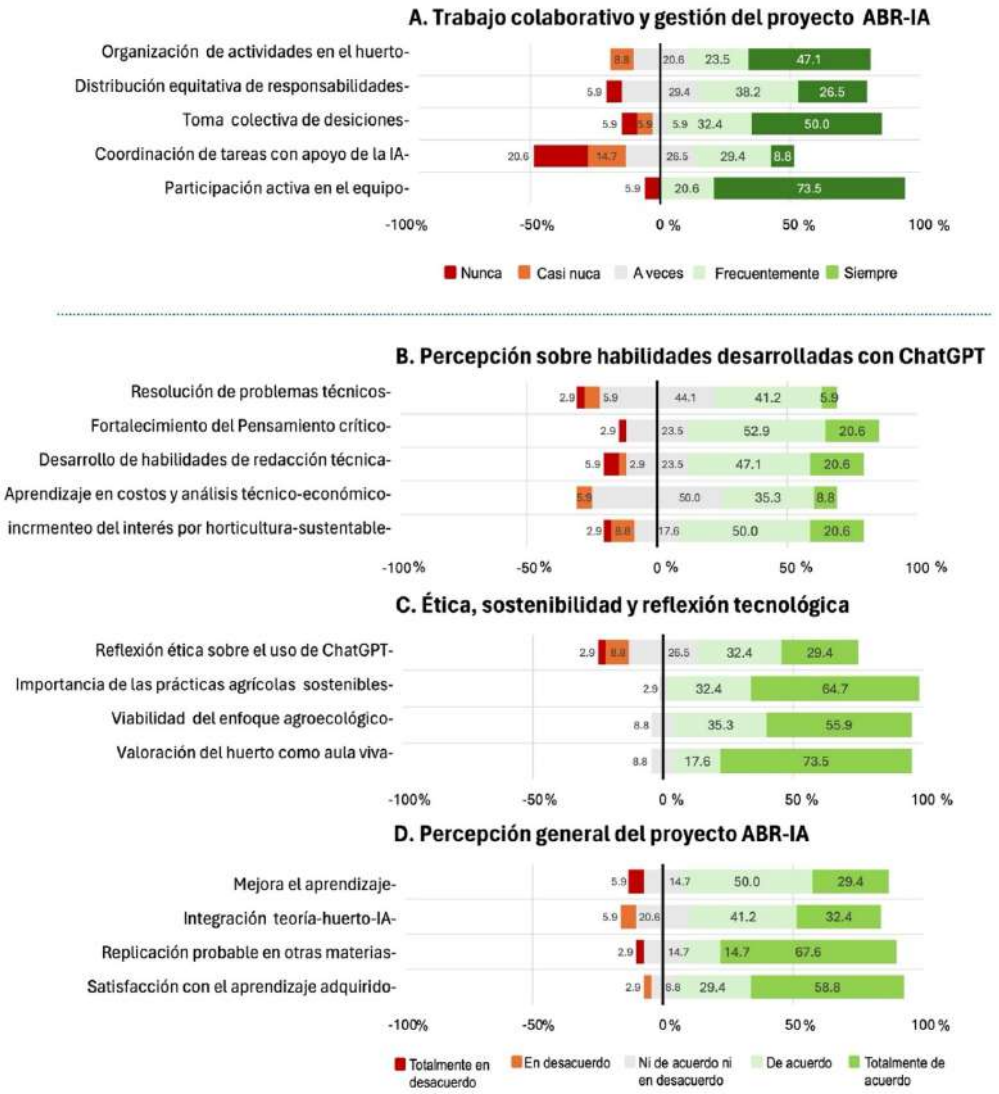


Figura 2. Resultados de la encuesta Likert aplicada al proyecto ABR-IA por dimensión. Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Los valores corresponden al porcentaje de respuestas por categoría de la escala Likert (n=34).

En cuanto a la distribución equitativa de responsabilidades, mostró una tendencia positiva, aunque menos marcada, con un 64.7 % de respuestas favorables. Esto podría indicar que, aunque hubo colaboración, la asignación de tareas no siempre fue percibida como equilibrada. El aspecto más débil fue el apoyo de la IA en la coordinación interna del equipo, con solo 38.2 % de uso frecuente o siempre. Además, el 35.3 % señaló que casi nunca o nunca cumplió esa función. Este resultado sugiere que la coordinación grupal dependió más de la interacción directa entre los integrantes que del uso de herramientas de IA. Es posible que ChatGPT se perciba más como apoyo individual que como un recurso de gestión colectiva. Los hallazgos muestran que el proyecto fortaleció el trabajo en equipo, especialmente en la participación y la toma de decisiones compartidas. En contraste, la IA tuvo una contribución más limitada a la coordinación interna del grupo.

Percepción sobre habilidades desarrolladas con ChatGPT

Los resultados de la dimensión B muestran una valoración favorable, aunque más moderada que en las dimensiones anteriores (Figura 2B). En general, ChatGPT fue percibido como un apoyo útil para fortalecer las habilidades académicas y analíticas vinculadas al proyecto. El resultado más sólido correspondió al fortalecimiento del pensamiento crítico al contrastar información de ChatGPT con observaciones del huerto, con 73.5 % de respuestas favorables. Esto sugiere que la herramienta no solo aportó información, sino que también estimuló procesos de comparación y verificación. También destacó el desarrollo de habilidades para redactar informes técnicos con claridad, con 67.7 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Este hallazgo indica que ChatGPT sirvió de apoyo para mejorar la organización y la precisión de la comunicación escrita.

El incremento del interés por la horticultura sustentable alcanzó el 70.6 % de respuestas positivas. Esto puede relacionarse con que la interacción con la herramienta amplió los temas de consulta y reforzó la conexión entre teoría, producción y sostenibilidad. En la capacidad para resolver problemas prácticos en horticultura, el 47.1 % expresó acuerdo o total acuerdo, mientras que el 44.1 % se mantuvo neutral. Este patrón sugiere un efecto positivo, pero todavía no está consolidado en la aplicación práctica. En contraste, el aspecto menos consistente fue el aprendizaje para estimar costos de producción y realizar análisis técnico-económicos. Aunque el 44.1 % estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo, la mitad del estudiantado respondió de forma neutral. Esto podría indicar que esas competencias requieren un mayor acompañamiento metodológico y ejercicios específicos. La IA puede apoyar la comprensión inicial, pero no sustituye la práctica guiada en cálculos y análisis productivos. Los resultados muestran que ChatGPT tuvo un mayor impacto en la reflexión crítica, la redacción técnica y el interés por la horticultura sustentable. Su contribución fue menos clara en habilidades aplicadas de resolución práctica y de análisis económico.

Ética, sostenibilidad y reflexión tecnológica

Los resultados de la dimensión C muestran una valoración ampliamente positiva de los componentes éticos, sostenibles y reflexivos promovidos por la experiencia ABR-IA (Figura 2C). En general, predominaron las respuestas de acuerdo y totalmente de acuerdo en todos los ítems. El resultado más sólido fue la valoración del huerto universitario como "aula viva", con un 91.1 % de respuestas favorables. Esto sugiere que el estudiantado reconoció el valor del aprendizaje situado, basado en la práctica y en el contacto con situaciones reales. También destacó la comprensión de la importancia de adoptar prácticas agrícolas sostenibles, con 97.1 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Este hallazgo indica una alta sensibilización hacia formas de producción con mayor responsabilidad ambiental. De manera similar, el 91.2 % consideró que el enfoque agroecológico es una alternativa viable en contextos reales de producción. Esto puede relacionarse con la experiencia directa en el huerto, que permitió observar su aplicación en un entorno concreto. La reflexión sobre las implicaciones éticas del uso de ChatGPT obtuvo un 61.8 % de respuestas favorables y un 26.5 % de respuestas neutrales. Aunque la tendencia fue positiva, este fue el resultado menos sólido de la dimensión. Esto podría indicar que la reflexión ética no surge automáticamente al usar la IA. Más bien, requieren espacios intencionales de análisis para discutir sus alcances, riesgos y criterios de uso responsable. Los resultados muestran que la experiencia fortaleció la valoración del huerto como espacio formativo, la comprensión de la sostenibilidad y la aceptación del enfoque agroecológico. Su efecto fue menos contundente en la reflexión ética sobre la IA, aunque también resultó favorable.

