



**ESTRATEGIAS**

PARA MEJORAR LA

**SEGURIDAD ALIMENTARIA**

Y LA GESTIÓN DE RECURSOS

EN ZONAS RURALES DE

**CHIHUAHUA**

  
**COMUNICACIÓN  
CIENTÍFICA**

**Addy Anchondo Aguilar**  
**Jared Hernández Huerta**  
**Ofelia Adriana Hernández Rodríguez**  
**Juan Manuel Rodríguez Gaeta**  
(coordinadores)



Estrategias para mejorar la seguridad alimentaria  
y la gestión de recursos en zonas rurales  
de Chihuahua



**Ediciones Comunicación Científica** se especializa en la publicación de conocimiento científico de calidad en español e inglés en soporte de libro impreso y digital en las áreas de humanidades, ciencias sociales y ciencias exactas. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación de pares ciegos externos, autenticación antiplagio, comités y ética editorial, acceso abierto, métricas, campaña de promoción, distribución impresa y digital, transparencia editorial e indexación internacional.

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos y autenticación antiplagio. Invitamos a ver el proceso de dictaminación transparentado, así como la consulta del libro en Acceso Abierto.



[www.comunicacion-cientifica.com](http://www.comunicacion-cientifica.com)

[DOI.ORG/10.52501/cc.273](https://doi.org/10.52501/cc.273)



Estrategias para mejorar la seguridad alimentaria  
y la gestión de recursos en zonas rurales  
de Chihuahua

ADDY ANCHONDO AGUILAR  
JARED HERNÁNDEZ HUERTA  
OFELIA ADRIANA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ  
JUAN MANUEL RODRÍGUEZ GAETA

(coordinadores)



---

Estrategias para mejorar la seguridad alimentaria y la gestión de recurso en zonas rurales de Chihuahua / Addy Anchondo Aguilar, Jared Hernández Huerta, Ofelia Adriana Hernández Rodríguez, Juan Manuel Rodríguez Gaeta. – Ciudad de México : Comunicación Científica, 2025. (Colección Ciencia e Investigación)

106 páginas : ilustraciones, fotografías ; 23 × 16.5 centímetros

DOI 10.52501/cc.273

ISBN 978-607-2628-46-5

1. Seguridad alimenticia – Chihuahua (estado ; México). 2. Desarrollo rural – Chihuahua (estado ; México). I. Anchondo Aguilar, Addy, autora. II. Hernández Huerta, Jared, autor. III. Hernández Rodríguez, Ofelia Adriana, autora. IV. Rodríguez Gaeta, Juan Manuel, autor.

LC: HD9000.5 E88

DEWEY: 338.19 E88

---

La titularidad de los derechos patrimoniales y morales de esta obra pertenece a los coordinadores D.R. © Addy Anchondo Aguilar, Jared Hernández Huerta, Ofelia Adriana Hernández Rodríguez y Juan Manuel Rodríguez Gaeta, 2025. 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, 2025

Diseño de portada: Francisco Zeledón • Interiores: Guillermo Huerta

Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., 2025

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 978-607-2628-46-5

DOI 10.52501/cc.273



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.273](https://doi.org/10.52501/cc.273)

# Índice

<i>Prólogo</i> . . . . .	11
<i>Presentación</i> . . . . .	13
1. Escasez hídrica, desperdicio de alimentos y soluciones sostenibles en el sector agrícola: hacia la seguridad alimentaria en zonas rurales <i>Juan Manuel Rodríguez Gaeta, Brenda I. Guerrero, Aztrid Elena Estrada Beltrán, Mayra Isabel Salazar Balderrama</i> . . . . .	15
Impacto del crecimiento agrícola y el desperdicio de alimentos en los recursos hídricos globales . . . . .	16
Gestión sostenible del agua y agricultura familiar: retos y oportunidades en contextos de escasez hídrica en México. .	17
Camas biointensivas y recolección de agua de lluvia: estrategias para la sostenibilidad hídrica y alimentaria en zonas rurales	18
Optimización del uso de recursos en suelos: biofertilizantes y técnicas de manejo hídrico . . . . .	24
Referencias. . . . .	31
2. Camas altas para el cultivo de hortalizas en los huertos familiares <i>Ofelia Adriana Hernández Rodríguez, Dámaris Leopoldina Ojeda Barrios, Laura Raquel Orozco Meléndez, Rocío Sánchez Rosales.</i>	35
Introducción. . . . .	36

Ubicación y construcción del huerto familiar . . . . .	37
Camas altas de cultivo . . . . .	38
Ventajas de las camas altas de cultivo . . . . .	38
Herramientas e insumos requeridos . . . . .	39
Construcción de las camas altas de cultivo. . . . .	40
Siembra directa o almácigo y trasplante . . . . .	44
Trasplante . . . . .	44
Diseño de plantación en la cama alta para la producción hortícola.	46
Distancia de siembra o plantación . . . . .	47
Optimización del espacio . . . . .	48
Velocidad de crecimiento . . . . .	49
Diversificación de especies hortícolas . . . . .	49
Referencias. . . . .	52
3. Hidroponía simplificada: una herramienta para mejorar la seguridad alimentaria en áreas rurales	
<i>Jared Hernández Huerta, Aldo Gutiérrez Chávez, Angélica Anahí Acevedo Barrera, Silvia Amanda García Muñoz . . . . .</i>	53
Introducción. . . . .	54
Hidroponía simplificada . . . . .	55
Sistemas de cultivo en hidroponía simplificada . . . . .	59
Técnica hidropónica simplificada de lámina nutritiva recirculante (NFT). . . . .	59
Técnica hidropónica de raíz flotante . . . . .	61
Técnica hidropónica simplificada Kratky. . . . .	62
Técnica hidropónica simplificada de cultivo en agua profunda (DWC) . . . . .	64
Sistema semihidropónico en sustrato. . . . .	66
Sistema semihidropónico en macetas . . . . .	66
Sistema semihidropónico vertical. . . . .	67
Solución nutritiva. . . . .	69
Sustratos . . . . .	70
Establecimiento de un sistema hidropónico simplificado . . . . .	72
Impactos de la hidroponía simplificada . . . . .	72
Conclusión. . . . .	73

Referencias. . . . .	74
<i>4. Implementación de un programa de capacitación en comercialización del chiltepín para actores locales en Chínipas Perla Lizeth Valencia Nieto, Ricardo Aarón González Aldana, Addy Anchondo Aguilar, Francisco Javier Piña Ramírez . . . . .</i>	<i>79</i>
Introducción. . . . .	80
Chínipas: un municipio con potencial emprendedor en la sierra de Chihuahua . . . . .	81
La universidad como eje fundamental de vinculación con el sector productivo . . . . .	83
Capacitación del sector productivo: una ventana al conocimiento . . . . .	84
Metodología . . . . .	86
Resultados . . . . .	87
Desempeño de los docentes universitarios. . . . .	87
Utilidad del curso impartido por los docentes universitarios	89
Detección de necesidades de capacitación . . . . .	92
Conclusión. . . . .	93
Referencias. . . . .	94
<i>Sobre los autores . . . . .</i>	<i>97</i>



## Prólogo

La seguridad alimentaria y la gestión sostenible de los recursos naturales son dos pilares fundamentales para garantizar el bienestar de las comunidades rurales, especialmente en regiones con desafíos climáticos y socioeconómicos. El estado de Chihuahua, con su vasto territorio y predominancia de climas áridos, enfrenta una creciente necesidad de adoptar estrategias innovadoras que permitan mitigar los efectos de la escasez hídrica, el desperdicio de alimentos y las limitaciones en la producción agrícola.

El libro *Estrategias para mejorar la seguridad alimentaria y la gestión de recursos en zonas rurales de Chihuahua* es una obra que emerge como respuesta a estos retos. A través de un enfoque multidisciplinario, los autores abordan temas clave como la optimización del uso de recursos hídricos, la implementación de tecnologías agrícolas sostenibles y la promoción de prácticas agroecológicas que integren las necesidades de las comunidades locales con los principios de sostenibilidad global.

Cada capítulo ofrece una perspectiva única; desde la construcción de camas altas para cultivos en huertos familiares, hasta la implementación de sistemas de hidroponía simplificada, destacando el potencial transformador de estas herramientas en contextos rurales. Los autores, investigadores en diversas áreas de las ciencias agrícolas, comparten su conocimiento y experiencia de manera práctica y accesible, brindando soluciones concretas que pueden ser adoptadas por agricultores, tomadores de decisiones y actores comunitarios.

Este libro no sólo es un compendio de técnicas y estrategias, es también un llamado a la acción, una invitación a repensar la relación entre los recursos naturales y las comunidades que dependen de ellos. Al leer estas páginas, el lector encontrará inspiración y guía para enfrentar los desafíos contemporáneos en la producción de alimentos y la gestión de recursos con un enfoque claro hacia un futuro más equitativo y sostenible.

## Presentación

La seguridad alimentaria y la gestión sostenible de los recursos son pilares fundamentales para el desarrollo de las comunidades rurales, especialmente, en regiones vulnerables, como el estado de Chihuahua, en donde las condiciones climáticas áridas y la escasez de recursos hídricos representan retos significativos. Este libro, titulado *Estrategias para mejorar la seguridad alimentaria y la gestión de recursos en zonas rurales de Chihuahua*, aborda estas problemáticas con un enfoque integral basado en la sostenibilidad; en él, se integran conocimientos académicos y prácticos para proponer soluciones viables que se adapten al contexto local. La obra se estructura en diversos capítulos que exploran temas clave como la escasez hídrica, el desperdicio de alimentos, la agricultura sostenible, los huertos familiares y la hidroponía simplificada.

El primer capítulo, “Escasez hídrica, desperdicio de alimentos y soluciones sostenibles en el sector agrícola”, analiza cómo la gestión eficiente del agua y la reducción del desperdicio alimentario pueden contribuir significativamente a la seguridad alimentaria en regiones áridas. Aporta ejemplos prácticos como la captación de agua de lluvia, el uso de biofertilizantes y el manejo de camas biointensivas, destacando su impacto positivo en la productividad agrícola y en la conservación del recurso hídrico.

El segundo capítulo, “Camas altas para el cultivo de hortalizas en los huertos familiares”, se centra en una estrategia sencilla, pero eficaz para promover la autonomía alimentaria en pequeñas comunidades. Esta sección

destaca los beneficios ambientales, sociales y económicos de los huertos familiares, así como las técnicas para su diseño, construcción y mantenimiento. Además, enfatiza la importancia de fomentar la biodiversidad y la rotación de cultivos como medidas para preservar la fertilidad del suelo y minimizar el uso de agroquímicos.

El tercer capítulo, “Hidroponía simplificada: una herramienta para mejorar la seguridad alimentaria en áreas rurales”, explora las posibilidades de esta tecnología como alternativa a la agricultura convencional en contextos de escasez de agua y suelos pobres. Se presentan sistemas accesibles y de bajo costo, adaptados a las condiciones de las comunidades rurales, que permiten diversificar la producción hortícola y mejorar los ingresos y la nutrición de las familias.

El cuarto capítulo, “Implementación de un programa de capacitación en comercialización del *chiltepín* para actores locales en Chínipas”, analiza los desafíos y oportunidades de los pequeños productores rurales, en el estado de Chihuahua, para comercializar el chile chiltepín. Este capítulo se centra en la capacitación impartida a 42 productores en la región de Chínipas, resaltando la importancia de temas como finanzas, marketing y administración de recursos humanos para fortalecer sus competencias comerciales.

Este libro es el resultado de una colaboración interdisciplinaria que combina teoría y práctica para ofrecer soluciones concretas y aplicables que nos permitan enfrentar los retos de la inseguridad alimentaria y la gestión de recursos en Chihuahua. Su enfoque integrador no sólo busca mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales, sino también contribuir a la construcción de un modelo de desarrollo sostenible que pueda replicarse en otras regiones con condiciones similares.

*Estrategias para mejorar la seguridad alimentaria y la gestión de recursos en zonas rurales de Chihuahua* es una invitación a reflexionar y actuar que destaca la idea de que las soluciones locales, cuando se integran con innovación y participación comunitaria, pueden marcar una diferencia significativa en el camino hacia un futuro más sostenible.

# 1. Escasez hídrica, desperdicio de alimentos y soluciones sostenibles en el sector agrícola: hacia la seguridad alimentaria en zonas rurales

JUAN MANUEL RODRÍGUEZ GAETA\*

BRENDA I. GUERRERO\*\*

AZTRID ELENA ESTRADA BELTRÁN\*\*\*

MAYRA ISABEL SALAZAR BALDERRAMA\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.273.01>

## Resumen

La escasez hídrica y el desperdicio de alimentos representan desafíos fundamentales para la sostenibilidad global. La agricultura consume cerca de 70% del agua dulce extraída a nivel mundial, y constituye 90% de los usos consuntivos de este recurso, exacerbando la crisis hídrica. Además, se estima que un tercio de la producción alimentaria global se pierde o desperdicia, lo que conlleva un elevado costo en términos del agua utilizada, particularmente en cultivos como frutas y verduras. En México, la situación es especialmente preocupante: el desperdicio de alimentos genera una huella hídrica de 8 817 500 hm<sup>3</sup>, mientras que el sector agrícola demanda 75.74% del agua total concesionada.

En el estado de Chihuahua, donde predominan climas áridos, se destacan iniciativas como la recolección de agua de lluvia y la agricultura familiar para mitigar los efectos de la escasez. Sistemas como camas biointensivas y

---

\* Doctor en Ciencias con especialidad en Hidrociencias. Profesor de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3451-761X>

\*\* Doctora en Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Profesora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1757-5073>

\*\*\* Doctora en Ciencias Hortofrutícolas. Profesora de la Facultad de Enfermería y Nutrición de la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3880-0658>

\*\*\*\* Maestra en Ciencias Hortofrutícolas. Profesora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6483-5280>

técnicas eficaces de manejo de agua como el principio de funcionalidad de lisímetros pueden optimizar la producción en pequeñas parcelas y reducir las pérdidas. Promover estas prácticas junto con la reutilización de residuos orgánicos para biofertilizantes podría aliviar la inseguridad alimentaria y mejorar la gestión hídrica en comunidades rurales. La transición hacia una agricultura sostenible requiere políticas integrales, innovación tecnológica y participación comunitaria.

**Palabras clave:** *escasez hídrica, desperdicio de alimentos, gestión hídrica sostenible.*

## **Impacto del crecimiento agrícola y el desperdicio de alimentos en los recursos hídricos globales**

La creciente demanda de alimentos y cultivos comerciales ha justificado el aumento continuo de tierras de sembradío, lo que ha generado considerable tensión en los recursos hídricos y una constante preocupación en gran parte del mundo (Harrison, 2002; Jägermeyr, 2020); ya que el sector agrícola consume 70% de las extracciones mundiales de agua dulce en riego (Ingrao et al., 2023) y 90% de los usos consuntivos del agua (Kummu et al., 2012). A este problema se suma la pérdida y desperdicio de alimentos, pues representa cerca de un tercio de la producción total mundial (Food and Agriculture Organization [FAO], 2012), y con ello, un alto desperdicio indirecto de agua dulce aplicada en riegos de frutas y verduras (Kummu et al., 2012).

El tema del recurso hídrico se ha convertido en un asunto de seguridad internacional y en una cuestión esencial para la agenda de casi todos los gobiernos (Nieto, 2011; Dinar et al., 2019), del mismo modo en que el aseguramiento en el abasto de alimentos para la población se ha convertido en un problema (Sosa y Ruíz, 2017); no obstante, el tema de inseguridad alimentaria está más relacionado con los problemas en la distribución de los alimentos que con la escasez de agua dulce. A nivel mundial, el manejo postcosecha en la cadena de distribución y el consumo final representan, cada uno, alrededor de una cuarta parte del total de recursos hídricos em-

pleados en los alimentos que se pierden y desperdician en la cadena de suministro de alimentos (FSC) (Kummu et al., 2012).

## **Gestión sostenible del agua y agricultura familiar: retos y oportunidades en contextos de escasez hídrica en México**

En México, la baja disponibilidad de agua y el desaprovechamiento de alimentos no es diferente. En su amplia expansión geográfica, los climas áridos y semiáridos en el norte del país cubren aproximadamente 50% de su superficie (Moreno y Huber-Sannwald, 2011), con zonas que presentan diferentes niveles de estrés hídrico durante el año (World Water Assessment Programme [WWAP], 2016) y cifras cercanas a los 28 000 000 tn en la pérdida y desperdicio de alimentos, que representan 249 tn per cápita (CCA, 2017), dejando una huella hídrica de 8 817 500 hm<sup>3</sup> (13%), que corresponde al uso consuntivo agrícola agrupado. Durante el año 2020, el uso agrícola agrupado en México demandó 75.74% de 89 548 hm<sup>3</sup> de agua (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2021), es decir, 67 826.76 hm<sup>3</sup>.

Al norte de México, el estado de Chihuahua presenta limitaciones en la disponibilidad de agua (Conagua, 2011); las condiciones climáticas predominantes son de tipo árido en aproximadamente 74% del territorio (Núñez-López et al., 2007); asimismo, en zonas rurales fuera de las zonas áridas que no presentan problemas de escasez hídrica (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat]), pero si problemas de acceso al recurso, se hace presente la inseguridad alimentaria en niveles que van de lo moderado a lo severo (Torres Torres y Rojas Martínez, 2022).

En Chihuahua, de los 5 411 100 hm<sup>3</sup> de volumen de agua concesionados al Estado para usos agrupados consuntivos, 4 834 700 hm<sup>3</sup> se emplean en la agricultura (Conagua, 2021). Para mejorar la distribución del recurso hídrico, o bien integrar un manejo sustentable del agua en zonas de escasez, es importante en primer término considerar la baja disposición del suministro y cuantificar las necesidades hídricas de los cultivos (Aguilar et al., 2007); en tanto que, en zonas sin acceso al recurso hídrico, es apremiante plantear métodos sostenibles, como la captación de agua de lluvia.

La transición hacia la sostenibilidad en la agricultura y los sistemas ali-

mentarios es un desafío complejo que requiere acciones en política, regulación, cultura, participación de los actores, ciencia e innovación (López et al., 2021). Estas acciones no sólo requieren la gestión sostenible de los recursos de agua dulce, sino también, la distribución adecuada de los alimentos e, incluso, de la práctica a escala doméstica de la producción de traspatio de hortalizas de uso diario. La agricultura familiar ofrece una oportunidad única para garantizar la seguridad alimentaria, mejorar los medios de vida, gestionar mejor los recursos naturales, proteger el medio ambiente y lograr un desarrollo sostenible; en especial, en las zonas rurales (FAO, 2019).

## **Camas biointensivas y recolección de agua de lluvia: estrategias para la sostenibilidad hídrica y alimentaria en zonas rurales**

Para lograr mejoras en la sostenibilidad hídrica y la seguridad alimentaria, se busca reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos (FAO, 2019) a través del método de producción de hortalizas en camas biointensivas (Gurrero-Leal et al., 2015) y de la propuesta sobre la recolección de agua de lluvia (Hugues, 2019) para el aprovechamiento inmediato, o para el almacenamiento en reservorios que permitan hacer uso posterior en pequeños espacios de producción familiar (Moreno, 2013), sobre todo en zonas rurales con problemas en la distribución de alimentos, con baja disponibilidad, escasez, o sin acceso al agua, y que afecta la calidad de vida de la población (Gay et al., 2010).

El tema de la recolección de agua en el sector agrícola hace referencia a los sistemas o métodos que permiten la captación y aprovechamiento de los recursos hídricos provenientes de la lluvia (Dinar et al., 2019). El agua almacenada en depósitos puede ser utilizada en pequeños huertos de traspatio y fomentar la producción hortícola familiar. Si bien la cantidad de agua que se logra almacenar depende de los utensilios con los que contamos para desarrollar esta actividad, también se puede almacenar directamente en el suelo con previa preparación para su mejor aprovechamiento en la productividad de plantas y animales de granja (Karlen et al., 1997).

El almacenamiento de agua de lluvia puede hacerse en contenedores plásticos de segundo uso y libres de contaminantes tóxicos (imágenes 1.1 y

1.2), el volumen aproximado de agua que podemos captar se considera en función del área de captación y de la precipitación promedio de la zona; por lo tanto, si el tejado cuenta con  $70 \text{ m}^2$  de área y todo está dispuesto para captar, y la precipitación de la temporada es de  $300 \text{ mm}$ , partiríamos de la relación  $1 \text{ mm} \times 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ L}$  de agua; es decir, en este ejemplo resultan  $300 \text{ L} \times \text{m}^2$ , esto lo multiplicamos por los  $70 \text{ m}^2$  del tejado y nos da un total de  $21\,000 \text{ L}$  o  $21 \text{ m}^3$  de agua. Es importante considerar que se pueden dar pérdidas en la recolección. Por su parte, cuando la proyección de la captación de agua de lluvia es mayor que nuestra capacidad de almacenamiento, podemos dirigirla directamente a áreas destinadas para los cultivos, con el suelo previamente preparado, para el aprovechamiento del recurso.

Imagen 1.1. *Recolección y almacenamiento agua de lluvia en la agricultura. Primera edición*



Fuente: Vera, 12 de noviembre de 2022.

Imagen 1.2. Preparación de depósitos para la captación de agua de lluvia



Fuente: Snohomish, 6 de enero de 2016.

La importancia de la captación, el almacenamiento y utilizarla para estos fines es de gran relevancia para las poblaciones que no tienen acceso al líquido vital, o se encuentra en escasez (Hugues, 2019). Para el aprovechamiento del agua en la producción de hortalizas en huertos familiares, se pueden construir camas de cultivo, cuyas prácticas son fundamentales en el crecimiento y la producción de una rica variedad de cultivos (Rodríguez-Valverde, 2013). La preparación de una cama de cultivo depende de un conjunto de actividades que tienen como objetivo crear un suelo, o sustrato suelto, poroso donde el agua pueda conservarse el mayor tiempo posible, y las raíces, crecer de manera sencilla a través de él, con nutrientes y materia orgánica enriquecida por algún tipo de composta (Escalante et al., 2005).

Las camas pueden ser altas, por encima del suelo, o de doble excavación; esto dependerá de las condiciones del suelo y de la profundidad de las raíces de los cultivos que se pretendan producir en cada ciclo. En cualquiera de los dos casos, se debe comenzar con una limpieza del terreno en cuanto a basura, malezas desde su raíz y de rocas grandes, sobre todo si la cama será a

profundidad; después de esto, se delimita la superficie para realizar la excavación a una profundidad adecuada para los cultivos que se van a seleccionar (imagen 1.3); entre 20 y 50 cm, si se trabajara con camas altas, y entre 50 y 60 cm, si se trabaja con camas de doble excavación (Jeavons y Cox, 2007).

Imagen 1.3. *Preparación de cama de cultivo*



Fuente: Fanecaes, 7 de marzo de 2012 (izquierda). El feixe, 26 de febrero de 2014 (derecha).

El área total que ocuparían las camas en su conjunto se calcula en función del agua disponible para el riego y de las condiciones del área asignada; el ancho de las camas debe rondar 1m para que se pueda alcanzar la zona central con el brazo por ambos lados, y se faciliten las labores de mantenimiento, los cuidados culturales del cultivo y la cosecha (Bartholomew, 2013). Así mismo, el largo de la cama de cultivo se deja a consideración del tamaño del lugar donde se establecerán las camas.

En estas camas se promueven prácticas que están orientadas a fomentar la biodiversidad mediante una siembra variada de cultivos y cercana, donde las mismas plantas cubran el suelo de los rayos directos del sol, manteniendo la humedad y la actividad microbiana del mismo, y ayudando, con esto, a la reducción del uso de productos agroquímicos para combatir enfermedades y plagas, además de aprovechar al máximo el espacio para la producción de alimentos (Márquez-Hernández et al., 2010).

Las camas altas para huertos de traspatio pueden ser delimitadas con madera, ramas, piedras, o lo que tengamos al alcance, como, a continuación, se muestra en las imágenes 1.4, 1.5 y 1.6.

Imagen 1.4. *Cama alta de cultivo para huerto familiar formada con madera*



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 1.5. *Cama alta de cultivo para huerto familiar formada con ramas entrelazadas*



Fuente: GoJardin, 24 de febrero de 2020.

Imagen 1.6. *Cama alta de cultivo para huerto familiar formada con piedras*



Fuente: GoJardin, 2020. Febrero, 24.

Las camas de doble excavación también se pueden delimitar con piedras, ramas, o madera (imágenes 1.7 y 1.8).

Imagen 1.7. *Cama de doble excavación delimitada con piedra*



Fuente: El feixe, 26 de febrero de 2014.

Imagen 1.8. Cama de cultivo a nivel de superficie del suelo



Fuente: Díaz (31 de agosto de 2015).

## Optimización del uso de recursos en suelos: biofertilizantes y técnicas de manejo hídrico

En las comunidades rurales es común encontrar árboles cerca de los hogares y suelos cubiertos por las hojas que liberan. Éstas hojas pueden agruparse en pequeños montículos para su descomposición por acción de los microorganismos de montaña (imagen 1.9); para realizar esta actividad es fundamental evitar la recolección de material en cercanía de los pinos.

Los microorganismos de montaña (imagen 1.10) son microbianos inóculos con altas poblaciones, principalmente, de hongos, bacterias y actinomicetos, que se encuentran naturalmente en el suelo; estos microorganismos ayudan a la formación de biofertilizantes económicos que contribuyen a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo (SADER, 2023). Una vez descompuestas las hojas, el sustrato se puede mezclar con el suelo, o esparcir sobre las camas e incorporarlo con ayuda de un rastrillo; esto, además de la importancia nutricional que tiene, ayuda a la filtración y retención de agua en el suelo, al interior de la cama, dejándola disponible para los cultivos.

Imagen 1.9. *Proceso de descomposición de materia orgánica mediante microorganismos como bacterias y hongos*



Fuente: [https://www.microscopio.pro/que-significa-compost-organico-descubriendo-sus-beneficios-y-usos/?expand\\_article=1](https://www.microscopio.pro/que-significa-compost-organico-descubriendo-sus-beneficios-y-usos/?expand_article=1)

Imagen 1.10. *Microorganismos de montaña en hojarasca (materia orgánica) de encinos. Recolección de microorganismos de montaña*



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=aH2qOJbMT4w>

Comprender la dinámica del agua en el suelo es fundamental para optimizar su aprovechamiento en los cultivos y para promover un uso eficiente.

te del recurso hídrico. Esto permite estimar la cantidad adecuada de agua que se deberá de aplicar en cada riego comenzando con el riego inicial, cuyo propósito es llevar el suelo a su *capacidad de campo* (máxima cantidad de agua que el suelo puede retener después del drenaje gravitacional) (Scherer, et al., 2022).

Posteriormente, los riegos se programan para reponer el agua perdida mediante la evaporación directa, desde la superficie del suelo, y la transpiración de las plantas. En contextos donde no se dispone de herramientas o equipos tecnificados, el principio del lisímetro puede ser utilizado como una práctica alternativa para estimar dichas pérdidas (González et al., 2020).

El procedimiento comienza con tomar una muestra del mismo suelo presente en las camas y prepararla para su secado. Si no se cuenta con equipo de laboratorio, se puede realizar el método de secado al sol (Brady et al. 2008). El objetivo es eliminar la humedad del suelo para su análisis y conservación utilizando la energía solar como fuente de calor; para depositar la muestra de suelo se recomienda usar superficies de secado como bandejas metálicas, láminas de aluminio o plástico resistente, y una espátula o un cucharón que nos permita manipular y extender la muestra.

Posteriormente, se expone la muestra al sol durante las horas de mayor radiación (generalmente, entre las 10:00 y las 16:00 h) y se mide el tiempo de exposición. Con ayuda de una báscula se monitorea el peso de la muestra para registrar el peso final una vez que la muestra llega a un peso constante. A continuación, utilizamos un recipiente impermeable con orificios en la base, previamente pesado, para verter el suelo seco y utilizarlo como volumen de control, de manera que podamos evaluar la relación agua/suelo según el método de lisímetros (González et al., 2020).

Con la muestra en el contenedor, se dan ligeros golpes para asentar el suelo y se verifica de nuevo el volumen ocupado por el suelo en función de las dimensiones del contenedor y de la altura de la muestra. Procedemos, entonces, a aplicar un riego lento y uniforme (de preferencia, a manera de goteo), mientras registramos la cantidad exacta de agua. Cuando el agua comienza a drenar por los orificios, interrumpimos el riego. Medimos la cantidad de agua drenada y la restamos de la cantidad aplicada justo antes de que comenzara el drenaje. Una vez que el drenaje cesa por completo, el

volumen de agua restante corresponderá a la cantidad necesaria para llevar el suelo a capacidad de campo en relación con el volumen.

De la relación agua/suelo, es posible obtener el porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Humedad en el suelo} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

El resultado indica, por ejemplo, que un suelo con 20% de humedad contiene 20 g de agua en 100 g de suelo.

Otra forma de entender la relación es mediante la relación del volumen de agua en el volumen de suelo; es decir:

$$\text{Humedad en el suelo} = \frac{\text{Volumen de agua}}{\text{Volumen de suelo seco}} \times 100$$

El resultado nos muestra que un suelo con una humedad volumétrica de 20%, por ejemplo, contiene 0.2 cm<sup>3</sup> de agua en 1 cm<sup>3</sup> de suelo.

Ambos resultados se expresan y se comprenden en porcentajes (%).

El siguiente es un ejemplo práctico con datos de Escobar et al. (2016).

Una muestra de suelo en estado natural pesa 62.1 g; después de secarse al horno, pesa 49.8 g. ¿Qué porcentaje de humedad contenía la muestra de suelo?

El peso del agua se obtiene de restar a la muestra húmeda el peso de la muestra seca, como se observa a continuación:

$$62.1 - 49.8 = 12.3 \text{ g}$$

Entonces:

$$\text{Humedad en el suelo} = \frac{12.3}{49.8} \times 100 = 24.7\%$$

Siguiendo el procedimiento de humedecer la muestra de suelo después del secado al sol y de obtener el porcentaje de humedad con estas ecuaciones, podemos acceder a la capacidad de campo (CC) del suelo.

Otro parámetro importante de las condiciones de humedad en el suelo es el punto de marchitez permanente (PMP), esto es, el contenido de agua de un suelo retenida con tal firmeza que no pueda ser extraída por las plantas, generando una marchitez irreversible. Se pueden hacer determinaciones a campo para comprobar este valor, pero éstas son bastante engorrosas y, sobre todo, toma mucho tiempo hacerlas. Una manera práctica de obtener el PMP es la siguiente (García et al., 2021):

$$\%PMP = CC \times 0.74 - 5$$

Si partimos del resultado del ejemplo anterior, la operación quedaría de la siguiente manera:

$$\%PMP = 24.7 \times 0.74 - 5 = 13.27\%$$

Una vez obtenidos estos datos, se pueden usar tablas publicadas sobre las texturas de suelos en relación con la CC y el PMP, como se muestra en la tabla 1.1; donde CC es la capacidad de campo, PMP, el punto de marchitez permanente, y HA, la humedad del suelo fácilmente asimilable por las plantas.

Una vez identificado el suelo de acuerdo con estos valores, podemos aplicar la cantidad de riego a las camas, asumiendo que 1 mm de lámina de riego corresponde a 1 L/m<sup>2</sup>; es decir, si se busca aplicar una lámina de 19.0mm para una profundidad de 10 cm, se aplican 19 L/m<sup>2</sup>.

En el riego, después de la siembra, la longitud, la anchura de la cama y la profundidad de la semilla determinarán el volumen de suelo a humedecer; así, calcularemos repetidamente el volumen según la profundidad que alcance la raíz durante el desarrollo del cultivo, pues ésta será la referencia para calcular el volumen del suelo a regar.

Tabla 1.1. *Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo*

Textura del suelo	Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	Contenido de humedad (W)			Lámina de riego		
		CC	PMP	HA	CC	PMP	HA
		% del peso del suelo seco			mm × 10 cm		
Arena	1.60	8.7	3.5	5.2	13.9	5.6	8.3
Areno franco	1.60	11.9	4.5	7.4	19.0	7.2	11.8
Franco arenoso	1.55	15.4	5.8	9.6	23.9	9.0	14.9
Franco areno limoso	1.50	19.5	7.5	12	29.3	11.3	18.0
Franco	1.45	23.6	9.2	14.4	34.2	13.3	20.9
Franco limoso	1.40	27.2	10.9	16.3	38.1	15.3	22.8
Franco areno arcilloso	1.40	27.0	13.5	13.5	37.8	18.9	18.9
Franco arcilloso	1.40	27.3	15.1	12.2	38.2	21.1	17.1
Franco arcillo limoso	1.35	28.8	13.0	15.8	38.9	17.6	21.3
Arcillo limoso	1.30	28.7	18.0	10.7	37.3	23.4	13.9
Arcilloso	1.25	29.4	20.1	9.3	36.8	25.1	11.6

Fuente: Gallardo (2018).

En cuanto al intervalo de riego para la reposición del agua consumida y transpirada por los cultivos, y del agua que se pierde por evaporación de la superficie de la cama, es importante monitorear la humedad del suelo. Esto se puede hacer a través del tacto, como se describe, de acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2000), en la tablas 1.2 y 1.3. La descripción e imágenes corresponden al momento con necesidad de riego.

Tabla 1.2. Descripción y apariencia de suelos ligeramente húmedos.  
Textura gruesa y moderadamente gruesa

<i>Textura arena fina y arena fina francosa</i>	<i>Textura franco arenoso y franco arenoso fino</i>
Levemente húmedo. Forma una bola muy débil con las marcas de los dedos bien definidas. Una capa suave de granos de arena sueltos y agregados queda en los dedos.	Levemente húmedo. Forma una bola débil con marcas de los dedos bien definidas. El color es oscuro. No deja mancha de agua en los dedos. Los granos se esparcen.
	

Fuente: USDA (2000).

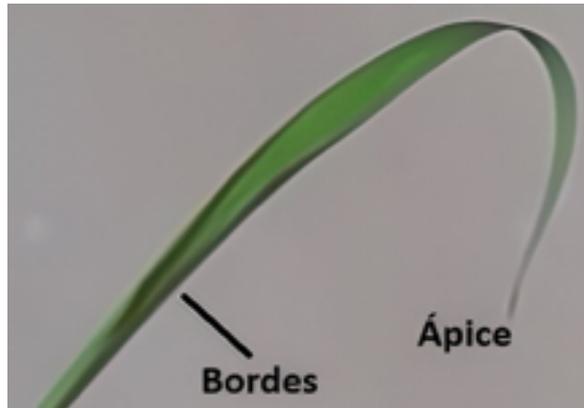
Tabla 1.3. Descripción y apariencia de suelos ligeramente húmedos.  
Textura media y fina

<i>Textura franco arenoso arcillo, franco, y franco limoso</i>	<i>Textura arcilloso, franco arcilloso y franco arcilloso limoso</i>
Ligeramente húmedo. Se forma una esfera débil con superficie áspera. La humedad no mancha los dedos. Algunos agregados de suelo se separan.	Ligeramente húmedo. Se forma una esfera débil. Muy pocos agregados de suelo se separan. La humedad no mancha. Los terrones se aplanan al aplicarse presión.
	

Fuente: USDA (2000).

Otra manera de apreciar la falta de riego es mediante la observación de las hojas. La falta de riego genera deformaciones en las hojas, las cuales se aprecia en el ápice y en los bordes de éstas, como se muestra en la imagen 1.11. El riego se aplica en ese momento, sin afectar gravemente los cultivos.

Imagen 1.11. *Deformación en ápice y bordes de hoja vegetal por falta de riego*



Fuente: Determinar Capacidad de Campo y Punto de Marchitez. <https://www.youtube.com/watch?v=Uj-P94eO1oFw>

## Referencias

- Awal, R., Habibi, H., Fares, A., y Deb, S. (2020). Estimating reference crop evapotranspiration under limited climate data in West Texas. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 28(100677). <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100677>
- Barker, R., Scott, C. A., de Fraiture, C., y Amarasinghe, U. (2000). La escasez mundial de agua y el reto que afronta México. En C. A. Scott, P. Wester y B. Maranon-Pimental (Eds.), *Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas: memorias del Seminario Internacional Asignación, Manejo y Productividad de los Recursos Hídricos en Cuencas*, 7 al 9 de mayo de 2000. International Water Management Institute (IWMI) (pp. 9-32). (IWMI Serie Latinoamericana 020).
- Bartholomew, M. (2013). *El huerto en un metro cuadrado*. BLUME.
- Cal, A. B. (2000). *Agua que nace y muere: sistemas normativos indígenas y disputas por el agua en Chamula y Zinacantán* (Vol. 2). UNAM.
- Comisión para la Cooperación Ambiental (2017). *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte. Informe sintético*. CCA.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2000). *Cálculo de la Humedad del Suelo por Tacto y Apariencia*. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Programa Aid 1619-SP. USDA.
- Díaz, D. S. (2015). Bancales en el huerto reciclados: Cómo delimitar los cultivos. *AgroHuerto*. <https://www.agrohuerto.com/bancales-reciclados-como-delimitar-el-huerto/amp/>
- Dinar, A., Tieu, A., y Huynh, H. (2019). Water scarcity impacts on global food production. *Global Food Security*, 23, 212-226. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.gfs.2019.07.007>

- El "feixe" (2014). El "feixe". *Granja brezo*. <https://granjabrezo.wordpress.com/co-labor-accion/alimentos-2/alimentos/el-feixe/>
- Escalante, E. L., Linzaga, C., Carreño, Y. I., y Román, E. (2005). Formas de preparar el terreno de siembra para obtener buenas cosechas. *Revista Alternativa*, 5(13).
- Escobar, G. D., Escobar, C. E., y Carlos, E. (2016). Relaciones gravimétricas y volumétricas del suelo. *Geomecánica*, 2, 29-47.
- Fanecaes (2012). El bancal profundo. *Les hortelanetes*. <https://fanecaes.wordpress.com/2012/03/07/el-bancal-profundo/>
- Gallardo, G., S. (2018). *Prácticas de Sistemas de Riego*. Centro de Desarrollo Tecnológico Villadiego. <https://tecnicocertificado.cimmyt.org/wp-content/uploads/sites/54/2018/09/SISTEMAS-DE-RIEGO.pdf>
- García, M., Puppo, L., Hayashi, R., y Morales, P. (2021). *Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo*. Facultad de Agronomía.
- Gay, L., Martínez, M., Guevara, A., y Luna, F. (2010). Captación pluvial y reutilización de aguas grises mediante humedales artificiales en la Microcuenca La Soledad, Guanajuato. *CIENCIA@UAQ*, 3(2).
- GoJardin (2020). Des Idées pour faire un potager surélevé dans le jardin. *Go Jardin*. <https://gojardin.fr/bricolages/8-idees-pour-faire-un-potager-sureleve-dans-le-jardin/>
- Harrison, P. (2002). Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. [Informe resumido]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Hugues, R. T. (2019). La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(2), 125-139.
- Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., y Huisingh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. *Heliyon*, 9(8), e18507. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>
- Jägermeyr, J. (2020). Agriculture's historic twin-challenge toward sustainable water use and food supply for all. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 35. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00035>
- Jeavons, J., y Cox, C. (2007). *El huerto sustentable*. Mate.
- Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., y Schuman, G. E. (1997). Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Science Society of America Journal*, 61(1), 4-10.
- Kummu, M., De Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., y Ward, P. J. (2012). Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Science of the total environment*, 438, 477-489.
- López Sánchez, A., Luque Badillo, A. C., Orozco Nunnelly, D., Alencastro Larios, N. S., Ruiz Gómez, J. A., García Cayuela, T., y Gradilla Hernández, M. S. (2021). Food loss in the agricultural sector of a developing country: Transitioning to a more sustainable approach. The case of Jalisco, Mexico. *Environmental Challenges*, 5, 100327.
- Márquez Hernández, C., Cano Ríos, P., García Hernández, J. L., Rodríguez Dimas, N., Preciado Rangel, P., Moreno Resendez, A., Salazar-Sosa, E., Castañeda-Gaytán, G., y de la Cruz Lázaro, E. (2010). Agricultura orgánica: El caso de México. En J. L. García