Evaluación general del proyecto ABR-IA

Los resultados de la percepción del estudiantado muestran una valoración ampliamente positiva del proyecto ABR-IA. En todos los ítems predominaron las respuestas favorables, lo que indica la aceptación de la estrategia y la satisfacción con la experiencia formativa. El mayor consenso apareció en la propuesta de replicar este tipo de proyectos en otras materias, con 82.3 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el estudiantado percibió la experiencia como relevante y con potencial de aplicación en el programa. También destacó la satisfacción con los aprendizajes adquiridos, con 88.2 % de respuestas positivas. Este resultado indica que el proyecto dejó una percepción favorable de los logros alcanzados y del valor formativo de la experiencia.

La estrategia ABR-IA mejoró el aprendizaje respecto a experiencias tradicionales, según el 79.4 % del estudiantado. Esto puede relacionarse con la integración de la práctica, la reflexión y el uso de herramientas digitales en un mismo proceso de aprendizaje. La combinación teoría-huerto-IA fue considerada adecuada por el 73.6 % de las respuestas. Aunque la tendencia fue positiva, la presencia de neutralidad sugiere que aún hay aspectos por ajustar en la articulación entre sus componentes. Lo anterior evidencia una percepción general favorable del proyecto ABR-IA. Su principal fortaleza parece residir en la integración pedagógica de la teoría, la práctica y la IA en una experiencia significativa.

Índice de Aprobación e Índice de Acuerdo Intragrupo por dimensión

Los resultados muestran diferencias claras entre las dimensiones en cuanto al nivel de aprobación del estudiantado. Sin embargo, el rwg fue alto en todos los casos, lo que indica una consistencia interna aceptable en las valoraciones emitidas (Figura 3).

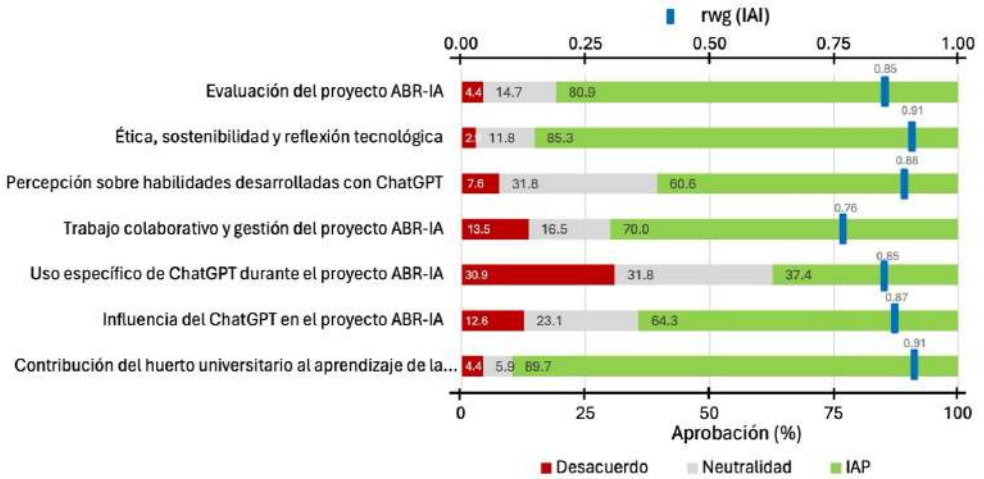


Figura 3. Perfil de percepción del estudiante sobre la experiencia ABR-IA en el huerto universitario, expresado mediante el índice de aprobación (IAP), neutralidad y desacuerdo. Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Índice de acuerdo intragrupal (IAI) donde los valores de rwg indican el grado de consenso por dimensión. Los valores corresponden al porcentaje de respuestas por dimensión (n=34).

La dimensión con mayor aprobación fue *Contribución del huerto universitario al aprendizaje de la agroecología*, con un IAP de 89.7 %. Además, presentó un rwg de 0.91, lo que sugiere un acuerdo muy sólido entre los participantes. Un resultado similar apareció en *Ética, sostenibilidad y reflexión tecnológica*, con un IAP de 85.3 % y un rwg de 0.91. Esto indica que, además de una alta valoración, hubo un consenso claro sobre la relevancia formativa de esta dimensión. La *Evaluación del proyecto ABR-IA* también mostró una percepción favorable, con un IAP de 80.9 % y un rwg de 0.85. Esto sugiere que el proyecto fue bien valorado en términos generales y con niveles de acuerdo consistentes. En el caso del *Trabajo colaborativo y gestión del proyecto ABR-IA*, el IAP fue de 70.0 %, con el rwg más bajo de todas las dimensiones de 0.76, aunque aceptable. Esto podría indicar experiencias más heterogéneas entre los equipos en cuanto a organización y coordinación.

Por otra parte, la *Influencia del ChatGPT en el proyecto ABR-IA* alcanzó un IAP de 64.3% y un rwg de 0.87. Este resultado muestra una valoración moderadamente positiva, acompañada de una neutralidad relativamente alta (23.1%). La dimensión *Percepción sobre habilidades desarrolladas con ChatGPT* presentó un IAP de 60.6 % y un rwg de 0.88. Aunque predominó una tendencia favorable, la neutralidad fue elevada (31,8 %), lo que sugiere que parte del estudiantado no percibió con claridad dichos avances. La dimensión con menor aprobación fue

Uso específico de ChatGPT durante el proyecto ABR-IA, con un IAP de 37.4%, así como los mayores niveles de desacuerdo (30.9 %) y neutralidad (31.8 %). Esto sugiere un uso menos frecuente, más selectivo o menos homogéneo de la herramienta.

Análisis cualitativo del proyecto ABR-IA

El análisis de las respuestas abiertas evidenció que la experiencia ABR-IA promovió un aprendizaje predominantemente práctico, contextualizado y crítico (Tabla 1). El aprendizaje en campo fue identificado como el principal logro del proyecto por el 79 % de los estudiantes, lo que destaca la comprensión directa de los procesos productivos y de los problemas reales del cultivo. Esta percepción se resume en expresiones como: "Aprendí de manera práctica cómo se ven los problemas del cultivo ya en campo" y "Por más sencillo que parezca alguno de los pasos, es necesario realizarlo adecuadamente para que el cultivo funcione". El 68 % resaltó la importancia del desarrollo de habilidades para el manejo de plagas, el riego y las deficiencias nutricionales, con frases como: "Resolver problemas que se presentan en campo fue lo más importante del proyecto". Asimismo, más de la mitad de los estudiantes (56 %) señaló una integración entre la teoría y la práctica, al aplicar conocimientos previos en un contexto productivo real. Por otro lado, el 41 % identificó el fortalecimiento del pensamiento crítico al analizar decisiones técnicas y resultados observados en el huerto.

Tabla 1. *Análisis sobre la experiencia estudiantil con ABR-IA en el huerto universitario*

Preguntas abiertas y análisis cualitativo		
1. ¿Qué fue lo que más aprendiste durante el proyecto ABR-IA en las camas de cultivo?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Aprendizaje práctico en campo	27	79 %
Resolución de problemas reales	23	68 %
Integración teoría-práctica	19	56 %
Planificación y gestión del cultivo	16	47 %
Pensamiento crítico	14	41 %
1. ¿Qué dificultades enfrentaste con la IA (ChatGPT) y cómo las solucionaste?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Información errónea o imprecisa	24	72 %
Verificación con fuentes académicas/ docentes	22	65 %
Aprender a formular mejores preguntas	15	44 %
Uso crítico de la IA	17	50 %
Sin dificultades reportadas	6	18 %
2. ¿Qué elementos del manejo agroecológico te parecieron más útiles o interesantes?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Reducción/eliminación de agroquímicos	26	76 %
Control biológico de plagas	22	65 %
Uso de microorganismos benéficos	19	56 %
Manejo del suelo	18	53 %
Sustentabilidad del sistema	21	62 %
3. ¿Qué mejorarías en futuras ediciones del proyecto (producción de hortalizas en camas de cultivo)?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Mayor espacio de cultivo	20	59 %

Mejor manejo del tiempo	14	41 %
Mejor infraestructura	13	38 %
Mayor diversidad de cultivos	12	35 %
No cambiaría nada	8	24 %
4. ¿Cómo integraste la información de ChatGPT con tu experiencia práctica en el huerto?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Comparación IA-campo	24	71 %
IA como herramienta de apoyo	21	62 %
Organización de información	18	53 %
Apoyo en toma de decisiones	16	47 %
Uso limitado de IA	7	21 %
5. ¿De qué manera esta experiencia influyó en tu visión sobre la agricultura sostenible?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Mayor conciencia ambiental	25	74 %
Viabilidad de la agroecología	23	68 %
Producción sin agroquímicos	21	62 %
Subsistencia familiar	17	50 %
Motivación personal/profesional	19	56 %
6. Describe un ejemplo concreto de cómo ChatGPT te ayudó en alguna actividad del huerto.		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Identificación y manejo de plagas	22	65 %
Cálculos técnicos	18	53 %
Organización de reportes	16	47 %
Planificación del cultivo	14	41 %
Redacción académica	13	38 %

Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Las categorías emergentes se obtuvieron mediante codificación inductiva. Los porcentajes no son mutuamente excluyentes (n=34).