- Hernández, E. Salazar Sosa, I. Orona Castillo, M. Fortis Hernández y H. I. Trejo Escareño (Eds.), *Agricultura Orgánica. Tercera Parte* (pp. 1-28). Conacyt.
- Moreno, S. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Núñez López, D., Muñoz Robles, C. A., Reyes Gómez, V. M., Velasco Velasco, I., y Gadden Esparza, H. (2007). Caracterización de la sequía a diversas escalas de tiempo en Chihuahua, México. *Agrociencia*, 41(3), 253-262.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. Alcance, causas y prevención*. FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2023). *Introducción al Decenio de las Naciones Unidas de la Agricultura Familiar*. FAO. <https://www.fao.org/family-farming-decade/home/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2024). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. FAO.
- Rodríguez Valverde, G. E. (2013). *Efecto de la altura de cama de siembra sobre el crecimiento del cultivo de la piña híbrido MD-2 (Ananas comosus var. comosus)*. Pindeco Pacífico, Buenos Aires, Puntarenas [Tesis de licenciatura en Ingeniería en Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3325/EFFECTO%20DE%20LA%20ALTURA%20DE%20CAMA%20DE%20SIEMBRA%20SOBRE%20EL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Scherer, T. F., Franzen, D., y Cihacek, L. (2022). *Soil, water and plant characteristics important to irrigation*, [Número de archivo: AE1675]. North Dakota State University.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2023). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. Reproducción de Microorganismos de Montaña*. SADER. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13\\_Microorganismos\\_de\\_montan\\_a.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13_Microorganismos_de_montan_a.pdf)
- Secretaría de Desarrollo Rural (2023). Cartografía de uso de suelo y vegetación del Estado de Chihuahua. [Informe ejecutivo]. <http://file:///F:/TITULO%20DE%20LIBRO/informeFinalCartografia.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). Agua. Disponibilidad. *El medio ambiente en México*. Semarnat. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen14/06\\_agua/6\\_1\\_1.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_1_1.html)
- Snohomish, C. D. (2016). *Capturing rainwater, curbing soil creep*. Snohomish Conservation District. <https://snohomishcd.org/blog/2016/1/6/capturing-rainwater-curbing-soil-creep>
- Sosa Baldivia, A., y Ruíz Ibarra, G. (2017). La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. *Papeles de población*, 23(93), 207-230.
- Torres Torres, F., y Rojas Martínez, A. (2022). La seguridad alimentaria en la encrucijada de las desigualdades regionales de México. *Journal of Regional Research*, 53, 91-115. <https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.22.012>
- Vera, M. (2022). *Cómo recolectar y almacenar agua de lluvia en la agricultura*. <https://www.primeraedicion.com.ar/nota/100651016/como-recolectar-y-almacenar-agua-de-lluvia-en-la-agricultura/>



## 2. Camas altas para el cultivo de hortalizas en los huertos familiares

OFELIA ADRIANA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ\*

DÁMARIS LEOPOLDINA OJEDA BARRIOS\*\*

LAURA RAQUEL OROZCO MELÉNDEZ\*\*\*

ROCÍO SÁNCHEZ ROSALES\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.273.02>

### Resumen

Actualmente, los consumidores han incrementado su interés por mejorar su salud a través de una dieta con alimentos sanos e inoocuos; lo que ha motivado a muchos a producir sus propios alimentos. Este capítulo tiene por objetivo proporcionar información útil sobre la construcción de camas altas para el cultivo de hortalizas; nuestra propuesta es un apoyo práctico y de fácil acceso para la producción manual de hortalizas, plantas medicinales y aromáticas en superficies pequeñas, los cuales representan una potencial herramienta de promoción de alimentos saludables y de entornos sostenibles. La agricultura en huertos familiares es una actividad que aporta nuevos significados a la práctica agrícola; más allá del aspecto productivo, dota a la agricultura de una función social y ambiental al tiempo que nos ofrece un espacio de relajación y esparcimiento en donde podemos desarrollar toda nuestra creatividad.

\* Doctora en Filosofía en Recursos Naturales. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1072-7521>

\*\* Doctora en Ciencias Agrícolas. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6559-4485>

\*\*\* Doctora en Ciencias Hortofrutícolas. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4328-271X>

\*\*\*\* Doctora en Ciencias Hortofrutícolas. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5508-9119>

**Palabras clave:** *cultivo, propagación, suelo, siembra, plántula.*

## Introducción

El huerto familiar es un sistema de producción para la obtención de más alimentos en menos espacio que se basa en el uso de insumos locales sin la necesidad de maquinaria, fertilizantes o insecticidas comerciales, con el fin de evitar daños a la salud de la población y a los ecosistemas. Además, contribuye a contrarrestar la compleja situación económica, nutricional y social que padecen las diversas generaciones y sociedades (Jeavons, 2004). En este sentido, los huertos familiares son una alternativa para disminuir la inseguridad alimentaria presente en las familias, de manera que se puedan generar cambios positivos en el apoyo a las deficiencias alimentarias por las que atraviesan actualmente diversos países, regiones y comunidades vulnerables (Altieri, 2000).

Además, los huertos familiares ayudan a las personas en general a reducir sus niveles de estrés, ya que ver un ambiente natural rodeado de una variedad de plantas, árboles y flores genera satisfacción y revitaliza a las personas de tal manera que ayuda al cuerpo a encontrar su propio equilibrio, aportando sensaciones de comodidad, confort y bienestar (Cruz, 2017).

Con base en lo anterior, este capítulo tiene como objetivo proporcionar información sobre la construcción de camas altas de cultivo de hortalizas, para ofrecer, de este modo, un apoyo práctico y accesible para la producción manual de alimentos en superficies pequeñas y huertos familiares.

Para la familia, el huerto familiar significa:

- Tener siempre hortalizas frescas.
- Tener productos sanos, sin enfermedades, riesgos de infección ni pesticidas.
- Ahorrar dinero.
- No dañar al medio ambiente.
- Una actividad que une a los integrantes de la familia.

Si se hace en forma colectiva, el huerto familiar significa:

- Tener un espacio y una actividad para compartir con otros.
- Tener un espacio y una actividad para aprender a organizar y planificar.
- Tener un espacio para cuidar y proteger y una actividad que lo embellezca, o por lo menos enverdezca el entorno.
- “Traer el campo a la ciudad”, a través de la creación de áreas verdes productivas.

## Ubicación y construcción del huerto familiar

Para comenzar el huerto familiar se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Elegir un lugar plano donde se establecerá el huerto.
2. Contar con una fuente de agua cercana de fácil acceso, limpia y sin detergente, y contar con el cuidado necesario para no desperdiciar el agua.
3. El huerto deberá de situarse junto a una cerca o en torno a un grupo de árboles que puedan protegerlo de los vientos fuertes y las corrientes de aire.
4. Se debe buscar un lugar al que llegue el sol el mayor número de horas, y que se encuentre, en lo posible, protegido de las bajas temperaturas.
5. El huerto debe cercarse para impedir la presencia de animales silvestres y domésticos.
6. El tamaño del huerto dependerá de las necesidades de la familia o del terreno disponible.
7. Verificar que el suelo sea adecuado o, por lo menos, que no haya rocas grandes. Si el terreno es rocoso, es necesario retirar ese material y sustituirlo por suelo.

## Camas altas de cultivo

Las camas altas son estructuras dentro del huerto familiar que presentan múltiples beneficios al facilitar el cuidado, el crecimiento y la producción de cultivos. Consisten en pequeñas parcelas, generalmente rectangulares, delimitadas por cercos de madera, cemento, hormigón, etc. Se rellenan de suelo enriquecido para plantar hortalizas y otros cultivos comestibles, empleados, entre otras cosas, para el consumo diario familiar, además de cultivos aromáticos, medicinales y ornamentales.

### Ventajas de las camas altas de cultivo

Son muchas las ventajas que nos ofrecen las camas de cultivo; entre éstas cabe destacar las siguientes:

- Evitan la erosión del suelo, ya que la cama en sí hace de barrera y no permite que el agua caída de la lluvia pueda arrastrar el suelo.
- No permiten la compactación del terreno causada por el paso de personas o animales, facilitando así una mejor nutrición de las raíces y mejorando el crecimiento de las plantas.
- Presentan una importante barrera contra pequeños animales como las babosas, los caracoles, etcétera, que, por lo general, tienden a invadir nuestras plantaciones para alimentarse con los vegetales que allí crecen.
- Al concentrar mejor nuestros esfuerzos en el cuidado de las plantas de esta pequeña parcela, ya sea añadiendo más materia orgánica al suelo, ya sea optimizando el riego y la protección contra plagas y enfermedades, nos permiten mejorar el rendimiento de las cosechas, adelantando, con ello, el crecimiento de las plantas.
- Facilitan la limpieza de las malas hierbas u otras plantas ajenas a nuestros cultivos que crecen dentro de las camas.

- La elevación de las camas de cultivo permite a la gente mayor, o con problemas de espalda, dedicarse a esta actividad sin perjuicio para su salud.
- Este tipo de plantaciones ayudan a conservar los nutrientes del suelo y a optimizar el agua para el riego.
- Cuando existen varias camas juntas se crea un micro clima que ayuda a mantener una humedad y una temperatura más homogénea; de esta forma, se mejora el crecimiento de las plantas y la germinación de las semillas.

## Herramientas e insumos requeridos

Este método de cultivo requiere del constante esfuerzo y atención de las personas, y herramientas sencillas como el bieldo, el rastrillo, la pala, la carrucha o carreta, la manguera y el tamiz.

Imagen 2.1. *Herramientas requeridas para la elaboración y mantenimiento de las camas altas*



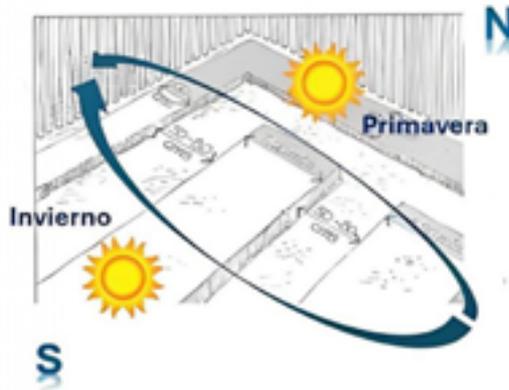
Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

Los insumos requeridos se basan en compostas, abonos verdes y residuos de plantas, que aprovechan las cualidades de éstas para repeler algunas plagas y enfermedades de los cultivos, entre otros.

## Construcción de las camas altas de cultivo

1. Las camas de cultivo, por lo general, son de forma cuadrada o rectangular. El largo es indiferente y estará determinado tanto por el espacio disponible en el jardín o parcela, como por la cantidad de las plantas que vayamos a colocar.
2. Las camas de cultivo deben orientarse a lo largo; esto es, de norte a sur, para que reciban la mayor cantidad de luz posible.

Figura 2.1. Orientación de las camas altas de cultivo



Fuente: Adaptado de EcoCostas (2006).

3. El ancho de las camas no debe ser superior a los 1.2 m, de forma que podamos alcanzar fácilmente con las manos y sin esfuerzos la zona central, para poder trabajar en ella.
4. Se debe delimitar el ancho de las camas.
5. Posteriormente, se debe cavar, colocando el suelo retirando a un costado de la excavación.

Imagen 2.2. Ancho y largo de la cama alta de cultivo



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

Imagen 2.3. Excavación y extracción del suelo



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

6. Se debe alcanzar una profundidad de 40 a 60 cm.

Imagen 2.4. Profundidad de excavación de 40 cm para la construcción de la cama alta



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

7. Al regresar el suelo se debe tamizar para eliminar la presencia de piedras y guijarros.

Imagen 2.5. Extracción de piedras y gravas, tamizado y volteo de suelo durante el relleno de las excavaciones, en la construcción de la cama alta de cultivo



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

8. El hueco de la excavación se debe rellenar con suelo y elevar la cama de 20 a 30 cm sobre la superficie.

Imagen 2.6. Elevación de la cama alta de 20 a 30cm sobre la superficie del suelo



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

9. Es el momento de enriquecer el suelo con abonos orgánicos como compostas, vermicompostas o semicompostas.
10. Las camas se pueden delimitar con diferentes materiales; incluso, se pueden comprar prefabricadas, haciendo del montaje la única operación necesaria, que, por lo general, es muy sencillo. Uno de los materiales más asequible es la madera, que deberá estar convenientemente tratada para aguantar las inclemencias del tiempo y los rayos solares.
11. Finalmente, se nivela la cama alta de cultivo.

Imagen 2.7. Nivelación de la cama alta de cultivo



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

## Siembra directa o almácigo y trasplante

Es necesario conocer cuáles especies de cultivos se siembran directamente, cuáles requieren de almácigo y trasplante, y cuáles son indiferentes; por ejemplo:

- Siembra directa: cilantro, perejil, rábano, zanahoria, habas, ajo.
- Almácigo y trasplante: tomate, ajo, pimiento, cebolla, lechuga, repollo, coliflor, brócoli, berenjena, albahaca.
- Siembra directa o almácigo y trasplante: acelga, espinaca.

Imagen 2.8. Siembra en almácigo o charolas de propagación



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

## Trasplante

Consiste en el traslado de las plántulas, que han crecido en los almácigos, al lugar definitivo en donde crecerán, es decir, a la cama alta de cultivo.

El desarrollo ideal para el trasplante depende de la especie de hortaliza; por ejemplo:

- Cuando tienen 5 hojas: lechugas, apios, acelgas.
- Con una altura aproximada de 10 cm: tomate, repollo y coliflor.
- Con altura de 20 cm y un espesor de tallo en la base de 0.5 cm: cebolla.

Imagen 2.9. Obtención de plántulas para trasplante conservando el cepellón o adobe



Fuente: <https://agran.es/en/trasplante-de-sandia-y-melon/>

Es conveniente quitarles el riego a las plántulas en almácigo unos días antes del trasplante para ayudar en su proceso de adaptación a la cama alta y al ambiente; no obstante, se aconseja regar el almácigo el día anterior para evitar que las raíces se estropeen y facilitar así la extracción de las plantas y el adobe.

Para el trasplante se recomienda lo siguiente:

- Realizar el trasplante por la tarde o en días nublados.
- Preparar el suelo donde se va a trasplantar y alistar los huecos.
- Sacar las plantas seleccionadas y colocarlas en un recipiente a la sombra.
- Regar abundantemente el suelo luego del trasplante para eliminar las bolsas de aire, que podrían retardar el crecimiento de las plantas.
- Se puede realizar un aclareo de hojas para un mejor prendimiento de las plantas.

Imagen 2.10. *Uso de guías para facilitar el trasplante*



Fuente: Hernández-Rodríguez (2021).

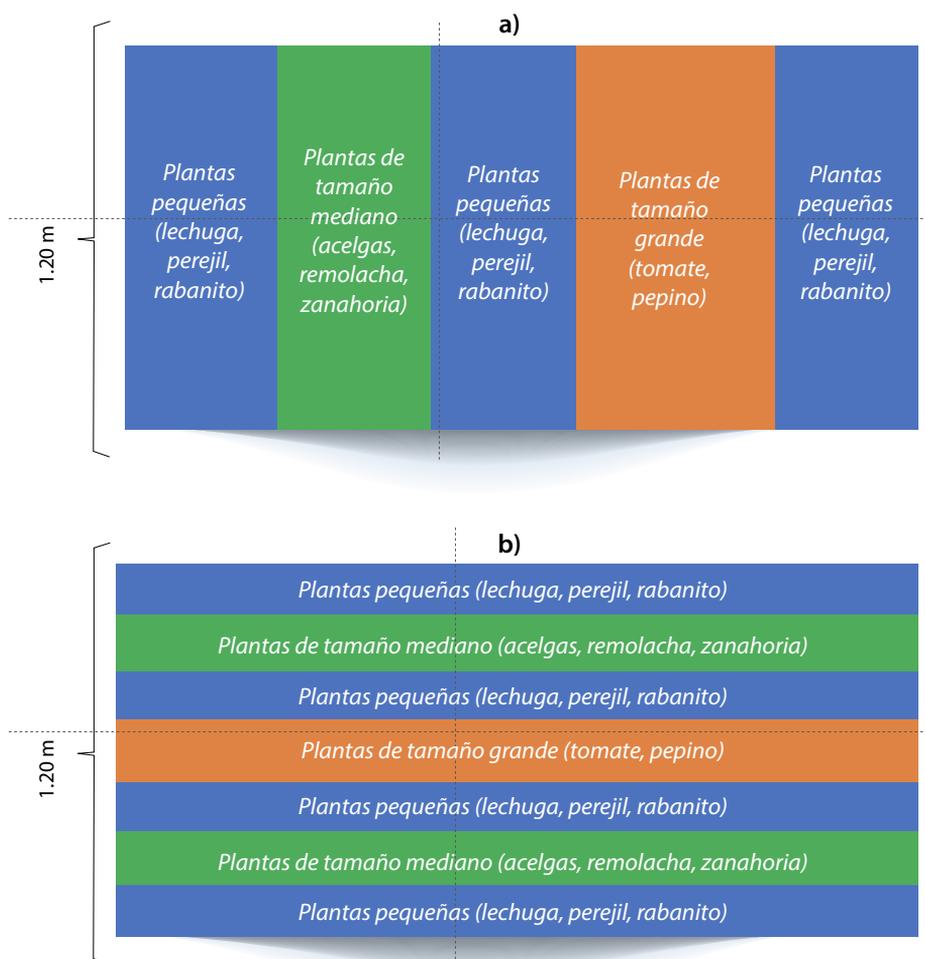
## Diseño de plantación en la cama alta para la producción hortícola

La distribución de las plantas debe optimizar la luz y el uso del suelo para una buena nutrición. Por su parte, diversificar la producción hortícola permite reducir los problemas sanitarios. Para decidir qué hortalizas establecer y qué ubicación tendrán en la cama alta, se deben considerar, por un lado, el tamaño de la hortaliza al momento de la cosecha y, por otro, la distribución de las plantas de acuerdo con su tamaño: las más grandes en las hileras centrales y las más pequeñas en los bordes:

- Grandes: pepino, tomate, repollo, coliflor, brócoli, habas, arvejas, pimentón, berenjenas.
- Medianas: acelgas, zanahoria, ajo, cebolla, puerro.
- Pequeñas: lechuga, rabanito, cilantro, perejil.

Las siguientes figuras muestran dos formas posibles de diseño para el establecimiento de las plantas en las camas altas de propagación:

Figura 2.2. a) Diseño de plantación transversal o a lo ancho, y b) diseño de plantación a lo largo de la cama alta de cultivo



Fuente: Elaboración propia.

## Distancia de siembra o plantación

Se utiliza la siembra cercana en que las plantas se siembran a una distancia menor a la que la agricultura comercial y tradicional recomienda, para aprovechar mejor el espacio. Se puede sembrar en hilera a *tresbolillo* (esto es, en forma de hexágono), de manera que la distancia entre planta y planta sea

siempre la misma; esta formación varía según el tipo y la variedad de la planta. Además, se recomienda la asociación de cultivos y su rotación, de manera que, en cuanto se coseche una hortaliza, pueda ser sustituida inmediatamente por otra con características diferentes (Flores, 2005).

## Optimización del espacio

Se recomienda intercalar plantas cuyo órgano comestible sea aéreo al lado de plantas cuyo órgano comestible sea subterráneo (esto es, raíces, bulbos o tubérculos), con el fin de que ocupen más eficientemente el espacio y dispongan de suficientes nutrientes para su crecimiento:

- Hortalizas de raíz comestible
  - Zanahoria
  - Nabo
  - Rábano
  
- Hortalizas de hoja comestible
  - Apio
  - Perejil
  - Acelga
  - Espinaca
  - Repollo (Col)
  - Lechuga
  
- Hortalizas de tallos y bulbos comestibles
  - Cebolla
  - Ajo
  - Papa
  
- Hortalizas de frutos comestibles
  - Tomate
  - Pepino
  - Vainita (Ejote)

- Haba
- Pimentón
- Berenjena

### **Velocidad de crecimiento**

Las hortalizas más rápidas serán cosechadas primero, dejando espacio para aquellas más lentas y de mayor tamaño.

- Rápidas: rabanito, cilantro, perejil
- Intermedias: lechuga, espinaca
- Lentas: repollo, tomate, ajo, pimentón, acelga, brócoli, coliflor

### **Diversificación de especies hortícolas**

Además, se deben combinar plantas de diferentes familias para evitar la transmisión de enfermedades y plagas entre ellas. Una vez cosechadas las plantas, no se recomienda sembrar plantas de la misma especie o familia en el mismo lugar, con el fin de evitar la transmisión de plagas y enfermedades.

- Aliáceas: cebolla, ajo, espárrago
- Amarantáceas: acelga, espinaca
- Compuestas: lechuga, alcachofa
- Crucíferas: repollo, coliflor, repollito de Bruselas, brócoli, rabanito
- Cucurbitáceas: melón, sandía
- Fabáceas: habas, frijol, lentejas, garbanzos
- Lamiáceas: orégano, albahaca
- Solanáceas: tomate, ajo, pimentón, berenjena, papa
- Umbelíferas: perejil, apio, cilantro, zanahoria

Imagen 2.11. *Plantación intercalada o sotosiembra*



Fuente: <https://www.rocalba.es/blog/asociacion-y-rotacion-de-cultivos-en-nuestro-huerto/>

### **Selección de especies hortícolas para su cultivo**

Otro punto importante es producir hortalizas con interés comercial o de frecuente consumo familiar.

### **Relación entre las plantas**

Es fundamental saber cuáles especies se benefician al sembrarse en hileras vecinas o intercaladas en la misma hilera; ya que hay plantas que son *compañeras* (esto es, se benefician mutuamente), y aquellas entre las cuales son indiferentes o tienen una relación desfavorable.

### **Actividades de mantenimiento**

1. Riegos: la cantidad de agua de riego adecuada es la que el suelo es capaz de absorber y retener. La humedad que llega a sus raíces es lo que ayuda a las plantas; por ésto, el agua que les sirve es aquella que penetra en el suelo y es retenida en él. La mejor hora para regar es al atardecer o temprano en la mañana. Siempre se debe regar en forma suave, para evitar la destrucción de la cama. Es muy recomendable poner tablas a cada lado de la cama para mantener su forma y retener el agua que escurre. Se puede regar por goteo, utilizando una man-

guera de plástico perforada. Es importante no mojar el follaje (Céspedes et al., 2020).

2. Aporcado: consiste en acercar suelo a la base del tallo de la planta para facilitar su establecimiento y mejorar el desarrollo de la misma.
3. Deshierbe: será necesario eliminar manualmente las hierbas que compitan con los cultivos.
4. Fertilización: aún cuando ésta se haya realizado al momento de preparar el suelo, es recomendable colocar abono orgánico alrededor de las plantas al momento del trasplante.
5. Control de plagas y enfermedades: el mejor control es la prevención, para ello se recomienda
  - no utilizar productos químicos para combatir insectos plaga;
  - asociar y diversificar los cultivos;
  - agregar sustancias orgánicas al suelo;
  - utilizar plantas trampa, esto es, plantar flores de colores vivos y aromas intensos, como la ruda, la lavanda, el romero, etc.;
  - dejar crecer la vegetación espontánea en caminos y espacios no plantados;
  - no eliminar sapos, lagartijas, ni arañas, ya que son comedores de insectos;
  - no matar insectos benéficos; y
  - utilizar, en caso de ser necesario, preparados naturales para el control de plagas y enfermedades a base de infusiones de ajo, chile, cebolla, y otros productos naturales que se cuenten en la región; el control también puede ser de forma manual.

Al inicio de cada temporada se recomienda realizar la doble excavación para permitir la entrada de aire al suelo, con lo cual ayudamos a que la vida se desarrolle mejor y se retenga más agua para las plantas. Esta práctica consiste en cavar (a una profundidad de 60 cm, aproximadamente), e incorporar materia orgánica en el orificio perforado; en los siguientes 30 o 40 cm, se excava una segunda zanja para rellenar la primera con el suelo de ésta. Así, el proceso se repite en línea recta con el mismo procedimiento antes descrito hasta terminar con el largo de la cama.

## Referencias

- Altieri, M., y Nicholls, I. C. (2000). *Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable*. PNUMA.
- Céspedes, L. C., Sánchez, C., y Vallejos, Q. J. (2020). Confección y diseño de la cama alta para la producción hortícola. *Frutícola*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/07/14/confeccion-y-diseno-de-la-cama-alta-para-la-produccion-horticola/>
- Cruz, R. G. (2017). *La Teoría de Jardines Terapéuticos aplicados al Diseño del centro de rehabilitación para el adulto mayor en Poroto* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte].
- EcoCostas (2006). *Manual para el cultivo de Huertos Familiares*. [Sustainable Coastal Communities and Ecosystems, Program]. EcoCostas: The Pacific Aquaculture and Coastal Resources Center at the University of Hawaii-Hilo / Coastal Resources Center at the University of Rhode Island.
- Instituto Nacional de Desarrollo Social (s. f.). *Manual de huertos orgánicos*. Prisma Comunitario. Indesol.
- Jeavons, J. (2004). *Cultivo biointensivo de alimentos, más alimentos en menos espacio*. Ecology Action.

### 3. Hidroponía simplificada: una herramienta para mejorar la seguridad alimentaria en áreas rurales

JARED HERNÁNDEZ HUERTA\*

ALDO GUTIÉRREZ CHÁVEZ\*\*

ANGÉLICA ANAHÍ ACEVEDO BARRERA\*\*\*

SILVIA AMANDA GARCÍA MUÑOZ\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.273.03>

#### Resumen

La hidroponía simplificada puede ser una herramienta importante para mejorar la seguridad alimentaria, diversificar la economía local y promover prácticas de agricultura sostenibles en las comunidades rurales. Su sistema de bajo costo y fácil configuración la hace accesible a los agricultores rurales y representa un apoyo significativo para las personas que viven en estas áreas. Además, la hidroponía permite el crecimiento de plantas en lugares con un reducido acceso a suelos fértiles y recursos hídricos, lo que es crucial para regiones con escasez de recursos. La hidroponía simplificada podría ser la solución que garantice la seguridad alimentaria en comunidades rurales y que contribuya, a su vez, a una agricultura más sostenible.

---

\* Doctor en Ciencias con orientación en Microbiología. Profesor-investigador en la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4634-2172>

\*\* Doctor en Ciencias Hortofrutícolas. Profesor-investigador en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5343-3320>

\*\*\* Doctora en Ciencias Agrarias. Profesora-investigadora en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-7090>

\*\*\*\* Doctora en Ciencias en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en Zonas Áridas y Semiáridas. Profesora-investigadora en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5598-2924>

**Palabras clave:** *cultivo sin suelo, hortalizas, huertos familiares.*

## Introducción

La agricultura es una de las actividades antropogénicas más importantes del mundo, ya que es indispensable para la supervivencia del ser humano. Se estima que para el año 2050 la población mundial superará los 9 000 millones, y la demanda de alimento incrementará entre 60 y 70%, de los cuales 85% serán aportados por la agricultura (Comunidades CEPAL, 2023). Sin embargo, los impactos negativos de la actividad agrícola en el medio ambiente causados por el indiscriminado uso de agroquímicos, como la contaminación de los mantos acuíferos, los suelos y la atmósfera, son significativos (Mateo-Sagasta et al., 2018). Aunado a lo anterior, el cambio climático pone en riesgo la seguridad alimentaria en varias regiones del mundo. Por ello, ha crecido el interés por desarrollar métodos de producción de cultivos sin suelo que reduzcan el uso de recursos y generen una mayor producción. Estudios han demostrado que el cultivo sin suelo o hidropónico es una alternativa viable a la agricultura convencional (Melgarejo et al., 2007).

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) ha promovido desde el año 1992 el uso de esta tecnología simplificada en América Latina y el Caribe bajo diferentes escenarios agroecológicos y socioeconómicos con la finalidad de mejorar la seguridad alimentaria (Caputo, 2022). Sin embargo, la adopción e implementación de este tipo técnicas agrícolas es limitada, ya sea por la falta de conocimiento sobre su manejo, ya sea por el alto costo para su establecimiento (Gumisiriza et al., 2021).

El desarrollo de un protocolo de implementación adecuado para la hidroponía simplificada en zonas rurales podría aumentar la disponibilidad de alimentos para las personas más pobres (Dreshe, 2004). En este sentido, el empleo de la hidroponía simplificada en zonas rurales del estado de Chihuahua podría ser una alternativa viable en búsqueda de mejorar la seguridad alimentaria de las personas de escasos recursos. Chihuahua tiene como principales ocupaciones, en zonas rurales, la ganadería y la agricultura, siendo esta última 95% temporal, con bajos rendimientos a causa de

sus suelos pobres (Santos-Hernández et al., 2019). Aunado a esto, la presencia de prolongados periodos de sequía afecta el bienestar de las personas de menores ingresos, por lo cual el uso en la hidroponía simplificada podría mejorar el rendimiento de cultivos de huertos familiares y mejorar con ello la alimentación de las familias. Por este motivo, el presente trabajo busca mostrar los diferentes sistemas hidropónicos simplificados como alternativas para la agricultura tradicional en zonas rurales.

## Hidroponía simplificada

La hidroponía es un método de cultivo de plantas sin uso de suelo. En su lugar, se utilizan soluciones ricas en nutrientes que proporcionan lo necesario para que las plantas prosperen. *Hidroponía* es una palabra de origen griego que deriva de los sustantivos *hydros* (agua) y *ponos* (trabajo); literalmente, trabajo de agua (López-Elías, 2018). Este método ha ganado popularidad en los últimos años; especialmente en áreas urbanas donde el espacio es limitado. Sin embargo, también puede ser una herramienta importante en las comunidades rurales donde los métodos tradicionales de agricultura pueden estar limitados a causa de factores como la mala calidad del suelo o la falta de agua. Esta tecnología, denominada *hidroponía popular, familiar o simplificada*, ha sido ajustada por la FAO para su empleo en áreas marginales con un enfoque en mejorar la seguridad alimentaria (Carrasco y Izquierdo, 1996).

La hidroponía simplificada es, pues, una forma accesible y asequible de hacer agricultura para las comunidades rurales, a partir de materiales sencillos y de bajo costo, como contenedores de plástico y tuberías de PVC, para la instalación del sistema hidropónico. Estos materiales tienen alta disponibilidad y se pueden transportar fácilmente a zonas remotas; además, el uso de recursos de baja tecnología como los sistemas de goteo alimentados por gravedad evitan la compra de bombas costosas y otros equipos necesarios para la instalación del sistema (Schnitzler, 2012).

Uno de los principales beneficios de la hidroponía simplificada en las comunidades rurales es que puede mejorar la seguridad alimentaria (Fecondini et al., 2009). Los métodos tradicionales de agricultura en estas áreas pueden verse afectados por factores como la sequía, las inundaciones y la

mala calidad del suelo, lo que dificulta la producción de comida suficiente para satisfacer las necesidades de la comunidad. La hidroponía, por otro lado, se puede hacer en un entorno controlado, lo que ayuda a mitigar los efectos de estos factores. Además, la hidroponía se puede hacer en espacios pequeños, como un invernadero o un patio trasero, lo que puede ser útil en comunidades donde el terreno es reducido (Caldeyro Stajano, 2003).

La hidroponía simplificada como herramienta para la seguridad alimentaria en el aspecto social permite la integración del núcleo familiar fortaleciendo el rol de la mujer, refuerza los lazos comunitarios y promueve la integración de las personas con discapacidad (Figueroa y Izquierdo, 2002). Por otra parte, la hidroponía simplificada puede ser una forma de promover prácticas de agricultura sostenibles. Los métodos tradicionales de agricultura pueden conducir a la degradación del suelo, la contaminación del agua y otros problemas ambientales. La hidroponía, por otro lado, puede realizarse con menos agua y en un sistema cerrado, lo que puede ayudar a conservar los recursos y reducir el impacto ambiental de la agricultura (cuadro 3.1).

Otro beneficio es que la hidroponía puede ayudar a diversificar la economía local. Las comunidades rurales a menudo dependen de un sólo cultivo o de un número pequeño de cultivos para su subsistencia; esto las hace vulnerables a las fluctuaciones del mercado y a los cambios inesperados del clima, en cuanto a la calidad de las cosechas. La hidroponía, por su parte, permite el cultivo de una amplia variedad de productos, lo que ayuda a diversificar la economía local y la hace más resistente a este tipo de desafíos (Izquierdo, 2005).

**Cuadro 3.1. Ventajas de cultivo hidropónico simplificado con relación al cultivo tradicional en suelo**

Aspecto de comparación	Cultivo tradicional	Cultivo hidropónico simplificado
Número de plantas	Limitado por la nutrición que puede brindar el suelo y la disponibilidad de luz.	Limitado sólo por la iluminación. Brinda mayor densidad de plantas por unidad de superficie.
Preparación del suelo	Se requieren actividades como el barbecho, la rastra y el surcado (campo abierto), o mezclar suelo con abonos orgánicos para el cultivo de trasplante.	No se realiza esta actividad, ya que no se utiliza suelo.
Control de malezas	Gasto en herbicidas y labores culturales para la eliminación de malezas.	No se requiere el control de malezas.
Enfermedades radiculares	Varios tipos de enfermedades radiculares, causadas por patógenos como nematodos, hongos y bacterias, pueden afectar a las plantas.	La incidencia de enfermedades radiculares es mucho menor y su ausencia dependerá de la desinfección del sistema de cultivo y del sustrato utilizado.
Plagas del suelo	La presencia de insectos plaga en suelo pueden dañar las raíces de los cultivos, por lo que es necesario el uso de insecticidas para su control.	No se presentan plagas en el cultivo, puesto que no se usa suelo.
Agua	Puede existir estrés en el cultivo por falta de agua o exceso de agua, dependiendo de la capacidad de retención de agua del suelo; también pueden presentarse problemas de salinidad en el suelo, lo que impide el adecuado desarrollo de las plantas. Además, la cantidad de agua para el cultivo es mayor, debido a la pérdida por percolación y evaporación.	No existe estrés hídrico relacionado al suelo, ya que se emplean sustratos con buena retención de humedad y es posible automatizar el riego mediante un detector de humedad; tampoco se presentan problemas de salinidad, si se maneja adecuadamente la solución nutritiva. Los contenedores donde se coloca el cultivo no permiten pérdidas significativas de agua, permitiendo un ahorro de hasta 80% del recurso, dependiendo del sistema hidropónico.
Fertilizantes	Para la obtención de una buena cosecha, se emplean fertilizantes químicos en grandes cantidades. Los fertilizantes químicos se pueden perder, entre 50 a 80%, por lavado. Es posible utilizar sistemas de fertirriego que aprovechan mejor los fertilizantes, pero requieren de una mayor inversión.	Se utilizan en pequeñas cantidades y, al estar distribuidos uniformemente (disueltos) en el agua, se facilita su absorción por parte de la planta. No hay problemas de pérdida por lavado, dependiendo del tipo de sistema que se utilice.
Nutrición	Pueden aparecer deficiencias localizadas en el cultivo, por falta de nutrientes en el suelo o por falta de fertilización. Las características físicas químicas del suelo puede influir en la disponibilidad de los nutrientes y en la capacidad de absorción de la planta.	Si se realiza la preparación de la solución nutritiva de forma adecuada, habrá un control completo y estable de nutrientes para el cultivo. Si se realiza un control adecuado del pH y de conductividad eléctrica, la planta podrá absorber con facilidad los nutrientes.

<i>Aspecto de comparación</i>	<i>Cultivo tradicional</i>	<i>Cultivo hidropónico simplificado</i>
Desbalance de nutrientes	Las deficiencias nutricionales o el efecto tóxico de algunos elementos en exceso puede durar meses.	Este mismo problema se soluciona en unos cuantos días.
Calidad del fruto	Es común que se presenten deficiencias por calcio y potasio, provocando una menor duración de almacenamiento.	Generalmente, los frutos son firmes y con una mayor vida poscosecha, dependiendo del manejo de la solución nutritiva.
Costos de producción	Los costos de producción pueden ser altos dependiendo del cultivo, la extensión de cultivo y las actividades de manejo realizadas (mano de obra en fertilización, fumigación, preparación del suelo, siembra, etc.).	Los costos pueden ser altos al inicio, en la instalación del sistema, según el sistema que se busque; pero existen sistemas hidropónicos caseros que se pueden construir con materiales locales o reciclado, reduciendo costos.
Sustratos	El cultivo se realiza en el suelo.	Se pueden emplear diversos sustratos de bajo costo, así como materiales de desecho, que tienen buena capacidad de retención de agua. Además, pueden emplearse sólo en la producción de plántulas, como en los sistemas de raíz flotante o NFT.
Mano de obra	Se requiere mayor cantidad de mano de obra, especialmente para labores físicas como deshierbe, riego manual y cosecha.	Se requiere de conocimientos técnicos y asistencia si la extensión de cultivo es grande.
Efecto en el suelo	El cultivo a campo abierto puede tener un efecto negativo en el suelo dependiendo del manejo. Puede presentarse contaminación del suelo y agua debido a los fertilizantes y otros agroquímicos aplicados en el cultivo que pueden afectar a otros seres vivos.	En un sistema hidropónico, dependiendo del manejo del sistema, el suelo no se ve afectado, ya que no se utiliza para cultivar, y como no hay control de plagas de suelo, o control de malezas, se usan menos agroquímicos.
Labores	En un cultivo en campo abierto o en pequeña escala se realizan varias prácticas de control de enfermedades y plagas, manejo de malezas, riego y fertilización.	En los sistemas de cultivo hidropónicos las labores de cultivo se reducen ampliamente, eliminando prácticas como el control de plagas de suelo, el control de malezas, el aporte y la fertilización manual.
Producción	La producción es variable y puede ser heterogénea dependiendo del manejo del cultivo. Si se realiza un control de enfermedades y plagas deficiente se pueden obtener rendimientos bajos o incluso la pérdida de la cosecha.	La producción es homogénea y estable siempre y cuando se realicen las prácticas de forma adecuada, obtenido altos rendimientos por unidad de superficie, así como la mejora en la calidad de la producción.

Fuente: Modificado de Gruda y Tanny (2014), y Lee y Lee (2015).

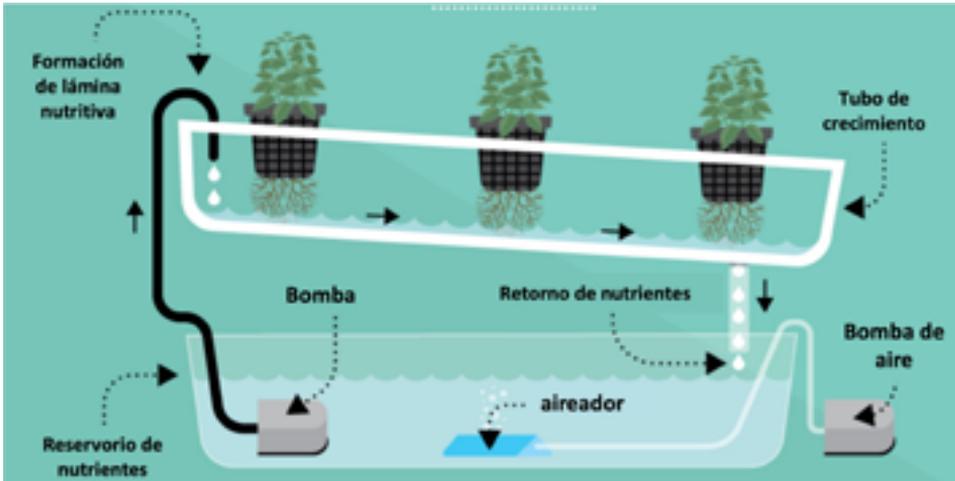
## Sistemas de cultivo en hidroponía simplificada

La producción de cultivos en hidroponía simplificada puede operarse de forma manual o automatizada, pero, dependiendo del tipo de cultivo y de los recursos disponibles, es importante la elección del tipo de sistema a emplear. Los sistemas hidropónicos se dividen en *hidropónicos puros*, donde no se emplea sustrato, y los *cultivos semihidropónicos*, o con sustrato (Savvas et al., 2013). El primer grupo emplea únicamente la solución de nutrientes y una estructura donde se colocan las plantas; además, el sistema de raíces del cultivo puede estar sumergidos parcial o completamente en la solución nutritiva. En los sistemas semihidropónicos, las raíces de las plantas crecen en un sustrato que sólo sirve de soporte y reten de la solución nutritiva (Rodríguez-Del-fín et al., 2017). En la hidroponía simplificada las técnicas más utilizadas son la técnica de la película de lámina nutritiva recirculante (NFT), la raíz flotante y el sistema de cultivo en macetas con sustrato.