En cuanto al uso de la inteligencia artificial, el 71 % de los estudiantes reportó dificultades asociadas a información errónea o imprecisa generada por ChatGPT, particularmente en diagnósticos y cálculos técnicos, señalando que "la información no siempre es correcta". No obstante, esta limitación derivó en efectos formativos positivos, ya que el 65 % recurrió a verificar la información mediante libros, artículos académicos o la consulta con docentes: "Aprendí a investigar más cuando algo no se me hacía coherente". Además, el 50 % manifestó haber desarrollado un uso crítico de la IA, reconociéndola como una herramienta de apoyo y no como sustituto del criterio técnico: "La IA ayuda mucho, pero debemos saber utilizarla y no dejarle todo". Estos hallazgos evidencian un proceso de alfabetización digital crítica.

En cuanto al manejo agroecológico, los resultados muestran una alta valoración de sus principios. La reducción o eliminación de agroquímicos fue mencionada por el 76 % del estudiantado, junto con el control biológico de plagas (65 %) y el uso de microorganismos benéficos (56 %). Estas percepciones se reflejan en afirmaciones como: "No hace falta tanta química para una buena producción" y "es posible controlar plagas sin dañar el medio ambiente", lo que indica una comprensión integral de la agroecología como enfoque productivo y ético. En relación con las áreas de mejora, el 59 % de los estudiantes sugirió contar con mayor espacio o área de cultivo, seguido por propuestas de mejor manejo del tiempo (41 %) y mejoras en

infraestructura (38 %). Sin embargo, resulta relevante que un 24 % expresó una valoración plenamente positiva de la experiencia, señalando que "todo el proyecto está bien estructurado".

La integración entre la IA y la experiencia práctica se caracterizó por la comparación constante entre la información generada por ChatGPT y la observación en campo, reportada por el 71 % del estudiantado. Esta estrategia permitió validar decisiones técnicas y fortalecer el aprendizaje autónomo: "comparaba lo que decía ChatGPT con lo que veía en la cama de cultivo". Además, el 62 % utilizó la IA como herramienta de apoyo para organizar ideas y tomar decisiones, y el 53 % destacó su utilidad para organizar información, especialmente en reportes y bitácoras. Finalmente, la experiencia ABR-IA influyó de manera significativa en la visión del estudiantado sobre la agricultura sostenible. El 74 % manifestó una mayor conciencia ambiental y el 68 % reconoció la viabilidad de los sistemas agroecológicos, destacando que "se puede hacer mucho con poco". Asimismo, el 56 % expresó una motivación personal y profesional, lo que evidencia un impacto que trasciende el aprendizaje técnico y se proyecta hacia la identidad profesional futura.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que el proyecto ABR-IA desarrollado en el Huerto Universitario FACIATEC operó no solo como una actividad práctica complementaria, sino también como un entorno formativo integral en el que se articularon conocimientos disciplinares, experiencia situada y reflexión socioambiental. En este sentido, el huerto funcionó como un aula viva que permitió al estudiantado vincular la teoría con la práctica mediante procesos de observación, análisis y toma de decisiones en condiciones reales de cultivo. Esta interpretación coincide con investigaciones que señalan que los huertos escolares y universitarios adquieren un alto valor pedagógico cuando se orientan explícitamente al aprendizaje agroecológico, a la formación para la sostenibilidad y a la vinculación con problemas concretos del entorno (Morales et al., 2019; Parra Nieto y Gómez-Gonçalves, 2021; Zuazagoitia et al., 2024).

Desde esta perspectiva, un aporte de este estudio fue mostrar que el aprendizaje agroecológico se fortaleció cuando el estudiantado dejó de aproximarse al conocimiento como un contenido exclusivamente declarativo y comenzó a movilizarlo como una competencia situada. La experiencia en camas de cultivo favoreció la comprensión de principios agroecológicos, la toma de decisiones basadas en la observación directa y el análisis crítico de las diferencias entre el manejo agroecológico y el convencional. Estos hallazgos son consistentes con trabajos que documentan que los huertos educativos promueven aprendizajes significativos al integrar dimensiones técnicas, ecológicas y éticas en el proceso formativo (Morales et al., 2019; Castro-Martínez et al., 2023; Fontalvo-Buelvas et al., 2024). Sin embargo, la menor percepción de integración con los saberes de otras asignaturas sugiere que la interdisciplinariedad no emerge automáticamente por el mero hecho de trabajar en un espacio práctico. Más bien, requiere una didáctica intencional, con actividades puente, criterios de evaluación y una mayor articulación curricular entre las unidades de aprendizaje. En ese sentido, la literatura sobre

educación para la sostenibilidad y huertos universitarios ha señalado que la transversalidad se construye institucionalmente y no depende únicamente de la buena disposición del alumnado ni del potencial formativo del contexto (Fontalvo-Buelvas et al., 2024; Fontalvo-Buelvas et al., 2025).

En relación con la integración de ChatGPT, los resultados indican que su principal fortaleza estuvo en el acompañamiento del aprendizaje conceptual, la rápida aclaración de dudas, la organización de ideas y la mejora de la redacción técnica. Pero su contribución fue más limitada en la toma de decisiones prácticas directamente vinculadas al manejo del huerto. Este patrón sugiere que la IA generativa no reemplazó la experiencia de campo, sino que funcionó como recurso de apoyo para ampliar las explicaciones, contrastar alternativas y favorecer procesos de consulta autónoma. Esta tendencia coincide con estudios en educación superior que reportan que ChatGPT puede fortalecer la autorregulación, la autonomía y el andamiaje cognitivo cuando su uso se orienta pedagógicamente y no se asume como sustituto del razonamiento disciplinar (Zawacki-Richter et al., 2019; Segarra-Ciprés et al., 2024; Amaya-Hernández et al., 2025). De igual manera, respalda el planteamiento que señala el potencial de la IA generativa como herramienta emergente de apoyo al aprendizaje, siempre que su incorporación sea crítica, intencional y mediada por el docente (Crue Universidades Españolas, 2024; Tlili et al., 2023).

Un hallazgo importante fue que las limitaciones de la IA no debilitaron necesariamente la experiencia formativa, sino que abrieron oportunidades para el desarrollo de la alfabetización digital crítica. El hecho de que el estudiantado reconociera la necesidad de verificar la información generada por ChatGPT y contrastarla con la observación de campo muestra que la herramienta fue asumida, al menos en parte, desde una postura reflexiva y no meramente instrumental. Esto resulta relevante en el contexto universitario actual, donde diversos autores advierten que el uso educativo de la IA conlleva riesgos asociados a información errónea, descontextualización, sesgos y dependencia tecnológica, especialmente cuando no existen mediaciones pedagógicas claras (Ryan et al., 2023; Meza-Arguello et al., 2024; Parra Moreno, 2024). Por ello, más que entender la IA únicamente como innovación tecnológica, este estudio sugiere que su verdadero valor educativo puede radicar en su capacidad para propiciar procesos de contraste, evaluación y juicio crítico. En este punto, la experiencia analizada se acerca a los enfoques que conciben la alfabetización crítica digital como una condición necesaria para el uso formativo y ético de tecnologías emergentes en la educación superior (Meza-Arguello et al., 2024; Castro et al., 2024).

Por otra parte, el trabajo colaborativo fue uno de los componentes mejor valorados del proyecto. La alta percepción de la participación, la organización del equipo y la utilidad de la discusión colectiva para tomar decisiones evidenciaron que el aprendizaje en el huerto se mantiene, en gran medida, mediante dinámicas de interacción entre los estudiantes. Esto sugiere que el componente retador del ABR favorece no solo la resolución de problemas productivos, sino también la corresponsabilidad y la construcción colectiva de decisiones. Lo anterior coincide con estudios que describen el Aprendizaje Basado en Retos como una metodología eficaz para

fortalecer la colaboración, el pensamiento sistémico y la resolución de problemas complejos en contextos auténticos (Ruiz-Fernández et al., 2022; Bilbao-Goyoaga et al., 2023). Sin embargo, el menor uso de la IA para coordinar internamente al equipo sugiere que ChatGPT fue percibido principalmente como apoyo individual para el estudio y no como una herramienta de mediación grupal. Esto permite identificar el papel de la IA en experiencias colaborativas: puede enriquecer tareas de consulta, redacción o planificación, pero no sustituir los procesos interpersonales de negociación, organización y toma de acuerdos, que son centrales en el trabajo en equipo.