### Técnica hidropónica simplificada de lámina nutritiva recirculante (NFT)

El NFT es un sistema hidropónico puro, el cual permite el flujo continuo de un solución nutritiva a través de canales donde se colocan las plantas para su desarrollo. La solución nutritiva recircula en forma de película fina de pocos milímetros, suficiente para nutrir a las plantas y permitir la oxigenación de las raíces. Cuando el NFT se emplea en la hidroponía simplificada suele modificarse según los materiales disponibles y el tipo de cultivo, pero manteniendo siempre el principio de recirculación en lámina (figura 3.1). Los principales cultivos que pueden producirse con este sistema en hidroponía simplificada son las hortalizas de hoja, como son la lechuga, el apio, la albahaca, la acelga y algunas frutillas como la fresa (imagen 3.2). El NFT permite la obtención de hasta 25 plantas/m<sup>2</sup> en el caso de lechugas (Orsini et al., 2009).

Figura 3.1. Esquema general de un sistema hidropónico de lámina nutritiva recirculante



Fuente: <https://n9.cl/rwvbo>

Imagen 3.2. Sistemas hidropónicos simplificados de lámina nutritiva recirculante: (A) sistema NFT vertical con lechugas y (B) sistema NFT de piramidal con acelgas



Fuentes: (A) Hernández Huerta (2022); (B) Agr1col@dmin (2020).

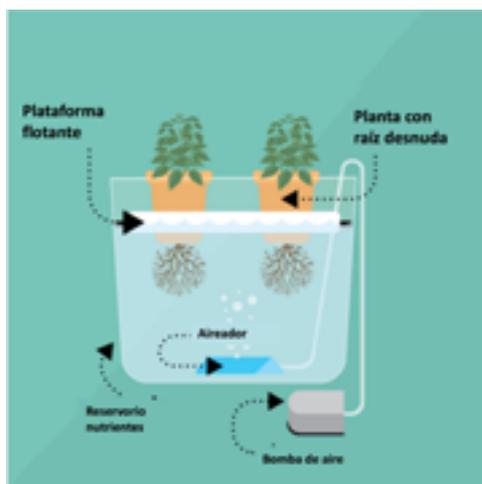
Las ventajas del sistema NFT son, principalmente, el ahorro significativo en el consumo de agua y fertilizantes y la reducción de desechos (Savvas et al., 2013). Además, se puede reducir la mano de obra y el tiempo de cosecha

a casi la mitad; se mejora también la calidad e higiene del producto. Sin embargo, dentro de los inconvenientes de este sistema se encuentran los costos relativamente altos de automatización, el costo por el consumo de energía eléctrica para la recirculación constante y las pérdidas económicas que representan las enfermedades producidas por un mal manejo del sistema (Rodríguez-Delfín et al., 2017).

## Técnica hidropónica de raíz flotante

El sistema de raíz flotante es un sistema hidropónico puro donde se colocan las plantas en láminas de poliestireno que flotan en contenedores con solución nutritiva. El sistema radicular de las plantas queda sumergido en los contenedores, permitiendo una absorción constante de los nutrientes (figura 3.3).

Figura 3.3. Esquema general de un sistema hidropónico de raíz flotante



Fuente: <https://n9.cl/rwvbo>

Este sistema requiere también de oxigenación, la cual se puede producir ya sea por medio de una bomba, o ya sea de forma manual. Este sistema es el más fácil de adaptar en hidroponía simplificada bajo diferentes ambientes: áreas urbanas, áreas semiurbanas o áreas rurales. Los cultivos que se pueden

desarrollar en este sistema son hortalizas de hoja como lechuga, arúgula, acelga, espinaca, albahaca, entre otros (imagen 3.4). Las ventajas de este sistema radican en los bajos costos de instalación, el ahorro en el uso de energía en la oxigenación manual, la facilidad para mover el sistema según sea del tamaño del contenedor, y la facilidad para controlar el pH de las plantas, puesto que están en constante contacto con la solución nutritiva. Lo anterior permite un crecimiento rápido y un cosecha temprana, con más ciclos de cultivo en el año; dependiendo del tipo de cultivo, los rendimientos pueden llegar ser desde 25 hasta 230 plantas/m<sup>2</sup> (Osrini et al., 2010; Gruda et al., 2016). Además, si el sistema se maneja adecuadamente es posible evitar enfermedades y obtener plantas más sanas; incluso, se puede reutilizar la solución nutritiva para regar plantas del jardín.

Imagen 3.4. *Sistemas hidropónicos simplificados de raíz flotante: (A) y (B), sistema de raíz flotante elaborado con una caja de madera forrada de plástico con cultivo de acelgas; (C) y (D), sistema de raíz flotante elaborado con cajas de plástico para almacenamiento con cultivo de lechuga y acelgas*



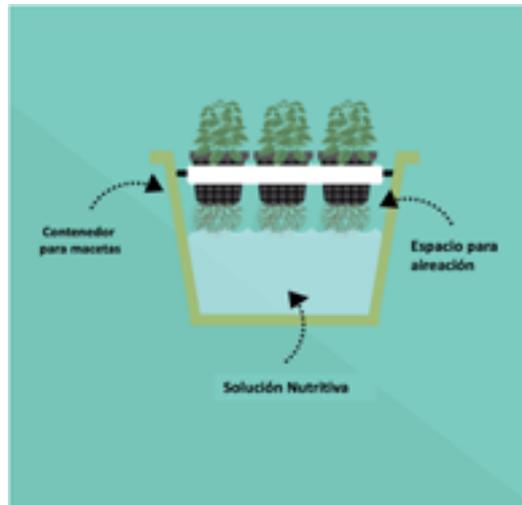
Fuente: Hernández Huerta (2022).

## Técnica hidropónica simplificada Kratky

Esta técnica hidropónica consiste en la suspensión de plantas sobre un contenedor lleno con una solución nutritiva (Kratky, 2009). A medida que la

planta crece la solución nutritiva se reduce, creando un espacio de aireación cada vez mayor (figura 3.5). Los principales cultivos que se pueden producir bajo esta técnica son plantas de porte pequeño como lechuga, acelgas, apio, entre otros (imagen 3.6) (Kratky, 2005). Esta técnica es de bajo costo, ya que no se emplean temporizadores, bombas de aire, sistemas de monitoreo o mano de obra adicional (Kratky, 2009). Para el éxito del sistema, las raíces deben estar expuestas al aire, bajo un alto nivel de humedad; por su parte, el nivel de la solución nutritiva, que nunca se deberá de aumentar, puede permanecer igual o disminuir, sin reducirse nunca en su totalidad.

Figura 3.5. Esquema general de un sistema hidropónico Kratky



Fuente: modificado de <https://n9.cl/rwvbo>

Imagen 3.6. *Sistemas hidropónicos simplificados Kratky:*  
(A) cultivo de acelga; (B) y (C) cultivo de pimiento en traspatio

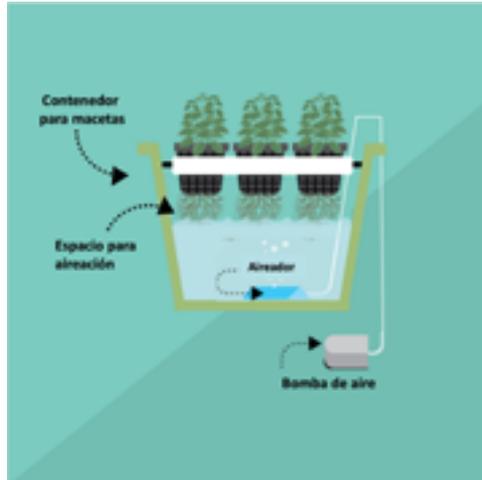


Fuente: Afterburn Grow.

## Técnica hidropónica simplificada de cultivo en agua profunda (DWC)

La técnica de cultivo en agua profunda o *deep water cultivation* (DWC) es una de las técnicas hidropónicas más sencillas que se puede emplear en lugares con poca o ninguna disponibilidad de energía eléctrica. Los requisitos del sistema son simplemente un depósito de agua para suministrar nutrientes a las plantas, una plataforma de espuma de poliestireno para hacer flotar las plantas sobre la solución de nutrientes y una bomba de aire con una piedra de aire para oxigenar las raíces (figura 3.7) (Verner et al., 2022). Los sistemas hidropónicos son perfectos para cultivar hortalizas de hoja como lechugas, acelgas, albahaca, entre otras, porque estas plantas crecen rápidamente y usan mucha agua (imagen 3.8).

Figura 3.7. Esquema general de un sistema hidropónico DWC



Fuente: Modificado de <https://n9.cl/rwvbo>

Imagen 3.8. Sistemas hidropónicos simplificados DWC:  
(A) cultivo de berenjena, (B) sistema DWC casero



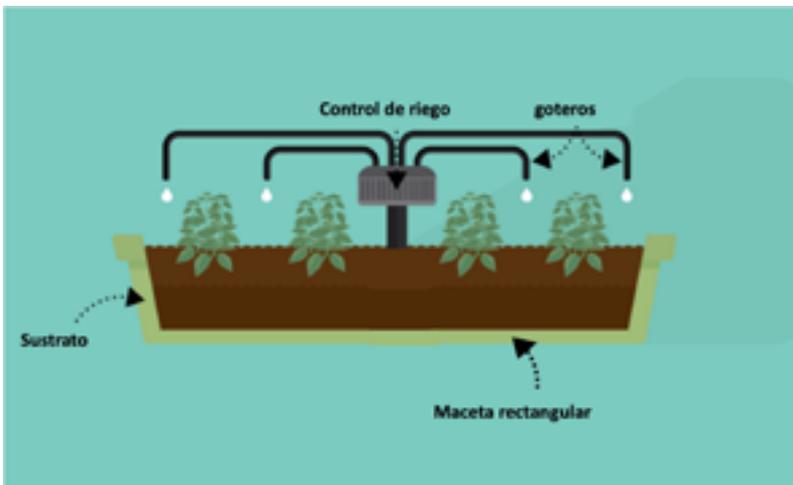
Fuente: Shop (2022).

## Sistema semihidropónico en sustrato

### Sistema semihidropónico en macetas

Este tipo de sistema hidropónico consiste en colocar las plantas en una maceta de cualquier material con algún tipo de sustrato que sirva de soporte para las raíces del cultivo; de manera que la solución nutritiva fluya y se quede entre las partículas del sustrato (figura 3.9).

Figura 3.9. Esquema general de un sistema semihidropónico en maceta con riego por goteo

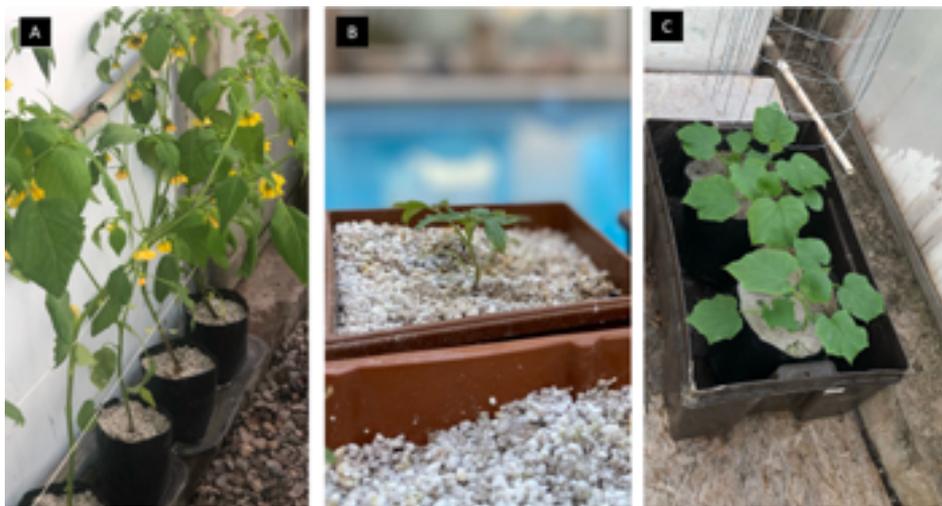


Fuente: Modificado de <https://n9.cl/rwvbo>

El sustrato debe de retener el agua, tener buena aireación, ser inerte y tener facilidad de manejo (Canovas, 1995). El sustrato puede ser de cualquier material que cumplan con las características mencionadas; algunas opciones son: arena, tezontle, perlita, grava, entre otros (Hargrave, 1995). El sustrato debe durar mucho tiempo, no albergar microorganismos perjudiciales para el cultivo, ni semillas de malezas o plagas; tampoco debe ser reactivo con la solución nutritiva que se emplee. Se puede emplear un sistema de riego por goteo automatizado o realizarse de manera manual (imagen 3.10). Las plan-

tas que se pueden cultivar en sustrato son muy variables, desde frutales y hortalizas, hasta plantas medicinales u ornamentales, siendo los más comunes el cultivo de tomate, pimiento, melón, pepino y sandía (Resh, 2016).

Imagen 3.10. *Sistemas hidropónicos simplificados en macetas con perlita:* (A) cultivo de tomatillo, (B) cultivo de tomate, y (C) cultivo de pepino



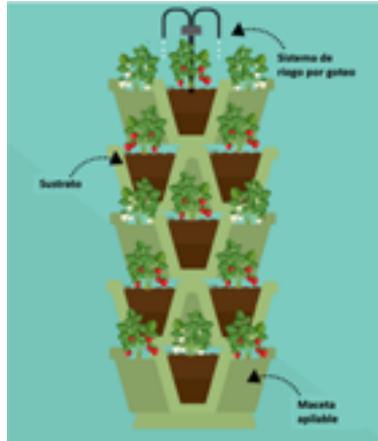
Fuente: Gutiérrez-Chávez (2020).

### Sistema semihidropónico vertical

Este sistema de cultivo hidropónico está compuesto o bien de macetas apiladas, o bien de plantas distribuidas verticalmente en columnas de diversos materiales; cuenta con sustratos ligeros que sirven de soporte al sistema radicular y de un sistema de riego que suministra la solución nutritiva de manera intermitente (Rodríguez-Delfín y Chang, 2014). Las macetas pueden ser de materiales reciclados (PVC, bolsas, botellas) o de diseño comercial, pero deben ser lo suficientemente firmes para soportar el peso de las plantas y el sustrato húmedo (figura 3.11). Este tipo de sistema permite un alto rendimiento por unidad de superficie, pero se limita a cultivos de porte pequeño que permitan su apilamiento (imagen 3.12). Los principales cultivos que se producen son plantas de hojas, aromáticas, ornamentales de flor o follaje.

Sin embargo, una limitante es una buena iluminación, necesaria para obtener una alta producción; por ello se recomienda distribuir las torres de cultivo a no menos de un metro de separación (Rodríguez-Delfín, et al., 2017). Además, el riego puede ser manual o automatizado, pero debe ser frecuente, según la retención de agua del sustrato, el cultivo y el clima.

Figura 3.11. Esquema general de un sistema semi hidropónico vertical



Fuente: Elaboración propia (2023).

Imagen 3.12. Sistemas semihidropónicos simplificados verticales: (A) cultivo de acelga, (B) cultivo de lechuga, y (C) cultivo de fresa



Fuentes: (A) Gutiérrez-Chávez (2020); (B) Hernández-Huerta (2020) y (C) Rodríguez-Delfín et al. (2017).

## Solución nutritiva

Los fertilizantes son esenciales en la hidroponía, ya que proporcionan a las plantas los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. Los fertilizantes comerciales para hidroponía suelen estar disponibles en forma líquida o en polvo y se componen de una mezcla de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, así como de calcio, magnesio y hierro (cuadro 3.2) (Samperio, 2012).

Cuadro 3.2. *Fertilizantes químicos y su fórmula empleados en hidroponía simplificada*

<i>Nombre comercial del fertilizante</i>	<i>Fórmula</i>
Ácido bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Ácido fosfórico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Cloruro de calcio	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O
Cloruro de manganeso	MnCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O
Cloruro de potasio	KCl
Cloruro férrico	FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O
Dihidrofosfato amónico	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
Fosfato amónico	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O
Fosfato monocalcico	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>
Molibdato amónico	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Nitrato amónico	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Nitrato de calcio	KNO <sub>3</sub>
Nitrato de potasio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Sulfato amónico	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O

Fuente: Samperio (2012).

Es importante seguir las instrucciones del fabricante al aplicar los fertilizantes, ya que una dosis incorrecta puede dañar las plantas o incluso matarlas. Existen diferentes tipos de mezclas comerciales disponibles para diferentes etapas del ciclo de crecimiento de las plantas, como los fertilizantes para el crecimiento vegetativo y los fertilizantes para la floración. También existen mezclas especiales para plantas específicas, como los fertilizantes para tomates o los fertilizantes para orquídeas (Iriás-Banegas, 2003). Además, existen fertilizantes orgánicos disponibles para hidroponía, que

derivan de fuentes naturales como el estiércol de vaca o el guano de ave. Estos fertilizantes son una opción más natural para los cultivos hidropónicos, pero suelen ser menos concentrados y pueden requerir una aplicación más frecuente.

Estudios realizados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Tegucigalpa, Honduras, sobre el cultivo hidropónico simplificado en áreas rurales, define y comparte cuál ha sido la solución nutritiva madre (cuadro 3.3) que les ha funcionado de manera exitosa (Irías-Banegas, 2003):

Cuadro 3.3. *Fertilizantes químicos y su fórmula empleados en hidroponía simplificada*

<i>Tipo de solución</i>	<i>Fertilizante</i>	<i>Cantidad g/10 L</i>
Solución A	Fosfato Amónico	600.0
	Fosfato de Magnesio	1630.0
	Sulfato de Potasio	30.0
	Nitrato de Potasio	2500.0
Solución B	Fertilom Combi	177.8
	Ácido Bórico	1.5
Solución C	Nitrato de Calcio	2380.0

Fuente: Irías-Banegas (2003). Las soluciones A, B y C, se disuelven cada una en 10 litros de agua.

## Sustratos

Los sustratos empleados en hidroponía son muy variados y, según su disponibilidad, pueden ser baratos (cuadro 3.4). A continuación, enlistamos las principales características que deben cumplir los sustratos empleados en hidroponía simplificada (Marulanda y Izquierdo, 1994):

- El tamaño de partícula del sustrato debe ser de 0.5 a 7.0 mm.
- Debe tener una buena retención de humedad, con un buen drenaje de agua de riego o de lluvia.
- No deberá de desintegrarse fácilmente.
- No debe de liberar sustancias al sistema.
- No debe contener microorganismos perjudiciales para plantas y personas.

- Deberán de ser abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.