En cuanto al desarrollo de habilidades, los resultados sugieren que la experiencia ABR-IA tuvo mayor impacto en la redacción técnica, el pensamiento crítico y el interés por la horticultura sustentable que, en competencias aplicadas más complejas, como la estimación de costos o la resolución de problemas prácticos en su dimensión más amplia. Este hallazgo es coherente con el tipo de mediación que ofrece la IA generativa: una ayuda útil para organizar información, reformular ideas o ampliar explicaciones, pero insuficiente por sí sola para reemplazar procesos formativos que requieren práctica reiterada, acompañamiento docente y razonamiento técnico contextualizado. En consecuencia, la evidencia obtenida en este estudio respalda la idea de que la incorporación de ChatGPT en la educación agrícola puede enriquecer ciertos procesos cognitivos y comunicativos, pero su aprovechamiento más profundo depende del diseño pedagógico que lo encuadre en actividades situadas, de criterios de evaluación claros y de objetivos formativos explícitos (Zawacki-Richter et al., 2019; Segarra-Ciprés et al., 2024; Espinoza et al., 2025).

Asimismo, la dimensión ética y de sostenibilidad mostró que el proyecto ABR-IA fue más allá de la mera enseñanza de contenidos técnicos. La alta valoración del huerto como aula viva, el reconocimiento de la importancia de las prácticas agrícolas sostenibles y la aceptación del enfoque agroecológico como alternativa viable indican que la experiencia favoreció una comprensión más amplia del quehacer hortícola, vinculada a la responsabilidad ambiental y a formas de producción más conscientes. Este resultado es relevante porque sitúa la formación hortícola en una perspectiva sistémica, donde el aprendizaje no se limita al rendimiento del cultivo, sino que incorpora preguntas sobre el tipo de agricultura que se desea promover y sobre el papel de la tecnología en dicha transición. Esta visión es congruente con los postulados de la agroecología como enfoque para la reconstrucción de sistemas productivos más sostenibles y con la necesidad de formar profesionales capaces de tomar decisiones contextualizadas y éticamente responsables (Altieri y Nicholls, 2020; Villarruel-Fuentes et al., 2023). No obstante, aunque la reflexión ética sobre el uso de ChatGPT fue favorable, su intensidad fue menor que la observada en los componentes de sostenibilidad y de valoración del huerto. Esto sugiere que la ética de la IA no emerge de manera espontánea y que requiere espacios pedagógicos para discutir sus alcances, límites y riesgos en la educación agrícola (Crue Universidades Españolas, 2024; Tlili et al., 2023).

Finalmente, la valoración global del proyecto y la disposición del estudiantado para replicar la estrategia en otras asignaturas refuerzan la pertinencia del modelo ABR-IA como propuesta

de innovación educativa en horticultura. La combinación de teoría, práctica en el huerto y uso pedagógico de la IA fue percibida como una experiencia formativa significativa, lo que sugiere que este tipo de diseños puede contribuir a una formación más activa, reflexiva e integral. Estos hallazgos permiten sostener que el modelo ABR-IA no debe entenderse como una simple incorporación tecnológica al aula, sino como una estrategia pedagógica situada que articula el aprendizaje experiencial, la sostenibilidad, el trabajo colaborativo y la alfabetización digital crítica. Su principal aporte radica en mostrar que la IA puede integrarse en programas agropecuarios de manera formativa cuando se subordina al contexto, a la mediación docente y a la experiencia práctica real. A partir de ello, se recomienda ampliar su implementación en otros espacios curriculares y complementar futuras experiencias con evaluaciones longitudinales que permitan valorar con mayor precisión sus efectos sostenidos en las competencias técnicas, críticas y éticas del estudiantado.

Conclusión

Los resultados indican que el proyecto ABR-IA fortaleció el aprendizaje agroecológico y técnico del estudiantado mediante la integración del huerto universitario, el trabajo práctico en camas de cultivo y el uso crítico de ChatGPT como apoyo pedagógico. La experiencia favoreció la comprensión de principios agroecológicos, la toma de decisiones a partir de observaciones de campo, el trabajo colaborativo y la valoración del huerto como aula viva. ChatGPT ayudó en la comprensión conceptual, la organización académica y la verificación de la información, pero su contribución fue menor en la resolución de problemas prácticos y en la coordinación interna de los equipos.

Estos hallazgos deben interpretarse con cautela, porque el estudio se realizó en una sola asignatura, con una muestra reducida, en una sola institución y durante un único semestre académico. Además, los resultados se basan principalmente en percepciones estudiantiles obtenidas al finalizar la experiencia, por lo que no permiten establecer efectos causales ni generalizar los hallazgos a otros contextos formativos.

Se recomienda realizar estudios comparativos con y sin apoyo de IA, incorporar diseños pretest-postest y sumar evidencias de desempeño académico, técnico y reflexivo, además de las autopercepciones del estudiantado. También es pertinente ampliar la aplicación del modelo ABR-IA a otras asignaturas, cohortes e instituciones, con el fin de valorar su impacto formativo en distintos contextos y a mediano plazo.

Referencias bibliográficas

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, *47*(5), 881-898. https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891

Amaya-Hernández, A., Caicedo-Plúa, E., & Rojas-Yumisaca, C. (2025). *Inteligencia Artificial y Educación. El Rol del Chatbot en el Aprendizaje Autónomo.* Religacion Press. https://press.religacion.com/index.php/press/catalog/book/292

Bilbao-Goyoaga Arenas, A., González-Laskibar, X., & Barandiaran Galdós, M. (2023). Sustainability and challenge-based learning in higher education. *Journal of Management and Business Education,* 6(3), 268-288. https://doi.org/10.35564/jmbe.2023.0015

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research In Psychology*, *3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Castro-Martínez, O. R., Velázquez-Cigarroa, E., & Fontalvo-Buelvas, J. C. (coords.) (2023). *Agricultura, huertos educativos y transformaciones socioecológicas: Experiencias significativas en México.* Azul de Samarcanda Ediciones. https://bit.ly/43FcdAP

Castro, L., Alfaro, P., & Díaz, M. (2024). Inteligencia artificial en educación: innovación radical para la personalización y la autonomía. *Revista Científica,* 2(3). https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10186009.pdf

Crue Universidades Españolas. (2024). *La inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria*. https://www.crue.org/wp-content/uploads/2024/03/Crue-Digitalizacion_IA-Generativa.pdf

Espinosa, M. A., Loayza, C., & Romero, D. (2025). Inteligencia artificial en la educación agrícola: un análisis de los modelos de aprendizaje personalizado. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ), 3*(1), 1-18. https://mlaj-revista.org/index.php/journal/article/view/68

FAO. (2020). *Enfoque sistémico aplicado al desarrollo agrícola.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/4/y4936s/y4936s03.htm

Fernández, J. C., Rodríguez, D. E., & Rubio, J. (2020). Utopía, de la mano con la ciencia, biotecnología e innovación: un camino recorrido hacia la investigación con pertinencia y transferibilidad. *Revista de la Universidad de La Salle, 1*(83), 197-218. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7690671

Fontalvo-Buelvas, J. C., Castro-Martínez, O. R., & Tello García, E. (2025). *Educación para la sustentabilidad: Experiencias y estrategias desde aulas, huertos y comunidades*. Universidad CESMAG. https://bit.ly/49ovfPx

Fontalvo-Buelvas, J. C., de la Cruz-Elizondo, Y., & Castro-Martínez, O. R. (coords.). (2024). *Huertos en instituciones de educación superior: Relatos y experiencias desde México.* Comunicación Científica. México. https://doi.org/10.52501/cc.191

Gavilanes Vásquez, P. G., Adum Ruiz, J. H., García Ruiz, G. S., & Ruíz Ortega, M. G. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en la educación superior. Una mirada hacia el futuro. *RECIAMUC, 8*(2), 213-221. https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(2).abril.2024.213-221

González-Campos, J., López-Núñez, J., & Araya-Pérez, C. (2024). Educación superior e inteligencia artificial: desafíos para la universidad del siglo XXI. *Aloma: Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport, 42*(1).

Groves, R. M., Fowler, F. J. Jr., Couper, M. P., Lepkowski, J. M., Singer, E., & Tourangeau, R. (2009). *Survey Methodology* (2nd ed.). John Wiley y Sons.

Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use Omega Rather than Cronbach's Alpha for Estimating Reliability. But. *Communication Methods And Measures*, *14*(1), 1-24.