Cuadro 3.4. *Sustratos empleados en hidroponía simplificada*

<i>Sustrato</i>	<i>Origen</i>	<i>Características</i>	<i>Uso</i>
Perlita hortícola	Se forma a partir de roca volcánica expandida a muy alta temperatura (1.000 a 1.200 °C).	Es un sustrato muy liviano. Aporta poros de mayor tamaño que contribuyen a mejorar la aireación. La capacidad de retención de agua es limitada.	Puede utilizarse sola o en mezclas en proporción de 40 a 50%.
Lana de roca	Compuesto por una mezcla de rocas calentadas a 1.600 °C que forman unas fibras muy delgadas que luego son prensadas.	Al igual que la perlita, mejora la aireación fundamentalmente.	Su uso más frecuente es como sostén de las plantas en los sistemas hidropónicos, en reemplazo de la goma espuma.
Arena de río	Son arenas cuya granulometría oscila entre 0,5 y 2,0mm; son obtenidas de los lechos de los ríos. Es necesaria la desinfección antes del uso.	Se trata de un material algo heterogéneo con una buena capacidad de retención de agua. Su principal desventaja es el peso relativamente elevado.	Se utiliza en mezclas a razón de 30 a 40%.
Turba	Formada por restos vegetales en proceso de fosilización obtenidos de turberas.	Mejoran la capacidad de retención de agua. Presenta gran variabilidad y tienden a ser ácidas. Se degradan con facilidad.	Se usa en mezclas en proporción de 30 a 40%.
Cáscara de arroz	Proviene de la industria del arroz. Es conveniente la desinfección del sustrato antes de su uso.	Mejora la capacidad de aireación de la mezcla, pero su capacidad de retención de agua es baja.	En mezclas en proporción de 10 a 20%.
Corteza de pino	Proviene de la industria maderera.	La capacidad de retención de agua es baja pero su la aireación es elevada. Suelen ser materiales heterogéneos que se degradan. Es ligeramente ácida.	Se usa en mezclas en proporciones de 10 a 20%.
Vermiculita	Es un mineral natural del grupo de las micas. Se extrae de minas y luego se procesa con la exposición a alta temperatura (800°C) para eliminar impurezas.	Por el menor tamaño de poros tiene una elevada capacidad de retención de agua.	Se emplea sola o en mezclas en proporción de 40 a 50%.
Espuma fenólica	Es un sustrato inorgánico obtenido a partir de resina fenólica	Presenta un buen equilibrio entre capacidad de aireación y retención hídrica.	Es empleada para la producción de los plantines a partir de placas con divisiones y perforaciones.

Fuente: Castañares (2020).

## Establecimiento de un sistema hidropónico simplificado

Al momento de establecer un sistema de cultivo hidropónico en traspatio es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones (Castañeda, 1997; Giraldo et al., 2013):

- El sitio donde se establecerá el sistema deberá tener sol al menos seis horas al día para lograr un buen desarrollo del cultivo.
- El sistema deberá estar protegido del ataque de animales domésticos con alguna barrera; además deberá de estar retirado de corrales de animales.
- Se deberá evitar la cercanía del área de cultivo con fuentes de aguas negras, letrinas o basureros que puedan contaminar las plantas o el agua del sistema.
- Se deberá contar con una fuente de agua limpia para la preparación de la solución nutritiva, la limpieza del sistema y la preparación de productos para el control de plagas o enfermedades.
- En lugares con mucha lluvia y vientos fuertes se deberá proteger los sistemas con alguna estructura que impida su destrucción.

## Impactos de la hidroponía simplificada

Los sistemas semihidropónicos pueden ser empleados en áreas urbanas o rurales para el cultivo de hortalizas, plantas aromáticas o algunos frutales, empleando materiales asequibles y de bajo costo (Rodríguez et al., 2021). Por ejemplo, el empleo de arena para el cultivo de hortalizas como pepino y tomate permite obtener rendimientos de hasta 512 y 640%, respectivamente; además, la arena es económica, fácil de obtener, reduce el riesgo de plagas y enfermedades y se puede reciclar (Rodríguez et al., 2021).

Un estudio reciente ha demostrado que es posible cultivar hortalizas en sistemas hidropónicos simplificados de baja tecnología de forma rentable sin el uso de un invernadero (Gumisiriza et al., 2022). El sistema consistió en el diseño de una unidad hidropónica bajo el método Kratky (cultivo en agua sin

recirculación, sin empleo de bomba y electricidad) para la producción de lechuga, bajo condiciones no controladas, empleando materiales de bajo costo como madera y plásticos. Los resultados del estudio indican una tasa interna de retorno de 12.57%, un índice de rentabilidad de 1.1% y un periodo de recuperación de alrededor de 8 meses.

El establecimiento de huertos de traspatio, o huertos comunitarios, en zonas rurales o urbanas, además de la obtención de alimento, puede fomentar las relaciones de convivencia entre los participantes, reducción del estrés y elevación del autoestima (Artmann et al., 2017; Suchocka et al., 2019.). En 2016, un estudio realizado en una zona urbana muy pobre de la ciudad de El Cairo, Egipto, cuyo objetivo fue desarrollar y evaluar un sistema semihidropónico simplificado con base en cuatro sustratos (perlita, peatmoss, fibra de coco y arena) para el cultivo de tomate, mostró que este tipo de sistema era eficaz para mejorar la seguridad alimentaria en el área de estudio (Giro et al., 2016); además de garantizar altos niveles de producción y baja contaminación, al evitar el uso de suelos contaminados de la región.

Las técnicas hidropónicas simplificadas ofrecen la posibilidad de producir alimento a bajo costo en áreas rurales con niveles de pobreza altos, reduciendo el hambre (Bradley y Marulanda, 2000). La hidroponía simplificada reduce el requerimiento de tierra de cultivo en alrededor de 75%, y hasta 90% en consume de agua. Así mismo, los nutrientes empleados, a pesar de ser químicos, al estar contenidos en los sistemas, no son contaminantes, e incluso se pueden reciclar.

## Conclusión

Los sistemas hidropónicos simplificados pueden ser una opción para la producción de hortalizas de calidad en zonas rurales con un mínimo de insumos y tecnología. Dependiendo de los recursos disponibles para la construcción de los sistemas hidropónicos simplificados, pueden ser muy económicos. La capacitación adecuada y la elección cuidadosa del sistema de producción son fundamentales para el éxito en la producción. La hidroponía simplificada es una tecnología asequible que puede ayudar a las personas a complementar su alimentación y, tal vez, contribuir a su eco-

nomía comercializando el excedente. La conservación del agua se hace evidente con la hidroponía simplificada al tener ahorros de hasta 80% del recurso; además de evitar la liberación de fertilizantes al medio ambiente. La hidroponía simplificada puede emplearse para reducir el hambre en zonas rurales. Sin embargo, a pesar de contar con casos de éxito en países de Latinoamérica, es indispensable realizar investigaciones en zonas semidesérticas rurales como en el estado de Chihuahua, donde la escasez de agua es prevalente y la diversidad cultural y de etnias podrían influir en la adaptación de esta tecnología.

## Referencias

- Afterburn Grow (s. f.). *Kratky Grow Bucket (5Ltr)*. <https://afterburngrow.co.za/product/kratky-grow-bucket-5litre/>
- Agr1col@dmin (22 de mayo de 2020). La hidroponía crecerá de la mano de la exportación. *Redagícola*. <https://www.redagricola.com/pe/la-hidroponia-crecera-la-mano-la-exportacion/>
- Artmann, M., Chen, X., Ioja, C., Hof, A., Onose, D., Ponizy, L., Lamovšek, A. Z., y Breuste J. (2017). The role of urban green spaces in care facilities for elderly people across European cities. *Urban Forestry and Urban Greening*, 27, 203-213.
- Bradley, P., y Marulanda, C. (2001). Simplified hydroponics to reduce global hunger. *World Congress on Soilless Culture: Agriculture in the Coming Millennium* (pp. 289-296).
- Caldeyro Stajano, M. (2003). Social uses of simplified hydroponics by different populations. The family grown hydroponics vegetable garden as a food security and nutrition strategy for urban low-income population. A case study from Uruguay. *Practical Hydroponics and Greenhouses*, 73.
- Cánovas, F. (1995). *Manejo del cultivo sin suelo en: El cultivo del tomate*. Mundi-Prensa.
- Caputo, S. (2022). History, Techniques and Technologies of Soil-Less Cultivation. En . *Urban Agriculture* (pp. 45-86). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-99962-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-99962-9_4)
- Carrasco, G., e Izquierdo, J. (1996). *La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT)*. FAO/Universidad de Talca.
- Castañares, J. L. (2020). *El ABC de la Hidroponía*. [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA\\_DireccionNacional\\_EEAAMBA\\_Casta%C3%B1ares\\_JL\\_ABC\\_de\\_la\\_hidroponia.pdf?sequence=1](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA_DireccionNacional_EEAAMBA_Casta%C3%B1ares_JL_ABC_de_la_hidroponia.pdf?sequence=1)
- Castañeda, F. (1997). *Manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin usar la tierra*. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
- Comunidades CEPAL. (2023). <https://comunidades.cepal.org/ilpes/es>

- Dresher, A. W. (2004). Food for cities: Urban agriculture in developing countries. *Acta Horticulturae*, 643, 227-231.
- Fecondini, M., Damasio de Faria, A. C., Michelon, N., Mezzetti, M., Orsini, F., y Gianquinto G. (2009). Learning the value of gardening: results from an experience of community based simplified hydroponics in north-east Brazil. *II International Conference on Landscape and Urban Horticulture*, 881, 111-116.
- Figuroa, J., Izquierdo, J. (2002). *Agricultura Urbana en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: Situación de las Empresas Familiares Hidropónicas-Estudio de Casos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Giraldo Vásquez, O., Vallejo, G., Fernando, L., Rodríguez, M., y Osorio Cardona, O. (2013). *Huertos hidropónicos caseros como alternativa para la producción de alimentos*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Giro, A., Ciappellano, S., y Ferrante, A. (2016). Vegetable production using a simplified hydroponics system inside City of Dead (Cairo). *Advances in Horticultural Science*, 30(1), 23-29.
- Gruda, N., Gianquinto, G., Tüzel, Y., y Savvas, D. (2016). Soilless culture. *Encyclopedia of soil science*.
- Gruda, N., y Tanny, J. (2014). Protected crops. En G. R. Dixon y D. E. Aldous (Eds.), *Horticulture plants for people and places* (pp. 327-405). Springer.
- Gumisiriza, M. S., Kabirizi, J. M., Mugerwa, M., Ndakidemi, P. A., y Mbega, E. R. (2022). Can soilless farming feed urban East Africa? An assessment of the benefits and challenges of hydroponics in Uganda and Tanzania. *Environmental Challenges*, 6, 100413. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100413>
- Gumisiriza, M. S., Ndakidemi, P. A., y Mbega, E. R. (2022). A simplified non-greenhouse hydroponic system for small-scale soilless urban vegetable farming. *MethodsX*, 9, 101882. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101882>
- Hardgrave, M. (1995). An evaluation of polyurethane foam as a reusable substrate for hydroponic cucumber production. *Acta Horticulturae*, 401, 201-208.
- Irías Banegas, O. (2003). *Hidroponía en área rural*. Secretaría de Agricultura y Ganadería Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. <https://acortar.link/MRmILR>
- Izquierdo, J. (2005). Simplified hydroponics: A tool for food security in Latin America and the Caribbean. *International Conference and Exhibition on Soilless Culture*, 742, 67-74.
- Kratky, B. A. (2005). Growing lettuce in three non-aerated, non-circulated hydroponic systems. *Journal of Vegetable Crop Production*, 11, 35-41. [https://doi.org/10.1300/J484v11n02\\_04F](https://doi.org/10.1300/J484v11n02_04F)
- Kratky, B. A. (2009). Three non-circulating hydroponic methods for growing lettuce. [Proceedings of the International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics]. *Acta Horticulture*, 843, 65-72.
- La potencia del sistema DWC. (s. f.). *The Weedtube*. <https://theweedtube.com/video/la-potencia-del-sistema-dwc-89973>
- Lee, S., y Lee, J. (2015). Beneficial bacteria and fungi in hydroponic systems: Types and

- characteristics of hydroponic food production methods. *Scientia Horticulturae*, 195, 206-215.
- López Elías, J. (2018). La producción hidropónica de cultivos. *Idesia (Arica)*, 36(2), 139-141. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000801>
- Marulanda T., C., e Izquierdo, J. (1994). Manual técnico: *La huerta hidropónica popular. Curso audiovisual. Clase 1-2* (pp. 37-48). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/27184>
- Mateo Sagasta, J., Zadeh, S. M., y Turrall, H. (2018). *More People, More Food, Worse Water? A Global Review of Water Pollution from Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Melgarejo, P., Martínez, J. J., Hernández, F., Salazar, D. M., y Martínez, R. (2007). Preliminary results on fig soil-less culture. *Scientia Horticulturae*, 111, 255-259.
- Orsini, F., Fecondini, M., Mezzetti, M., Michelon, N., y Gianquinto, G. (2010). Simplified hydroponic floating systems for vegetable production in Trujillo, Peru. *Acta Horticulturae*, 881, 157-161.
- Orsini, F., Michelon, N., Scocozza, F., y Gianquinto, G. (2009). Farmers to consumers pipeline: an associative example of sustainable soil-less horticulture in urban and peri-urban areas. *Acta Horticulturae*, 809, 209-220.
- Resh, H. M. (2016). *Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower*. CRC Press.
- Rodríguez Delfín, A., y Chang, M. (2014). *Manual práctico de hidroponía*. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, Universidad Nacional Agraria "La Molina".
- Rodríguez Delfín, A., Gruda, N., Eigenbrod, C., Orsini, F., y Gianquinto, G. (2017). Soil Based and Simplified Hydroponics Rooftop Gardens. En F. Orsini, M. Dubbeling, H. de Zeeuw y G. Gianquinto (Eds.), *Rooftop Urban Agriculture*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_5)
- Rodríguez Quezada, G., González Rosales, G., Aguilar Murillo, X., López Amador, R., Villavicencio Floriani, E., Real Rosas, M., Angulo, C., y López, Aguilar, R. (2021). El cultivo semihidropónico en arena como técnica de producción de alimentos de traspatio para familias con carencia alimentaria agravada por COVID-19. *Recursos Naturales y Sociedad*, 7(3), 43-57. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0005>
- Samperio Ruiz, G. (2012). *Hidroponía para dummies*. Planeta.
- Santos Hernández, A. L., Palacios Velez, E., Mejía Saenz, E., Matus Gardea, J. A., Galvis Spíndola, A., Vásquez Soto, D., y Peña Díaz, S. A. (2019). Análisis del uso del agua del acuífero Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(3), 156-189.
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tüzel, Y., y Gruda, N. (2013). Soilless Culture. En W. Baudoin, R. Nono-Womdim, N. Lutaladio, A. Hodder, N. Castilla, C. Leonardi, S. de Pascale y M. Qaryouti (Eds.), *Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops – principles for Mediterranean climate areas* (pp. 303-354). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Schnitzler, W. H. (2012). Urban hydroponics for green and clean cities and for food se-

- curity. *International Symposium on Soilless Cultivation*, 13-26. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1004.1>
- Suchocka, M., Kosiacka-Beck, E., y Niewiarowska, A. (2019). Horticultural therapy as a tool of healing persons with disability on an example of support centre in Kownaty. *Ecological Questions*, 30(2), 7-18. <https://doi.org/10.12775/EQ.2019.013>
- Verner, D., Vellani, S., Goodman, E., y Love, D. C. (2022). Frontier Agriculture: Climate-Smart and Water-Saving Agriculture Technologies for Livelihoods and Food Security. *New Forms of Urban Agriculture: An Urban Ecology Perspective* (pp. 159-186). Springer Nature Singapore.



## 4. Implementación de un programa de capacitación en comercialización del *chiltepín* para actores locales en Chínipas

PERLA LIZETH VALENCIA NIETO\*

RICARDO AARÓN GONZÁLEZ ALDANA\*\*

ADDY ANCHONDO AGUILAR\*\*\*

FRANCISCO JAVIER PIÑA RAMÍREZ\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.273.04>

### Resumen

El presente capítulo trata la falta de capacitación en zonas serranas dentro del estado de Chihuahua, concretamente, en el municipio de Chínipas, donde los productores tienen la necesidad de adquirir competencias que les permitan comercializar el chile chiltepín. El objetivo de la investigación fue analizar la percepción de 42 productores en Chínipas sobre la capacitación recibida para la comercialización del chile chiltepín, a través de un estudio de caso, observación directa de campo y entrevistas. Los resultados muestran que los temas abordados durante la capacitación proporcionada por los docentes de la universidad fueron relevantes para mejorar la comercialización del chile chiltepín a largo plazo, dentro y fuera del municipio; sin embargo, manifestaron la necesidad de contar con programas de capacita-

---

\* Maestra en Administración de Recursos Humanos. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9922-0527>

\*\* Doctor en Ciencias en Alta Dirección. Profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2476-8976>

\*\*\* Doctora en Pedagogía Crítica. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4112-403X>

\*\*\*\* Doctor en Ciencias en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en Zonas Áridas y Semiáridas. Profesor-investigador en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8537-2414>

ción continua, principalmente, en áreas funcionales como: finanzas, marketing, producción y administración de recursos humanos.

**Palabras clave:** *emprendimiento, participación, vinculación universitaria.*

## Introducción

Como parte de los esfuerzos para promover la comercialización del chile chiltepín en el municipio de Chínipas, Chihuahua, se estableció una vinculación estratégica con la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) a través de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas (FACIATEC). Este vínculo tuvo como objetivo principal capacitar a las unidades de producción familiar involucradas en la recolección y comercialización de este producto, diseñando estrategias que permitan su reactivación e inserción en actividades económicas que favorezcan la comercialización tanto dentro como fuera de la región.

La capacitación se enfocó en temas claves, como oferta, demanda, marketing y canales de distribución, esenciales para optimizar la comercialización del chiltepín. Además, se priorizó que estas capacitaciones fueran impartidas por personal especializado en el funcionamiento de microempresas, con el propósito de brindar a los productores herramientas que les permitan adaptarse a los constantes cambios del entorno económico. Para ello, se seleccionaron los conocimientos más relevantes que podrían beneficiar directamente a los participantes, generando un impacto económico positivo.

Tal como lo señala Álvarez y Ramírez (2021), la capacitación es un factor determinante para el posicionamiento de nuevas empresas. Sin embargo, las microempresas rurales suelen enfrentar importantes limitaciones, como la falta de experiencia, escasa coordinación y deficiencia en la comunicación entre los integrantes. Por ello, la capacitación desempeña un papel crucial para los productores interesados en llevar su producto más allá de su región. En este contexto, la vinculación con la universidad se planteó como una herramienta fundamental para proporcionar orientación técnica y apoyo en áreas como administración, ventas, compras y promoción del producto.

La UACH asumió este compromiso mediante la selección de docentes universitarios expertos, quienes lideraron las actividades de capacitación y

orientación para los beneficiarios del proyecto. Se planteó la hipótesis de que los participantes pervivieron de manera positiva los temas abordados, el trato personal y las explicaciones proporcionadas por los docentes. Este esfuerzo refleja el profundo compromiso que tiene la universidad, a través de la FACITEC, en la construcción de la educación superior y el rol fundamental que desempeña en el fortalecimiento de actividades agropecuarias mediante la capacitación y el apoyo de proyectos productivos.

### **Chínipas: un municipio con potencial emprendedor en la sierra de Chihuahua**

En el vasto estado de Chihuahua, conocido como “el estado grande”, se encuentra el municipio de Chínipas, una localidad remota que colinda con el estado de Sonora. Ubicado en una región serrana, su acceso es complicado a causa de la falta de carreteras pavimentadas y el relieve montañoso que dificulta el traslado de los habitantes a la cabecera municipal. Chínipas toma su nombre de sus barrancos, donde corren los ríos Mayo y Fuerte hacia los estados de Sonora y Sinaloa. Entre los Ralámuri, la región es conocida como Baja Tarahumara. Con una extensión de 1 989 900 km<sup>2</sup>, el municipio alberga a 6 222 habitantes distribuidos de manera casi equitativa entre mujeres (49.3%) y hombres (50.7%), según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020).

Chínipas presenta características propias de las zonas serranas del país, incluyendo altos niveles de violencia criminal derivados de conflictos entre grupos del crimen organizado (INEGI, 2017). Además, se encuentra entre los cinco municipios con mayor porcentaje de pobreza extrema en Chihuahua, según el Consejo Nacional de Evaluación de Política de Desarrollo Social (Coneval, 2018). Este organismo define la pobreza extrema como la situación en la cual la población enfrenta tres o más carencias sociales y sus ingresos son inferiores al costo de la canasta alimentaria básica.

El chiltepín, además de ser un recurso cultura y económico en esta región, crece de manera silvestre y es reconocido por su picor y características únicas. Este producto está profundamente arraigado en el saber productivo, ancestral y cultural de la comunidad. En los últimos años, su aceptación en

centros culinarios de prestigio ha impulsado su relevancia comercial, convirtiéndolo en un elemento clave para el desarrollo económico de la región. Las recetas tradicionales transmitidas de generación en generación han evolucionado, permitiendo el crecimiento económico y el reconocimiento del chiltepín como una posible marca registrada (Gaspar-Rivera y Meza-Palmeres, 2023).

El emprendimiento rural vinculado al chiltepín ha abierto nuevas oportunidades para los habitantes de Chínipas, permitiendo no sólo preservar sus tradiciones, sino también transformándolas en una fuente sostenible de ingresos. Según Wong (2023), el emprendimiento rural fomenta dinámicas familiares positivas, y el aumento de ingresos contribuye al progreso socioeconómico de los hogares. En este sentido, la igualdad de oportunidades se presenta como una base para generar valor agregado al chiltepín y transformar la economía local.

El emprendimiento rural, como motor de desarrollo en Chínipas, promueve el desarrollo de habitantes creativos y la responsabilidad colectiva en la creación de propuestas de valor para la familia y la comunidad (Rodríguez et al. 2023). La familia desempeña un papel central en este proceso, siendo el soporte fundamental para la transformación social de la región.

Proyectos de emprendimiento rural como los relacionados con el chiltepín generan empleo y derrama económica, y fortalecen la cohesión social. Según Álvarez et al. (2018), estas iniciativas permiten la conformación de grupos de trabajo diversos sin distinción de grados académicos, géneros o etnias. La recolección y comercialización del chiltepín ha generado empleos, promovido la identidad regional y fortalecido los lazos comunitarios. Como señalan Pulgarín y Cordoda (2011), el emprendimiento se ha convertido en una prioridad en las agendas académicas y gubernamentales por su capacidad para impulsar el desarrollo económico y su innovación.

El emprendimiento en zonas rurales requiere tanto aptitudes como actitudes por parte de los participantes. Según Jurado (2022), una mentalidad creativa es esencial para superar las barreras de desigualdad y marginación en estas áreas. En el caso de Chínipas, la capacitación constante es clave para agregar valor al chiltepín y garantizar así el éxito de las iniciativas emprendedoras. Sin embargo, persisten desafíos significativos, como la falta de

preparación de los recolectores; lo que subraya la necesidad de un enfoque integral y sostenible en el desarrollo del emprendimiento rural.

## **La universidad como eje fundamental de vinculación con el sector productivo**

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) destaca la importancia de las instituciones de educación superior (IES) como agentes clave para erradicar la pobreza, la intolerancia, la violencia y las enfermedades gracias a su dominio del conocimiento y los aprendizajes profesionales (Limonés et al., 2023). En este sentido, la vinculación universitaria con el sector productivo constituye un puente esencial entre el conocimiento académico y su aplicación práctica, promoviendo el desarrollo integral y sostenible de las actividades productivas.

La universidad, como institución social, tiene un propósito noble: ofrecer su saber en beneficio de la sociedad, abordando problemáticas comunitarias, apoyando sistemas de producción y facilitando la integración laboral de los habitantes. Esto convierte a las universidades ya no sólo en proveedoras de conocimiento, sino también en espacios de intermediación que, gracias a su capital social, se legitiman como entornos seguros para el intercambio de saberes (Aisa et al., 2023).

La vinculación universitaria implica un enfoque colaborativo y estratégico que fomenta relaciones entre instituciones académicas y el sector productivo. Diversos estudios resaltan que este proceso facilita la creación de conocimiento mediante la interacción entre universidades, centros de investigación, empresas y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Esto promueve proyectos innovadores, formación especializada y transferencia de tecnología, adaptándose a las necesidades reales de cada región y fortaleciendo el desarrollo económico (Cohen et al., 2020). A través de estas dinámicas, las universidades no sólo contribuyen a la innovación, sino que también refuerzan el sentido de pertenencia a redes de colaboración (Estreche y Escurra, 2023).

El compromiso de la UACH y la FACIATEC, en su Plan de Desarrollo Institucional (2023), se define como líder en la generación de conocimien-

tos orientados a resolver problemas regionales. Esto incluye atender demandas sociales, económicas y ambientales a través de la investigación interdisciplinaria, el desarrollo de patentes y la transferencia de tecnologías. Esta vinculación no sólo beneficia directamente a las partes involucradas, sino que también impacta positivamente en las comunidades locales al fomentar la competitividad, desarrollar la capacidad de respuesta ante desafíos actuales y al generar oportunidades de empleo.

Por su parte, la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas se posiciona como una institución de educación superior socialmente responsable con reconocimiento internacional. Su misión incluye la formación de profesionales emprendedores, creativos e innovadores; la generación de conocimiento a través de investigaciones pertinentes y la transferencia de tecnología que impacte en el desarrollo territorial y agrotecnológico. Según su Plan de Desarrollo Institucional (2021), la FACIATEC ha redefinido su papel académico y social, asumiendo un enfoque propositivo e innovador para atender las problemáticas del entorno a través de la investigación y la acción.

La capacitación representa el pilar de la vinculación universitaria. Así, participar en la construcción de una mejor sociedad implica para la universidad extender sus actividades hacia áreas diversas como la capacitación de productores agrícolas (Andia et al., 2021). La fortaleza de la vinculación entre las universidades y el sector productivo radica en el conocimiento transmitido durante estas capacitaciones. La UACH, a través de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, se consolida de este modo como un puente de acceso al conocimiento, estableciendo relaciones entre la academia y las empresas. Este vínculo no sólo facilita la solución de problemas contextuales, sino que abre, del mismo modo, un camino hacia la capacitación productiva, esencial para el desarrollo económico y social sostenible.

## **Capacitación del sector productivo: una ventana al conocimiento**

En las zonas rurales, la falta de empleo es una constante. El alto grado de marginación incrementa la inestabilidad económica de las familias, mientras que la falta de acceso a educación académica reduce aún más las posibili-

dades de obtener trabajos con una remuneración adecuada. Esta situación se ve agravada por una oferta limitada frente a la creciente demanda en el mercado laboral (Hernández, 2020). En este contexto, los habitantes del municipio de Chínipas han comenzado a comercializar el chiltepín, pero la ausencia de capacitación, el desconocimiento del mercado y la falta de trabajo en equipo han dificultado su progreso.

La creación de micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) es crucial para el desarrollo económico, pues representan 92.9% de las unidades económicas en México, que, en su mayoría, emplean un máximo de nueve personas (Balandran-Valladares et al., 2023). Estas empresas rurales generan empleo, reducen la pobreza y fortalecen la economía local. Sin embargo, carecen de planes de capacitación específicos que se ajusten a sus contextos productivos, lo que genera pérdidas de tiempo, recursos e infraestructura; además de la frustración generada en los empleados (Caballero et al., 2015).

La capacitación adecuada es fundamental para el empoderamiento de los pobladores de Chínipas, promoviendo un emprendimiento sostenible que contribuya al desarrollo local. Áreas como planificación, gestión financiera básica, marketing, recursos humanos y desarrollo de productos son esenciales para operar una microempresa de manera eficiente. Estas acciones pueden implementarse mediante cursos, talleres, conferencias y prácticas (Granados y Banda, 2021).

La participación activa de las instituciones de educación superior en la creación y desarrollo de microempresas es crucial. Al proporcionar conocimientos y habilidades necesarias, se evita el fracaso temprano de estos emprendimientos. En este proceso, los docentes universitarios desempeñan un papel clave como mentores, transmitiendo sus conocimientos a los productores de la comunidad (Paz-Calderón y Espinoza-Espíndola, 2019).

Para lograr un impacto efectivo, el personal docente debe estar preparado para atender a grupos diversos, estableciendo una comunicación clara y accesible, libre de tecnicismos o terminología compleja (Paz-Maldonado, 2018). Además, deben ser empáticos, responsables y comprometidos, fomentando canales de comunicación adecuados y respetuosos que faciliten el aprendizaje (Rodríguez-Santos et al., 2020).

Por su parte, las pipymes deben priorizar el desarrollo de programas de capacitación que alineen los intereses individuales de los trabajadores con los

objetivos de la empresa, promoviendo un bien común (Montalvo et al., 2021). En el caso de Chínipas, la capacitación del sector productivo representa un desafío tanto para los pobladores como para los docentes universitarios. Estos últimos deben identificar las necesidades específicas de las empresas en formación y enseñar las habilidades necesarias para solventarlas.

La capacitación universitaria, representada por los docentes, es esencial para fortalecer las capacidades productivas de los habitantes y minimizar las deficiencias en el proceso de comercialización del chiltepín. Este esfuerzo se ve reflejado en la presente investigación, que busca analizar la percepción de los productores respecto a la capacitación ofrecida para comercializar este valioso producto.

## Metodología

La presente investigación, de naturaleza cualitativa, se llevó a cabo a través de un estudio de caso que permitió comprender los fenómenos en un contexto holístico y de la vida real, abordando el caso como una entidad única (Alpi y Evans, 2029).

Se empleó el método etnográfico, caracterizado por la construcción del conocimiento de manera colectiva, involucrando principalmente a seres humanos (Greene et al., 2022). En este estudio, de tipo observación descriptiva, se combinaron narrativas utilizando técnicas metodológicas como entrevistas en profundidad, observación participante y grupos de discusión. Estas herramientas permitieron examinar la relación entre categorías, realizar transcripciones codificadas y llevar a cabo un análisis exhaustivo.

Los escenarios de la investigación se agruparon en cuatro temas principales: desempeño de los docentes universitarios, curso de capacitación, emprendimiento rural y detección de necesidades. Con base en estos procedimientos, y considerando tanto la dimensión grupal como individual, se realizaron transcripciones que identificaron coincidencias dentro de las categorías, las cuales fueron posteriormente analizadas.

La capacitación abordó los siguientes temas: diseño de la empresa rural, mercado de producto, aspectos administrativos-organizacionales y contabilidad para principiantes, desarrollándose en un periodo de dos semanas.

Los 43 participantes del proyecto de transformación y comercialización del chiltepín, en el municipio de Chínipas, fueron seleccionados mediante un muestreo intencionado que consideró perfiles específicos según su función o sector de actividades (Rojas, 1995).

Las entrevistas se llevaron a cabo en el centro comunitario de la comunidad, sede de la capacitación. Durante estas sesiones, se practico la observación directa y se cuestionó a través de dinámicas a los participantes, obteniendo información precisa y validando los resultados de la investigación cualitativa. Se solicitó el permiso correspondiente para realizar la investigación entre octubre y noviembre de 2023.

Para proyectar ideas y resultados, se utilizo la herramienta web interactiva *Mentimeter*, que facilita la creación de preguntas, encuestas y juegos.

## Resultados

Se realizó un análisis de contenido con base en las respuestas de los 23 pobladores del municipio de Chínipas según las categorías establecidas para cada escenario temático. A continuación, se presentan los resultados correspondientes al desempeño de los docentes universitarios durante la capacitación.

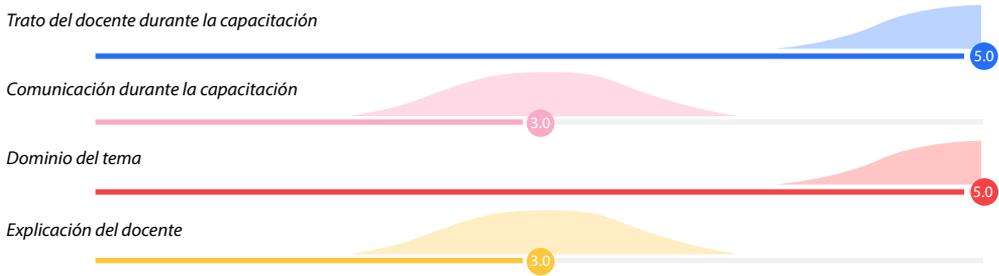
### Desempeño de los docentes universitarios

Como parte de la capacitación impartida a los participantes seleccionados para integrar el proyecto de comercialización del chiltepín, se abordaron los temas: diseño de la empresa rural, mercado de productos, aspectos administrativos-organizacionales y contabilidad para principiantes. La capacitación tuvo una duración de dos semanas, durante las cuales los docentes universitarios impartieron contenidos relacionados con la comercialización y la administración de empresas. La evaluación del desempeño de los docentes se refleja en la figura 4.1.

Durante el curso, los docentes buscaron generar un ambiente agradable que fomentara la confianza de los participantes, permitiéndoles expresar sus dudas, inquietudes e ideas de manera libre. Se dio prioridad a la atención

personalizada, mostrando interés en las preguntas planteadas tanto dentro como fuera de las sesiones de capacitación.

Figura 4.1. *Desempeño del docente durante la capacitación*



Fuente: Elaboración propia.

La percepción de los participantes evaluó el *trato de los docentes* como excelente. En la entrevista destacaron aspectos como respeto, cordialidad y atención brindada durante toda la capacitación. Algunos comentarios frecuentes fueron: “Nos trataron con mucha paciencia y se interesaron por nuestras preguntas”, “Siempre fueron respetuosos y atentos”, y “Pusieron ejemplos que entendíamos y se esforzaron en que comprendiéramos los temas”.

Sobre el rubro *comunicación durante la capacitación*, los participantes señalaron que los docentes mostraron una excelente disposición y habilidades comunicativas; algunos participantes señalaron dificultades para comprender ciertos términos técnicos y conceptos nuevos, lo cual afectó su experiencia de aprendizaje; algunas de las principales observaciones fueron: “La capacitación fue muy corta para la cantidad de información que nos dieron”, “La saturación de temas nos resultó abrumadora”, “A veces daba vergüenza seguir preguntando lo mismo, pero eran conceptos nuevos para nosotros”. Pese a estas limitaciones, los participantes valoraron el esfuerzo de los docentes por adaptar los contenidos a su contexto y destacaron su paciencia y disposición.

En cuanto al rubro sobre el conocimiento de los docentes, los participantes tuvieron una percepción positiva, calificándolo como excelente. En las entrevistas resaltaron que los capacitadores demostraron un dominio sólido de los temas impartidos. Comentarios destacados fueron: “Se nota

que saben lo que hacen y están bien preparados”, “Los capacitadores tienen un gran nivel de conocimiento y lo reflejan al explicar con claridad”.

El análisis revela que el desempeño de los docentes fue valorado como altamente positivo en aspectos como el *trato* y el *dominio del tema*. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora relacionadas con la comunicación y la duración de la capacitación. A pesar de las barreras percibidas, los participantes lograron asimilar gran parte de los contenidos, destacando la importancia de la capacitación en la mejora de sus habilidades para la comercialización y administración de sus productos.

### **Utilidad del curso impartido por los docentes universitarios**

Como parte de la formación de los participantes, se impartieron temas cuidadosamente seleccionados. En contextos rurales, una capacitación adecuada tiene un impacto significativo en quienes reciben los conocimientos. Los participantes del curso impartido por los docentes universitarios compartieron su percepción sobre la utilidad de los contenidos abordados. Manuela, una de las participantes, expresó lo siguiente:

Estar casi al final del territorio chihuahuense dificulta mucho que la gente venga, que los programas gubernamentales lleguen. En esta ocasión, vinieron a capacitarnos para la comercialización del chile chiltepín. Nos permitió aprender cosas nuevas; los temas fueron adecuados pero aún nos falta mucho por aprender. Nos enseñan a labrar el campo y cosechar nuestros cultivos, pero muy poco sobre cómo vender. A pesar de que la agricultura es esencial para nuestra vida, necesitamos saber cómo producir mejor, cuidar la tierra, mejorar los cultivos y vender nuestros productos. Estas capacitaciones son muy importantes para nosotros, que estamos tan lejos, porque aprendemos nuevas técnicas, ideas y formas de pensar.

La capacitación permite a los agricultores aprender y adoptar nuevas formas de trabajo que incrementen la productividad de sus cultivos y les brinden herramientas para desarrollar proyectos de comercialización. Esto, a su vez, genera fuentes de ingreso y sustento para muchas familias en la región.

En general, la mayoría de los participantes consideró útiles los contenidos impartidos por los docentes universitarios. No obstante, una minoría expresó que los temas no cubrieron por completo sus necesidades, debido, principalmente, a la complejidad de algunos términos y su aparente distancia con la realidad de los pobladores.

Durante las entrevistas realizadas, se le preguntó a los participantes sobre su percepción del concepto “emprendimiento rural”. En sus respuestas manifestaron que, a través de la comercialización del chile chiltepín, esperan mejorar los procesos administrativos y de venta, identificar los canales de comunicación más eficientes, promover adecuadamente sus productos y gestionar mejor las ventas y los gastos; del mismo modo, ven la posibilidad de ampliar su visión hacia la expansión y la transformación del chiltepín.

Lauro, otro participante, compartió su experiencia:

Este proyecto ha hecho que nos unamos como comunidad. Todos recogemos el chile silvestre: unos lo venden por kilo, otros lo transforman en salsa, pero al final, el objetivo es el mismo: ganar un poco de dinero extra para nuestras familias. Ahora que nos hemos juntado, tenemos muchas dudas, pero sabemos que emprendiendo un negocio unido podemos vender mejor el chile e incluso exportarlo. Participar en esta capacitación nos hace sentir incluidos, tomados en cuenta para mejorar nuestra vida. Hace mucho que algo así no pasaba en nuestra comunidad, queremos generar un negocio juntos.

Al preguntar qué palabras asociaban con el concepto “emprendimiento rural”, los participantes mencionaron términos como “negocio propio”, “progreso”, “dinero”, “trabajo”, “superación” y “familia”. Petra, otra participante, expresó lo siguiente:

Nosotros, los que vivimos en el campo, creamos algo especial con lo que nos da la tierra. Recogemos el chile silvestre, lo transformamos en salsa, lo tatemamos o lo embolsamos para venderlo. Ahora que estamos unidos, cada uno trae sus ideas, y juntos podemos hacer algo nuevo para ayudar a nuestra región.

Este enfoque comunitario refleja cómo el emprendimiento rural puede convertirse en una herramienta para el desarrollo de áreas rezagadas. Además, fomenta la creación de empresas innovadoras que transformen las prácticas productivas tradicionales y agreguen valor a los recursos locales (Pérez, 2024).

Don José también destacó los beneficios del emprendimiento rural al señalar que

Si nos unimos y llevamos a cabo la comercialización del chile chiltepín, además de generar dinero, también podríamos crear empleo para nuestras familias. Por ejemplo, si llevamos el chile a ferias fuera del municipio, necesitaríamos gente para vender, y esa gente sería nuestra propia familia. Así ayudamos al negocio, a nuestra familia y a la comunidad.

De acuerdo con (Barragán y Ayaviri, 2017), el emprendimiento rural promueve el desarrollo local a través de los principios de economía sólida, participación comunitaria y equidad, generando empleo y mejorando el nivel de vida. Sin embargo, como lo mencionaron los participantes, la lejanía de su comunidad con respecto a la ciudad dificulta el acceso a proyectos gubernamentales.

Micaela, participante de la capacitación, expresó:

Estamos muy alejados de la ciudad, más cerca de Sonora que de la capital de Chihuahua. Las carreteras son de terracería en su gran mayoría, con cerros y barrancos. Por eso, estas capacitaciones son importantes para aprender cómo cortar el chiltepín, cultivarlo en nuestros patios y venderlo. Nuestro chile es único y puede transformarse en productos como salsas y especias que le dan un toque especial a la comida.

La percepción de los participantes coincide con los planteamientos de Ahmad et al. (2012), quienes sostienen que los programas de iniciativa empresarial en zonas rurales suelen depender de políticas públicas. A pesar de las barreras, el emprendimiento rural puede transformarse en una estrategia clave para superar los desafíos, promoviendo acciones colectivas y evitando fragmentaciones individuales (Rodríguez et al., 2023).



gestión de negocios, marketing, ventas y acceso a tecnología innovadoras, que podrían mejorar la calidad y productividad del Chile.

Además, mencionaron la importancia de implementar prácticas sostenibles que protejan el medio ambiente y el cultivo, especialmente ante los cambios climáticos que dificultan la obtención de los frutos. Un participante expresó: “Si nos quedamos sin chiltepín ¿qué vamos a hacer? Necesitamos aprender a manejar mejor los recursos naturales, y eso sólo se logra con capacitación”. Salvador, participante de la capacitación, comentó: ¿Cómo podemos ofrecer nuestro producto por Facebook si no conocemos herramientas digitales ni comercio electrónico? Necesitamos capacitación para promocionar y vender de esa manera, pero a veces ni siquiera tenemos luz o acceso a internet”. También resaltó la necesidad de aprender sobre diseño digital de etiquetas para promover sus productos.