James, L., Demaree, R., & Wolf, G. (1984). Estimating Within-Group Interrater Reliability With and Without Response Bias. *Journal of Applied Psychology*, 69, 85–98.

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., . . . Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning And Individual Differences*, *103*, 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2013). *The Action Research Planner. Doing critical participatory action research*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2

Lara-Colón, A., Castañón-Ayala, P., & Romo-Rodríguez, E. (2024). Impacto de los modelos generativos de lenguaje de inteligencia artificial en la educación superior: implicaciones y desafíos. *Educational Technology Review, 42*(2), 130-145. https://doi.org/10.51896/tlatemoani/TARU9220

Meza-Arguello, D. M., Barcia-Cedeño, E. I., Sigcho-Ocampo, M. V., & Carrión-Arias, N. J. (2024). Análisis sobre el impacto de la dependencia tecnológica en la formación de docentes de Educación Básica. *Revista Científica Multidisciplinaria Ogma*, *1*(3), 1-20. https://doi.org/10.69516/xbdtw666

Morales, H., García, M. E., & Bermúdez, G. (coords.). (2019). *Huertos educativos. Relatos desde el movimiento latinoamericano.* El Colegio de la Frontera Sur. https://bit.ly/4hwjmJs

Ojeda, E. J. (2023). Análisis del impacto de la inteligencia artificial ChatGPT en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria. *Formación Universitaria*, *16*(6), 61-70. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttextypid=S0718-50062023000600061

Parra Moreno, C. (2024). Alfabetización digital crítica: genealogía, crítica fundacional y estado del arte. *Revista Colombiana de Educación*, 91, 403-425. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10207156

Parra Nieto, G., & Gómez-Gonçalves, A. (coord.). (2021). *El Huerto educativo: recurso didáctico para trabajar los objetivos de desarrollo sostenible desde una perspectiva multidisciplinar.* Ediciones Universidad de Salamanca. https://doi.org/10.14201/0AQ0301

Rivadeneira, F. (2024). Estrategias metodológicas en el módulo cultivos de ciclo corto y su influencia en el desarrollo de habilidades laborales en estudiantes agropecuarios. *Revista Científica Multidisciplinaria, 8*(4), 1-20. https://portal.amelica.org/ameli/journal/572/5725029001/html/

Ruiz-Fernández, J., Martínez-Gutiérrez, A., & López-González, E. (2022). Aplicación del Aprendizaje Basado en Retos en la Agricultura de Precisión para una agricultura sostenible. *Revista de Innovación Docente Universitaria*, *14*(2), 45-58. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8646402

Ryan, M., Isakhanyan, G., & Tekinerdogan, B. (2023). Artificial intelligence in farming: Challenges and opportunities for building trust. *Agronomy Journal*, *115*(4), 1674–1687. https://doi.org/10.1002/agj2.21353

Segarra Ciprés, M., Grangel Seguer, R., Belmonte Fernández, Ó., & Aguado González, S. (2024). ChatGPT como herramienta de apoyo al aprendizaje en la educación superior: una experiencia docente. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (28), 7–44. https://doi.org/10.51302/tce.2024.19083

Servicio de Innovación Educativa de la UPM. (2020, julio). Guía de aprendizaje basada en retos. UPM. Disponible en: https://innovacioneducativa.upm.es/guias_pdi

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, *10*(1). https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x

Villarruel-Fuentes, M., Chávez-Morales, R., & Garay-Peralta, I. (2023). La formación agronómica: una perspectiva sistémica. *Revista Innova Educación*, *5*(1), 131-142. https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.05.009

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal Of Educational Technology In Higher Education*, *16*(1). https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Zuazagoitia, D., Eugenio-Gozalbo, M., Ruiz-González, A., & Torralba-Burrial, A. (2024). *Huertos universitarios para la transformación ecosocial.* Universidad del País Vasco y Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua. https://bit.ly/3JjA9CZ

Sobre los autores

Coordinadores

Yadeneyro de la Cruz Elizondo
Doctor en educación por la Universidad IVES; maestro en ciencias por el Instituto de Ecología (INECOL A. C.); especialista en Edafología por la Universidad de Granada (España); licenciado en biología por la Universidad Veracruzana. Actualmente, es profesor de tiempo completo en la Facultad de Biología - Región Xalapa de la Universidad Veracruzana, donde imparte cursos para la licenciatura en biología y la maestría en gestión ambiental para la sustentabilidad. Es miembro de la Red Mexicana de Formadores Ambientales para el Desarrollo Sostenible (REMEFADS A.C.). Sus principales líneas de investigación son: biología del suelo, educación ambiental, manejo de residuos sólidos, ecotecnias, huertos educativos y agroecología. Algunas de sus publicaciones más recientes son los capítulos de libro: "El Huerto Agroecológico: un espacio de participación social en la Facultad de Biología-Xalapa de la Universidad Veracruzana" (Universidad Autónoma del Carmen, 2021); "Programa virtual de capacitación en huertos: una vinculación entre el Ayuntamiento de Xalapa y la Universidad Veracruzana en México" (El Colegio de Tlaxcala, 2023); "El huerto como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la biología a nivel universitario: aproximaciones y reflexiones" (Azul de Samarcanda Ediciones, 2023).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2034-6637
ResearchGate: www.researchgate.net/profile/Yadeneyro-De-La-Cruz
Google Académico: https://scholar.google.es/citations?user=2Gi1-9sAAAAJ&hl=es&oi=sra

Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés
Doctor en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados Campus Puebla y posdoctorado en el Colegio de la Frontera Sur Unidad San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Desde 1998 es docente de la licenciatura de sociología en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas. Actualmente, está en el Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. Miembro de la Red patrimonio biocultural de México, de la Sociedad Mexicana de Agroecología y Red Chiapaneca de Huertos Educativos. Líneas de investigación: Los huertos como espacio de educación no formal y manejo de recursos naturales, saberes locales y etnoecología en la Selva Lacandona, en el estado de Chiapas. Sus últimas publicaciones son: "Conocimiento local de las abejas sin aguijón (Apidae: meliponini) entre los mayas lacandones de Metzabok, Chiapas, México" (Etnobiología, 2023). Coordinador del libro: "Bioculturalidad de Chiapas: diversidad y patrimonio" (2022); "Conocimiento y manejo de especies vegetales de uso múltiple en agroecosistemas"; "La Milpa Maya Lacandona, Seguridad Alimentaria Y Educación" (Mirada antropológica, 2021).

ORCID: https//orcid.org/0000-0001-6215-4150
ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Ulises-Contreras-2
Google Académico: https://scholar.google.es/citations?user=8nQBn3MAAAAJ&hl=es

Juan Camilo Fontalvo-Buelvas

Maestro en gestión ambiental para la sustentabilidad y licenciado en biología por la Universidad Veracruzana; biólogo por la Universidad de Sucre y Normalista Superior por la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Corozal. Actualmente, es doctorante en ciencias de la sostenibilidad en la Escuela Nacional de Estudios Superiores - Unidad Morelia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es miembro de Global Soil Partnership (GSP), la Red Mexicana de Formadores Ambientales para el Desarrollo Sostenible (REMEFADS A.C.) y la Plataforma Metropolitana de Formación en Agroecología – Xalapa. Sus principales líneas de investigación son sustentabilidad, agroecología, agricultura urbana, edafología y educación ambiental. Es coordinador principal de los libros: Huertos en instituciones de educación superior: Relatos y experiencias desde México (2024), Educación para la sustentabilidad: Experiencias y estrategias desde aulas, huertos y comunidades (2025), Comunidades de Aprendizaje para las Agroecologías: Experiencias desde colectividades, escuelas campesinas, redes, asociaciones civiles e instituciones educativas (2025).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9818-0489
ResearchGate: www.researchgate.net/profile/Juan-Fontalvo-Buelvas
Google Académico: https://scholar.google.es/citations?user=dsA6K5UAAAAJ&hl=es

Erika Fernanda Pérez Rivera

Física por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente, se desempeña como Coordinadora del Huerto IBERO José de Acosta S.J en la Ciudad de México. Cuenta con más de 14 años de experiencia en comunicación pública de la ciencia y 11 años de experiencia en huertos. Es integrante de Iuani Divulgación desde 2013, creadora de Alantana (2021), proyecto orientado a reconectar con la naturaleza y nuestras raíces, cofundadora de la RutaCPCera (2024) y parte del grupo motor de REMEHUIES desde 2024. Sus líneas de trabajo incluyen huertos, educación ambiental, comunicación pública de la ciencia y teñido textil con tintes naturales.

Autores

María Isabel Vilis Hernández
Especialista en Diagnóstico y Gestión Ambiental (FCQ-Universidad Veracruzana), Licenciada en Biología (Universidad Veracruzana). Se desempeño como extensionista de campo para la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Estado de Veracruz. Colabora en distintas iniciativas de huertos comunitarios y educativos. Ha colaborado en proyectos financiados, promoviendo los huertos educativos como espacios de recreación y refugio emocional. Sus principales líneas de interés son la botánica, la promoción de saberes agroecológicos y producción de alimentos sanos a través del trabajo colaborativo y comunitario.

ORCID: https://orcid.org/0009-0009-9585-6672

Federico E. Alice-Guier
Doctor en ecología de la producción y conservación de recursos de la Universidad de Wageningen, maestro en manejo de carbono en la Universidad de Edimburgo y bachiller como Ingeniero Forestal en la Universidad Nacional de Costa Rica. Es profesor de las carreras de Ingeniería en Ciencias Forestales y Gestión Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional. Trabaja en la aplicación de pensamiento y dinámica de sistemas para entender y enfrentar procesos que conducen al cambio global; y en la promoción de soluciones basadas en naturaleza.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6155-0562

Juan José Arrieta Arrieta
Ingeniero Forestal, graduado en Ciencias Forestales por la Universidad Nacional de Costa Rica. Actualmente participa en un proyecto de huertos comunitarios en Costa Rica, vinculados al fortalecimiento del tejido social y la educación ambiental. Asimismo, se desempeña como asistente de investigación en estudios orientados al uso de especies forestales con alto potencial productivo en programas de reforestación dentro de sistemas integrales, y forma parte del Laboratorio de Suelos y Foliares, donde contribuye al análisis de los recursos edáficos y vegetales.

ORCID: https://orcid.org/0009-0009-2703-6912

María José Avellán-Zumbado
Máster en Recursos Naturales y Tecnologías de Producción del Tecnológico de Costa Rica y Máster en Ciencias en Agroforestería Tropical de la Universidad Rafael Landívar. Además, es licenciada en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal de la Universidad Nacional, Costa Rica. Ha participado en proyectos enfocados en sistemas agroforestales, propagación y evaluación de especies arbóreas para uso urbano y fortalecimiento agroecológico de pequeños productores. Es docente e investigadora en temas relacionados con agroforestería, forestería comunitaria y arboricultura.

ORCID: https://orcid.org/0009-0004-0416-4691

Ana Lizeth Hine Gómez
Especialista en biotecnología forestal, con formación en Ingeniería en Biotecnología, Ciencias Agrícolas, Educación y un Doctorado en Ciencias para el Desarrollo con énfasis en Recursos Naturales. Su trayectoria profesional se ha desarrollado en el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR) de la Universidad Nacional, donde ha trabajado en investigación, docencia y gestión

académica. Sus líneas de investigación incluyen propagación in vitro, crioconservación, mejoramiento genético y conservación de especies forestales. Además, ha impulsado proyectos de huertos comunitarios como estrategia de desarrollo territorial y fortalecimiento del tejido social, con publicaciones científicas nacionales e internacionales.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7226-2275

Melissa Blandón Naranjo

Bióloga tropical y Máster en Enfermedades Tropicales por la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Además, cuenta con formación internacional en Estudios Europeos y una maestría en Innovación y Emprendimiento con doble titulación de OBS Business School y la Universidad de Barcelona, España. Actualmente se desempeña como académica e investigadora del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR) de la UNA. Su trabajo se ha orientado hacia la educación ambiental, la sostenibilidad y los procesos participativos comunitarios, especialmente mediante proyectos de huertos comunitarios como espacios de aprendizaje, fortalecimiento del tejido social y recuperación de saberes.

ORCID: https://orcid.org/0009-0009-8322-4344

Saúl Alejandro García

Doctor en Ciencias Sociales, Maestro en Estudios Regionales y Antropólogo Social. Se desempeña como investigador en la Dirección de Investigación y Posgrado de la UNRC y pertenece al SNII. Participa activamente en redes académicas como la red Águila de agricultura urbana y la REMEHUIES. Sus líneas de investigación abarcan la educación para la sustentabilidad, los saberes tradicionales frente al cambio climático, y la memoria biocultural y territorial. Entre sus publicaciones recientes destaca el trabajo sobre el huerto demostrativo de la UPN 151 Toluca y su contribución en el libro *Territorio y memoria biocultural*, referente de la educación intercultural y la NEM.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5707-3601

Gabriel Alejandro Álvarez Hernández

Doctor en Pedagogía por la UNAM. Actualmente docente e investigador de tiempo completo en la Universidad Nacional Rosario Castellanos. Cuenta con una estancia posdoctoral en el Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE) y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadores Nivel 1. Líneas de investigación: Procesos Formativos, Estudiantes Universitarios y Sujetos de la Educación; Formación y práctica docente; y Epistemología, Ciencia y Metodologías de la Investigación. Las tres desde un paradigma interpretativo, con perspectiva epistemológica de la fenomenología hermenéutica, desde el enfoque cualitativo y con el método biográfico-narrativo.

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6809-8321

Cecilia Esther Muñoz Cadena

Doctora en Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD-IPN), Maestra en Ciencias Ambientales y Bióloga (UAM-Iztapalapa). Profesora investigadora independiente y colabora con el Sistema de Huertos Urbanos de la Ciudad de México y la Red Águila de Investigación en Agricultura Urbana y Periurbana-México. Sus líneas: agricultura urbana, edafología, gestión de residuos y análisis de redes. Publicaciones:

Construcción Social en los Huertos de Agricultura Urbana y la Sustentabilidad en la CDMX (Sociedad y Ambiente, Colegio de la Frontera Sur, 2021) y coordinadora del libro: Tejido Rural Urbano: Actores sociales emergentes y nuevas formas de resistencia (Editorial Ítaca, 2020).

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4384-525X

Luz del Carmen Brenda Berenice Chávez Rivera

Maestra en Cambio Climático y Biodiversidad (UNRC) y Licenciada en Ciencias Ambientales para Zonas Urbanas (UNRC). Colabora como docente y monitora académica en diplomados de titulación, así como en procesos de educación a distancia. Ha colaborado con la FAO como diseñadora instruccional en temas agroalimentarios y de horticultura urbana y con el Sistema de Huertos Urbanos de la Ciudad de México (SHU-Rizoma). Participa en proyectos de incidencia social con perspectiva de género desde enfoques locales y territoriales. Sus líneas de interés son educación ambiental, agricultura urbana, soberanía alimentaria y sustentabilidad urbana.

ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9326-7262

Mario Enrique Barba Flores

Maestro en Estudios Políticos y Sociales y Licenciado en Sociología, ambos grados por la UNAM, y tiene una Especialidad en Geomática por CentroGeo. Actualmente es alumno del Doctorado en Ciencias en Agroecología en ECOSUR-SECIHTI. Ha participado en proyectos de investigación sobre sistemas agroalimentarios y agricultura urbana. Actualmente es colaborador del nodo académico del Sistema de Huertos Urbanos de la Ciudad de México (SHU-Rizoma). Su área de investigación está orientada hacia los sistemas de información geográfica, ecología política urbana y agricultura urbana-periurbana. Ha publicado un capítulo del libro Tejido rural urbano, editorial UAM/Ítaca (2020).

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7057-2061

Hugo Josue Molina Gómez

Doctor en Economía, con una maestría en Desarrollo Rural e Ingeniero Agrónomo-especialidad en horticultura. Actualmente es docente adscrito a la UNACH-FMEA. En la maestría obtuvo un reconocimiento por la excelencia académica. Colabora con diferentes instituciones (INIFAP, COLPOS Montecillos, UAM, TecNM, entre otras) y forma parte del equipo de la Red Nacional “1HUERTO+” de reciente creación. Su línea de investigación es “Producción agropecuaria sustentable y comercialización”.

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0503-0391

Geiner Francisco Álvarez Sánchez

Licenciado en Químico Farmacéutico Biólogo por la Universidad Popular de la Chontalpa, Maestro en Ciencias de Producción Agroalimentaria en el Trópico y Doctor en Ciencias Agrícolas en el Trópico por el Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Actualmente, es profesor de asignatura en la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Forma parte del Grupo Colegiado de Investigadores "Ecología de Enfermedades y Producción de Alimentos Inocuos". Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de la SECIHTI nivel Candidato. La línea de investigación de interés es la calidad físico química microbiológica y sensorial de los alimentos.

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6544-7880

Ernesto Cárdenas Bejarano
Doctor en Desarrollo Rural, M. en C. en Agroecosistemas Tropicales y Médico Veterinario Zootecnista. Adscrito a la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios – UNACH. Felicitación escrita por el trabajo de investigación doctoral. Colaboración con asociaciones nacionales o internacionales formadas por investigadores de la UAEM, Colpos, Universidad Veracruzana, UAEH, UTE, UAM entre otros. Principales líneas de investigación: sistemas complejos, sistemas de producción agropecuarios, actores y redes sociales, sistemas campesinos y transferencia de tecnología.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8206-1098

Jesús Benjamín Ponce Noguez
Doctor en Ciencias en Alimentos, Maestro en Ciencias Químico-Biológicas y Médico Veterinario Zootecnista. Actualmente se desempeña como profesor de la FMEA de la UNACH. Cuenta con distinciones SIN-I (2021-2026) y SEI (2024-2026). Es miembro de diversas asociaciones científicas nacionales y de la Red Temática Ibero latinoamericana y del Caribe en Educación e Intervención Ambiental para el Desarrollo. Sus líneas de investigación incluyen epidemiología veterinaria, zoonosis, parasitología e inocuidad alimentaria. Entre sus publicaciones recientes destacan trabajos en Veterinary Medicine and Science (2024) y Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias (2025), Revista Ciencias veterinarias (2026).
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6560-0275

Amador Martínez Hernández
Doctor en Economía Agrícola, Maestro en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales y Licenciado en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios. Actualmente se encuentra adscrito a la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas en la que realiza actividades de docencia e investigación, además de ser integrante del Grupo Colegiado de Investigación "Ecología de Enfermedades y Producción de Alimentos Inocuos" (GCI-EEPAI). Colabora con diferentes instituciones (UACh, INIFAP, UAEH, entre otras). Su línea de investigación es "Competitividad, economía e innovación en sistemas agropecuarios sustentables".
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1738-1906

Ricardo Telles Antonio
Doctor en Ciencias con Orientación en Manejo de Recursos Naturales por la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. Obtuvo Maestría en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL e Ingeniero Agrónomo con Especialidad en Bosques por la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" de la UMSNH. En la actualidad es Profesor de Tiempo Completo en la Unidad de Estudios Superiores Amatepec de la Universidad Mexiquense del Bicentenario. Sus principales intereses de investigación son manejo de ecosistemas terrestres forestales, captura de carbono y sistemas agroforestales. Es integrante de la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales. Ha publicado Caracterización y determinación del entorno ambiental de la Unidad de Estudios Superiores Tejupilco (Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 2025) y Crecimiento y rendimiento de plantaciones forestales: un análisis del estado actual de las tendencias mundiales (Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 2022).
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0651-0055

Jesús Yahir Madrigal Benítez
Bachiller, estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola en la Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec. Es una persona con amplio interés en la producción de alimentos y en los huertos, tanto familiares como educativos.
ORCID: http://orcid.org/0009-0001-9457-8721

Antonio Mercado Sanchez
Bachiller, estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola en la Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec. Es una persona con amplio interés en la producción de alimentos y en los huertos, tanto familiares como educativos.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-2201-4284

Sandra Paola Jiménez De Jesús
Bachiller, estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola en la Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec. Es una persona con amplio interés en la producción de alimentos y en los huertos, tanto familiares como educativos.
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-5196-5560

Uriel Gallegos Pedraza
Bachiller, estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola en la Universidad Mexiquense del Bicentenario. Unidad de Estudios Superiores Amatepec. Es una persona con amplio interés en la producción de alimentos y en los huertos, tanto familiares como educativos.
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-0595-7249

Eduardo Hernández Sánchez
Doctor y maestro en Ciencias Agrícolas por el Colegio de Postgraduados, e ingeniero agrónomo por la Universidad Autónoma del Estado de México. Profesor de tiempo completo en Química en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji. Certificado por IPMA y CONOCER, sus líneas de investigación abarcan sistemas de producción agrícola y extensionismo rural. Destaca su colaboración internacional con el CIMMyT y su liderazgo en estrategias de SAGARPA. Es líder del cuerpo académico de Ingeniería y Sistemas en consolidación, con trayectoria en la innovación de agroecosistemas sostenibles y el desarrollo rural mexicano.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0494-9964

Abygail Adarely Martínez Mendoza
Doctora y maestra en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la Universidad Autónoma del Estado de México, e ingeniera agrónoma por la misma universidad. Profesora de tiempo completo en Química en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji. Certificado por el CONOCER y ESCUELA HARVARD CHAN, sus líneas de investigación abarcan agroecología y sistemas alimentarios sostenibles, biotecnología aplicada a alimentos y postcosecha, así como el aprovechamiento sustentable de recursos. Es miembro del cuerpo académico de Ingeniería y Sistemas en consolidación.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9747-3538

Paola Scarlet Puga Guzmán
Maestra en Ciencias Biológicasy Egresada de la Universidad Autónoma de Querétaro como Horticultora Ambiental, con experiencia en el cultivo de plantas nativas y hortícolas, se especializó en el monitoreo de plagas en esquemas de manejo integrado. Participa en la gestión de proyectos productivos, capacitación y vinculación social a través de talleres sobre huertos urbanos, biocosmética y valor agregado a las plantas nativas. Actualmente, se desempeña como encargada de las áreas productivas en la Facultad de Ciencias Naturales UAQ. Ha participado como ponente en foros académicos y cuenta con varias publicaciones.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9619-2451

Santiago Vergara Pineda
Doctor en Ciencias en Parasitología Agrícola, egresado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, como Ingeniero Agrónomo, se especializó en temas de sanidad vegetal gracias a la oportunidad de colaborar en el Laboratorio de Entomología del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, en el Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Con experiencia el manejo Integrado de plagas en contextos agrícolas y urbanos. Actualmente, colabora con la Asociación Nacional de Exportadores de Berries en temas de identificación plagas y enfermedades en frutillas e imparte catedra en la Licenciatura de Horticultura Ambiental que se oferta en la Universidad Autónoma de Querétaro.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0065-9329

Claudia Hernández Loredo
Maestra en Ciencias de la Educación y Licenciada en Nutrición por la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México. Docente de la Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Ciencias Naturales UAQ., en materias de Nutrición Poblacional y Comunitaria, Educación Alimentaria Nutricional y Equidad de Género. Miembro del Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ y Egresada de la Especialidad en Ética de las investigaciones. Cuenta con publicaciones en temas de educación alimentaria nutricional, perspectiva de género y alimentación, cuidado de sí y participación social.
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-7383-3807

Olga Lidia Gómez Nucamendi
Doctora en Ciencias Biológicas. Actualmente es profesora investigadora de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, Nivel candidata. Su trabajo se ha enfocado en el estudio de interacciones bióticas, particularmente entre plantas e insectos, como polinización, herbivoría y simbiosis micorrízicas. Estas líneas de investigación contribuyen a comprender procesos ecológicos relevantes y aportan elementos para la conservación, la seguridad alimentaria y prácticas agrícolas sostenibles. Además, promueve el trabajo interdisciplinario, integrando investigación y docencia para fortalecer la conservación de los ecosistemas y la formación científica.
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5555-2003

Miriam Aracely Anaya Loyola
Ph.D. en Biología Nutricional (UC Davis, 2007). Maestra en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (UAQ, 1996) Licenciada en Química (UAEH, 1992). Es Profesora-Investigadora en la UAQ desde 1996,

con distinción PRODEP y SNI Nivel 1. Coordinó la Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana (2012-2018) y la Especialidad en Nutrición, Activación Física y Salud (2016-actualidad). Ha dirigido más de 60 tesis y publicado 58 artículos, 27 en JCR. Sus líneas de investigación incluyen nuevos productos alimenticios, estado nutricional y actividad física. Miembro de SLAN, SENC y American Society of Sport Medicine, con amplia colaboración internacional.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9959-3621

Diana Gabriela Figueroa-Piña

Doctora en Ciencias Biológicas. Es investigadora de la Universidad Autónoma de Querétaro, ha trabajado en educación nutricional aplicada a adolescentes. Su publicación más relevante, en Nutrition Research and Practice (2021), evaluó el impacto de un huerto escolar como herramienta didáctica para promover el consumo de frutas y verduras. El estudio comparó tres grupos: huerto más educación, solo educación y control. Los resultados mostraron que el huerto escolar combinado con educación fue más eficaz, logrando un aumento significativo en la ingesta de frutas y verduras. Su investigación aporta evidencia sobre estrategias sostenibles para mejorar hábitos alimentarios juveniles.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9350-0391

Jorge Luis Chávez Servín

Doctor en Medicamentos, Alimentación y Salud por la Universidad de Barcelona y Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales. Es integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, Nivel 2, y cuenta con Perfil PRODEP vigente. Sus líneas de trabajo integran nutrición, soberanía alimentaria, agroecología y alimentos funcionales. Ha participado en proyectos de vinculación comunitaria y huertos agroecológicos orientados a la educación alimentaria, la producción sustentable y la seguridad alimentaria familiar, en colaboración con organizaciones como Centro de Innovación en Agricultura Sostenible en Pequeña Escala y redes de desarrollo rural regional.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5866-4825

Rosalinda González Santos

Doctora en Ciencias y Maestría en Botánica por el Colegio de Postgraduados, con estudios de Licenciatura en Biología por la Universidad Autónoma del Estado de México. Desde, el año 2023 es docente-investigadora de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro. Con más de 16 años de experiencia en temas de conservación y aprovechamiento sostenible de la agrobiodiversidad, la caracterización y búsqueda de valor agregado de los recursos fitogenéticos, que corresponden a sus líneas de investigación. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras Nivel I.

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3881-9321

Sandra Rodríguez Piñeros

Ph.D. en Environmental Sciences por Oklahoma State University (USA). Obtuvo la maestría en Forest Sciences en la misma universidad y la licenciatura en Ingeniería Forestal en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Actualmente es profesora e investigadora de la Facultad de Zootecnia y

Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Sus principales intereses de investigación son la valoración social de los servicios ecosistémicos y la educación y la innovación forestal. Es integrante del Cuerpo Académico CA-07 Modelos cualitativos y cuantitativos aplicados a la sustentabilidad del sector productivo; y miembro de la mesa directiva de la Unión de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Ha publicado diversos artículos científicos y de divulgación, así como capítulos de libros. (Secretaría de Economía Federal, 2021). Es autora del reporte "Evaluación de la Educación Forestal en América Latina y el Caribe (FAO, 2021).

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6698-6894

David Santillán Estrada

Maestro en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados Campus Puebla, con estudios de Licenciatura en la Universidad Autónoma de Chapingo como Ingeniero Agrónomo, actualmente Profesor de Tiempo Completo adscrito a la Facultad de Zootecnia y Ecología en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Sus líneas de investigación se enfocan en Desarrollo Rural, Agricultura Sostenible y Remediación Ecológica; es colaborador del proyecto "Utilización de residuos pecuarios de las Unidades de Producción Animal de la Facultad de Zootecnia y Ecología" en el área de Biotecnología Ambiental y, en el "Jardín del Desierto" de la misma Facultad.

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3374-4336

Yadira Edith Aviña Domínguez

Maestra en Ciencias por la Universidad Autónoma de Chihuahua y Maestra en Educación por Universidad TecMilenio. Obtuvo el grado de Licenciada en Arquitectura por el Instituto Tecnológico de Chihuahua II y el título de Ingeniera en Ecología por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Actualmente se desempeña como Profesora de Tiempo Completo en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Su principal interés es el Manejo de Recursos Naturales. Publicó el libro Manual de Compostaje, publicado por Editorial Académica Española (2025).

ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0538-670X

Fernando Daniel Loweree Rivera

Estudiante de Doctorado, Maestro en Ciencias e Ingeniero en Ecología por la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Sus principales líneas de investigación abordan la ecofisiología y conservación de Cactaceae, la horticultura sustentable y la divulgación científica. Sus dos publicaciones más recientes son el artículo "*Germination Ecology of Peniocereus greggii*" en la revista JPACD (2026) y un artículo sobre *Pelecyphora chihuahuensis* en la revista Biology de la editorial MDPI (2026).

ORCID: https://orcid.org/0009-0005-2938-2844

Mario Edgar Esparza Vela

Doctor y maestro en Economía por el Colegio de Postgraduado y licenciatura en Sociología Rural por la Universidad Autónoma Chapingo. Adscrito actualmente a la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, cuenta con el perfil deseable del PRODEP desde hace más de 15

años. Pertenece al Cuerpo Académico UACH-07 y a la Sociedad Geohidrológica Mexicana. La principal línea de investigación es la formulación, gestión y evaluación de la política pública del país, principalmente en temas de desarrollo rural, educación, ordenamiento territorial, ecológico y urbano.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7385-853X

Jared Hernández Huerta

Doctor en Ciencias con orientación en Microbiología por la Universidad Autónoma de Nuevo León, Maestro en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) e Ingeniero en Agronomía por el Tecnológico Nacional de México. Es Profesor-Investigador de Tiempo completo en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH, con Perfil PRODEP y miembro del SNII nivel I. Integra el Cuerpo Académico Consolidado UACH-CA-114. Sus líneas se enfocan en microbiología aplicada, biotecnología microbiana, manejo de plagas y enfermedades hortícolas, hidroponía y uso de microorganismos en sistemas productivos sostenibles.

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4634-2172

Adriana Isela Torres Romero

Doctora en Educación y académica de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Su trayectoria se enfoca en diseño curricular, innovación educativa, emprendimiento, sostenibilidad y proyectos con enfoque social y territorial. Ha participado en la elaboración de programas académicos, asignaturas, cursos, guías didácticas, instrumentos de evaluación y estrategias formativas para educación superior. Sus intereses incluyen la auto-socio-ecoformación, responsabilidad social, analítica de datos aplicada a MiPyMEs, inteligencia de negocios e innovación agrotecnológica. Cuenta con publicaciones académicas y colaboraciones vinculadas al Modelo Educativo UACH 2024 y la transversalización curricular.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4505-098X

Aldo Gutiérrez Chávez

Doctor en Ciencias Hortofrutícolas, Maestro en Ciencias Hortofrutícolas e Ingeniero Horticultor por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Actualmente se desempeña como docente investigador y coordinador de la carrera de Ingeniero Horticultor en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas (FACIATEC-UACH). Cuenta con dos modelos de utilidad registrados ante el IMPI y publicaciones científicas en revistas indexadas de cuartiles Q1, Q2 y Q3. Sus principales líneas de investigación se enfocan en hidroponía con bioestimulantes. y nutrición vegetal.

ORCID: https://orcid.org/0009-0002-5343-3320

Huertos universitarios: Laboratorios vivos para la experimentación interdisciplinaria (Volumen III), de Yadeneryo de la Cruz-Elizondo, Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés, Juan Camilo Fontalvo-Buelvas y Erika Fernanda Pérez Rivera (coordinadores), editado por Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., se publicó en agosto de 2026 en versión digital en los formatos PDF, EPUB y HTML para acceso abierto. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Darío Escalante.

Este libro ofrece una invitación a reconocer el huerto universitario como un auténtico laboratorio vivo para la investigación interdisciplinaria y la transformación social. A través de experiencias varias en México y una en Costa Rica, la obra demuestra que estos espacios han dejado de ser áreas de trabajo manual para convertirse en plataformas científicas y pedagógicas esenciales. En ellos convergen la agroecología, la innovación educativa y el fortalecimiento del tejido comunitario. Así, el huerto responde a una demanda de las sociedades modernas, la urgencia de co-generar saberes críticos y soluciones colectivas frente a la actual crisis socioambiental global. Una lectura indispensable para quienes buscan transformar la educación superior, conectando el rigor científico con la acción comunitaria para sembrar un futuro sostenible desde el corazón de las universidades.



Yadeneyro de la Cruz Elizondo, es Doctor en educación por la Universidad IVES, Maestro en ciencias por el Instituto de Ecología; especialista en Edafología por la Universidad de Granada (España), y Licenciado en Biología por la Universidad Veracruzana. Actualmente, es profesor de tiempo completo en la Facultad de Biología - Región Xalapa de la Universidad Veracruzana.



Leonardo Ernesto Ulises Contreras Cortés, es Doctor en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados Campus Puebla y posdoctorado en el Colegio de la Frontera Sur Unidad San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Desde 1998 es docente de la licenciatura de sociología en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas



Juan Camilo Fontalvo Buelvas, es Maestro en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad y Licenciado en Biología por la Universidad Veracruzana; Biólogo por la Universidad de Sucre y Normalista Superior por la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Corozal (Colombia). Es candidato a Doctor en Ciencias de la Sostenibilidad en la Universidad Nacional Autónoma de México.



Erika Fernanda Pérez Rivera, es Física por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente, se desempeña como Coordinadora del Huerto IBERO José de Acosta S. J. en la Ciudad de México. Cuenta con más de 14 años de experiencia en comunicación pública de la ciencia y 11 años de experiencia en huertos urbanos.

DOI.ORG/10.52501/CC.477

EDICIONES COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PUBLICACIONES ARBITRADAS

comunicacion-cientifica.com

ISBN: 978-968-9803-24-9