Al preguntarles sobre las áreas prioritarias para la capacitación, los participantes sugirieron temas como administración de negocios, finanzas, contabilidad, manejo de personal, ventas, publicidad y exportaciones. Asimismo, solicitaron apoyo técnico en prácticas agrícolas, incluyendo técnicas de corte, control de plagas y enfermedades, germinación, siembra de trasplanto y plántula de chiltepín.

## Conclusión

Abordar el tema de la capacitación rural no es una tarea sencilla. Requiere docentes comprometidos y capacitados que sean capaces de transmitir conocimientos de manera efectiva a las personas en zonas rurales. Este ámbito representa una valiosa oportunidad para generar un impacto significativo en el desarrollo de estas comunidades. Al enfocarse en las necesidades específicas de la región, modernizar técnicas de producción, fortalecer habilidades empresariales y promover la sostenibilidad, se puede contribuir al crecimiento económico y social de dichas localidades. Una capacitación adecuada y oportuna puede abrir un abanico de posibilidades para el emprendimiento, y mejorar las condiciones de vida en estas comunidades.

Se identifican importantes áreas de oportunidad relacionadas con gestión empresarial, el uso de herramientas digitales, técnicas agrícolas y prac-

ticas sostenibles. Estas necesidades reflejan no sólo el interés de los participantes en mejorar sus capacidades, sino también los retos que enfrentan debido a su aislamiento geográfico y limitaciones tecnológicas.

Los resultados reflejan, sin embargo, que persiste una falta de comprensión de ciertos temas debido al desconocimiento de conceptos básicos, como los relacionados con la comercialización de productos o servicios. Esta carencia complica la transferencia de conocimientos. A pesar de ello, las comunidades reconocen que los docentes dominan los temas y están dispuestos a escucharlas y atender sus inquietudes y necesidades.

Mediante una capacitación efectiva, las comunidades rurales pueden mejorar la calidad de sus productos, lo que les permitiría acceder a mercados más lucrativos a nivel nacional e internacional. Además, aprender sobre la diversificación de los cultivos puede ayudarlas a reducir su dependencia de un solo producto, incrementando su resiliencia frente a cambios climáticos o económicos.

La Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua enfrenta un desafío importante en este sentido. Promover capacitaciones de calidad puede fomentar una cultura de innovación entre los agricultores, alentándolos a experimentar con nuevas tecnologías que incrementen su eficiencia y rentabilidad, contribuyendo así al desarrollo integral de sus comunidades.

La capacitación debe adaptarse a su contexto, brindando conocimientos prácticos y accesibles que contribuyan a su desarrollo integral. Al abordar temas como administración, contabilidad básica, marketing y manejo de recurso naturaleza, no sólo se fortalece la capacidad productiva de los participantes, sino también su autoconfianza y habilidades para enfrentar los desafíos del mercado. Con una formación adecuada, estas comunidades podrán transformar sus practicas tradicionales en emprendimientos sostenibles, impulsando su calidad de vida y la economía local.

## Referencias

Aisa, S., Talbot, M. L., y Negro-Hang, F. (2023). Aprendizajes de vinculación en la Universidad Nacional de Córdoba: la experiencia de las "Reuniones academia-indus-

- tria". *Revista integración y conocimiento*, 12(1), 59-70. <https://doi.org/10.61203/2347-0658.v12.n1.40076>
- Andia Valencia, W., Yampufe Cornetero, M., y Antezana Alzamora, S. (2021). Responsabilidad social universitaria: del enfoque social al enfoque sostenible. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142021000300019&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000300019&lng=es&tlng=es)
- Balandrán Valladares, M. I., Piñón Miramontes, M. Á., Anchondo Aguilar, A., Chávez Mendoza, A., y Arras, A. M. G. (2023). Percepción de la capacitación a beneficiarios del programa proyectos productivos del Estado de Chihuahua, 2019-2020. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 20(3), 381-395. <https://doi.org/10.22231/asyd.v20i3.1564>
- Barragán, M. C., y Ayaviri, V. D. (2017). Innovación y emprendimiento, y su relación con el desarrollo local del pueblo de salinas de Guaranda, provincia Bolívar, Ecuador. *Revista de Información Tecnológica*, 28(6), 71-80. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000600009>
- Cohen Granados, J., Linares Morales, J., y Briceño Ariza, L. (2020). Caracterización de la cultura innovativa en la cooperación universidad-empresa. *IPSA, Scientia, Revista científica Multidisciplinaria*, 5(1), 46-53.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2018). Informe de pobreza y evaluación 2018 Chihuahua. Coneval. <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Paginas/Informes-de-Pobreza-y-Evaluacion-2018.aspx>
- Esteche, E., Gerhard, Y., y Ecurra, M. L. (2023). Vinculación universidad-empresa para desarrollar innovación - caso de una universidad privada y emprendedores de la ciudad de Encarnación. *Estrategia y Gestión Universitaria*, 11(2), 1-19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8147331>
- Granados Muñoz, R., y Banda Sandoval, W. (2021). Detección de necesidades de capacitación en docentes de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato. *RIASF*, 14(35), 1-24. <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi35.382>
- Greene, R., Pinochet, C., y Lanzeni, D. (2022). Futuros imaginados. Perspectivas descendidas en torno al oficio etnográfico. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, 47, 3-21. <https://doi.org/10.7440/antipoda47.2022.01>
- Guerrero, M., Urbano, D., Ramos, A., Ruiz, J., Neira, I., y Fernández, A. (2016). *Perfil emprendedor del estudiante universitario*. [Observatorio de emprendimiento Universitario, Informe 2015-2016]. [https://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Publicaciones/Observatorio%20de%20Emprendimiento%20Universitario/20161201\\_Observatorio%20de%20Emprendimiento%20Universitario\\_informe\\_web.pdf](https://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Publicaciones/Observatorio%20de%20Emprendimiento%20Universitario/20161201_Observatorio%20de%20Emprendimiento%20Universitario_informe_web.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geográfica (2017). *Registros administrativos. Estadísticas vitales. Mortalidad*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407>
- Instituto Nacional de Estadística y Geográfica (2020). *Cuéntame de México*. INEGI. [https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx#:~:text=%2C%201950%20%2D%202010,INEGI,de%20Poblaci%C3%B3n%20y%20Vivienda%202020.&text=En%201950%2C%20la%20cantidad%20de,ubica%20en%202021%20por%20ciento](https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx#:~:text=%2C%201950%20%2D%202010,INEGI,de%20Poblaci%C3%B3n%20y%20Vivienda%202020.&text=En%201950%2C%20la%20cantidad%20de,ubica%20en%202021%20por%20ciento)
- Jurado, I. M. (2022). Emprendimiento rural como estrategia de desarrollo territorial:

- una revisión documental. *Económicas CUC*, 43(1), 257-280. <https://doi.org/10.17981/econcuc.43.1.2022.Org.7>
- Limones, T. F., Contreras, M. A., Viesca, L. R., Loera, A. F., y Parroquín, P. C. (2023). Vinculación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez con el sector productivo. *Revista INSUMTEC*, 6(5), 1-9.
- Montalvo, L. D., Coto, E. J., y Cadena, A. (2021). La capacitación en pequeñas y medianas empresas: hacia una caracterización. *RPE*, 8(1), 71-85. <https://revistas.ceipa.edu.co/index.php/perspectivaempresarial/article/view/686/961>
- Paz Calderón, Y., y Espinosa Espíndola, M. T. (2019). Emprendimiento femenino en México. Factores relevantes para su creación y permanencia. *TENDENCIAS*, 20(2), 116-137. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/4972/5756>
- Paz Maldonado, E. J. (2018). La formación del profesorado universitario para la atención a la diversidad en la educación superior. *Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 9(16), 67-82. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ierediech/v9n16/2448-8550-ierediech-9-16-67.pdf>
- Pérez, L. R. (2024). Emprendimiento rural Definiciones y tipología en América Latina desde los Andes colombo-venezolanos. *Revista de Ciencias Sociales*, 30(1), 188-204.
- Pulgarín, S., y Cardona, M. (2011). Características del comportamiento emprendedor para los estudiantes de administración de la universidad del Rosario. *Revista escuela de negocios*, (72), 487-492. <https://revista.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/14201>
- Rodríguez, D. A., Gómez, S. A., Ardila, W. Y., Pérez, L. M., Silva, C. A., Niño, F. A., González, L. P., Dugarte, J. S., Suarez, D. A., y Caballero, J. A. (2023). Emprendimiento rural generacional con enfoque de género: Experiencias significativas en el Magdalena Medio Colombio. *Revista Boletín REDIPE*, 12(9), 245-263.
- Rojas, R. (1995). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés Editores.
- Universidad Autónoma de Chihuahua (2023). *Plan de desarrollo Universitario 2022-2028*. [http://transparencia.uach.mx/informacion\\_publica\\_de\\_oficio/fraccion\\_vii/PDU\\_2022\\_2028.pdf](http://transparencia.uach.mx/informacion_publica_de_oficio/fraccion_vii/PDU_2022_2028.pdf)
- Wong, E. E. (2023). Emprendimiento rural como estrategia de innovación inclusiva. *Revista Economía y Negocio*, 5(1), 194-207. <https://www.doi.org/10.33326/27086062.2023.1.1657>

## Sobre los autores

### **Juan Manuel Rodríguez Gaeta**

Doctor en Ciencias con especialidad en Hidrociencias por el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México. Obtuvo la Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Licenciado en Producción y Comercialización Hortícola por la UACH. Se ha desempeñado como docente en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Sus asignaturas, investigaciones y colaboraciones están enfocadas en el manejo sustentable del agua.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3451-761X>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Juan-Rodriguez-Gaeta>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=j2YTHrwAAAA-J&hl=es&oi=ao>

### **Brenda I. Guerrero**

Doctora por la Universidad de Zaragoza (España) en Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Obtuvo la maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Cuenta con estudios de licenciatura de Químico Bacteriólogo Parasitólogo, también por la UACH. Se ha desempeñado como profesora de diversas asignaturas en licenciatura y posgrado en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH. En la actualidad es miembro del SNI del Conahcyt (nivel candidato) e investigadora posdoctoral con financiamiento de esta misma institución, en donde realiza investigación sobre el manejo agronómico del chiltepín, así como estudios de diversidad genética y estructura poblacional

en la misma especie. Sus principales líneas de interés son: establecer las necesidades de temperaturas y polinización en frutales de zona templada, así como analizar el efecto de la disminución del frío invernal en la adaptación y comportamiento productivo de variedades. Ha participado en siete proyectos de investigación financiados en convocatorias públicas en España, y en 10 convenios con empresas, también en España. Es coautora de diversos artículos que se incluye en revistas SCI y en revistas de divulgación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1757-5073>

ID's Scopus: 57212110435

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Brenda-Guerrero-13>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=3Z23zQ0AAAAJ&hl=en>

### **Aztrid Elena Estrada Beltrán**

Doctora en Ciencias Hortofrutícolas y Maestra en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Tiene una licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias por el Tecnológico de México, Campus Cd. Cuauhtémoc. Actualmente se desempeña como profesora-investigadora de diversas asignaturas en licenciatura y posgrado en la Facultad de Enfermería y Nutriología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Su área de investigación y trabajo son los alimentos funcionales y su impacto en las enfermedades no transmisibles. Es colaboradora del grupo disciplinar Salud Comunitaria. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3880-0658>

ResearchGate: [www.researchgate.net/profile/Aztrid-Estrada](http://www.researchgate.net/profile/Aztrid-Estrada)

GoogleScholar: [scholar.google.com/scholar?oi=bibs&hl=es&ci-tes=14735541559745835557](https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&hl=es&ci-tes=14735541559745835557)

### **Mayra Isabel Salazar Balderrama**

Estudiante de Doctorado en Ciencias Hortofrutícolas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es Maestra en Ciencias Hortofrutícolas por la Universidad Autónoma de Chihuahua, Maestra en Administración por la Universidad Autónoma de Chihuahua y Licenciada en Administración por el Instituto Tecnológico de Chihuahua II. Actualmente trabaja como Jefa de Proyectos Especiales y profesora de diversas Asignaturas de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua; además, se desempeña como administradora del

Proyecto Libélula Verde, en Chihuahua. Trabajó como Jefa de la Unidad de Recursos Humanos y profesora de diversas asignaturas de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. El área de investigación y trabajo es mediante el desarrollo de diversos proyectos sobre huertos urbanos y educativos agroecológicos. En publicó el capítulo “Plataforma virtual Laboratorio Agroecológico, a docentes de primaria sobre la construcción de un huerto”, en el libro *Nuevas territorialidades. Gestión de los territorios y recursos naturales con sustentabilidad ambiental*, coordinado por José Francisco Sarmiento franco Vera López (2023, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM/Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional). Ha publicado en la revista *Tecnociencia Chihuahua, Revista de Ciencia y Tecnología*, el artículo de revisión “El género Fouquieria: descripción y revisión de aspectos etnobotánicos, fitoquímicos y biotecnológicos” (2021).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6483-5280>

### **Ofelia Adriana Hernández Rodríguez**

Doctora en Filosofía en recursos naturales por la Facultad de Zootecnia y Ecología, obtuvo la Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola y la licenciatura de Ingeniero Fruticultor en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es profesora e investigadora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua desde 1986 a la fecha. Es miembro del Cuerpo Académico UACH-CA17 Hortofruticultura. Es miembro del SNII, nivel I, del Conahcyt. Ha sido responsable técnica de proyectos de investigación con financiamiento externo y acreedora del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua (2013), otorgado por la Secretaría de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno del Estado de Chihuahua en el Área 1: Cadena Alimentaria Agropecuaria, categoría: Tecnología. Su línea de docencia e investigación se centra en las áreas de suelos agrícolas, nutrición vegetal, propagación de plantas, agricultura orgánica y agricultura sustentable. Es autora y coautora de 76 artículos científicos, capítulos de libros y artículos de difusión y divulgación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1072-7521>

ID's Scopus: 57226125202

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Adriana-Hernandez-4/publications?editMode=1&sorting=recentlyAdded>

Google Scholar: [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=OFE-LIA+ADRIANA+HERNANDEZ+RODRIGUEZ&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=OFE-LIA+ADRIANA+HERNANDEZ+RODRIGUEZ&btnG=)

### **Damaris Leopoldina Ojeda Barrios**

Realizó sus estudios de educación superior en la Facultad de Fruticultura (actual Facultad de Ciencias Agrotecnológicas [FACIATEC]) de la Universidad Autónoma de Chihuahua, donde obtuvo el título de Ingeniero Fruticultor. cursó estudios de posgrado en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, con la Maestría en Ciencias, especialidad en suelos, y el Doctorado en Ciencias Agrícolas, en el área de horticultura. Como parte de su formación, incluye la realización de un posdoctorado en la Estación Experimental del Aula Dei del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en España. Desde 2004 se desempeña como profesora e investigadora de tiempo completo de la FACIATEC de la UACH. Es responsable del Cuerpo Académico UACH-CA17 Hortofruticultura. Es miembro del SNII, nivel II, del Conahcyt. Es reconocida por el Consejo Mexicano de la Nuez y el Sistema Producto Nuez de Chihuahua por su trayectoria como investigadora en el cultivo del nogal pecanero. Además, se desempeña como Vicepresidente de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Ha publicado 71 artículos científicos, cinco capítulos de libro, así como múltiples artículos de difusión y divulgación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6559-4485>

ID'Scopus: 54883941400

ResearchGate: AEG-7890-2022

### **Laura Raquel Orozco Meléndez**

Doctora en Ciencias Hortofrutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua, en donde también obtuvo la Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola y la licenciatura de Ingeniero en Producción y Comercialización Hortícola. Ha desempeñado roles destacados como coordinadora de la carrera de Ingeniero Horticultor y profesora de diversas asignaturas en licenciatura y posgrado en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Actualmente forma parte del SNII, del Conahcyt. Su área de investigación se centra en la producción agrícola y la fisiología vegetal, enfocada en la mejora de cultivos mediante el manejo de nutrientes, reguladores de crecimiento y estrategias de manejo ambiental. Entre sus líneas de interés destacan la nutrición mineral, el compuestos bioactivos en flores comestibles, así como el impacto de biorreguladores en el rendimiento y calidad de frutos, integrando

enfoques de agronomía, ecofisiología, hortofruticultura y manejo sostenible de recursos. Estas áreas combinan enfoques de agronomía, ecofisiología, fruticultura y manejo sostenible de recursos. Ha publicado seis artículos científicos como autora principal y como coautora, y múltiples artículos de difusión y divulgación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4328-271X>

ID's Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57225105741>

ResearchGate: [https://www.researchgate.net/profile/Laura\\_Orozco21](https://www.researchgate.net/profile/Laura_Orozco21)

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=yMi0oP4AAAA-J&hl=es&oi=ao>

Academia: <https://independent.academia.edu/LauraRaquelOrozcoMelendez>

### **Rocío Sánchez Rosales**

Doctora en Ciencias Hortofrutícolas por la Universidad Autónoma de Chihuahua, en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Obtuvo la maestría en Ciencias de la Producción Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua y la licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Universidad Autónoma de México.

Su área de investigación y trabajo es sobre agricultura orgánica, sistemas de producción agroecológica, transferencia de tecnología, diseño de proyectos de investigación, así como acompañamiento a productores y campesinos en situación de muy alta marginación.

Es profesora e investigadora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua por tiempo determinado, colaboradora del Cuerpo Académico UACH-CA17 Hortofruticultura, e integrante del SNII, del Conahcyt.

Ha participado en la publicación de estudios sobre abonos orgánicos, procesos de mineralización, humificación, y transformación de residuos orgánicos para su aplicación en agricultura.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5508-9119>

ID's Scopus: 57196219458

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Rocio-Sanchez-Rosales-2>

### **Jared Hernández Huerta**

Doctor en Ciencias con orientación en Microbiología por la Universidad de Autónoma de Nuevo León. Obtuvo la maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola en la Universidad Autónoma de Chihuahua y la licenciatura en Agronomía en

el Instituto Tecnológico Agropecuario no. 18, en Veracruz. Se ha desempeñado como Coordinador de Carrera y profesor de diversas asignaturas en licenciatura y posgrado en la Unidad Académica de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). En la actualidad es profesor e investigador de tiempo completo de la UACH; cuenta con perfil Prodep; es candidato en el SNII del Conahcyt, y pertenece al Cuerpo Académico Consolidado CA114-UACH Microbiología aplicada y parasitología en horticultura, donde realiza investigaciones sobre biotecnología microbiana en el manejo de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas, así como sobre el uso de microorganismos en sistemas hidropónicos y cultivos de traspatio. Ha publicado los artículos: “Pepper growth promotion and biocontrol against *Xanthomonas euvesicatoria* by *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* formulations” (2023) en *PeerJ* (11:e14633); “Prevalence of *Xanthomonas euvesicatoria* (formally *X. perforans*) associated with bacterial spot severity in *Capsicum annuum* crops in South Central Chihuahua, Mexico” (2021) en *PeerJ* (9:e10913), y “Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo sistema aeropónico” (2019), en la *Revista Mexicana de Fitosanidad*, 3, 1-10.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4634-2172>

Google Academic: <https://scholar.google.es/citations?user=cDes45gAAAAJ&hl=es>

### **Aldo Gutiérrez Chávez**

Doctor en Ciencias Hortofrutícolas por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), donde también obtuvo la Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola y la Licenciatura en Ingeniero horticultor. Actualmente, se desempeña como coordinador de la carrera de Ingeniero Horticultor y docente investigador en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH. Sus principales líneas de investigación incluyen la evaluación del uso de microorganismos como promotores del crecimiento vegetal en sistemas hidropónicos, el desarrollo de cultivos de hoja y microgreens en sistemas de producción sostenibles, y la innovación en la aplicación de lixiviados y microorganismos para mejorar parámetros vegetativos y fotosintéticos. Es autor de los artículos de divulgación científica “Un héroe inesperado en la lucha contra el COVID”, “Hidroponía orgánica, un híbrido interesante” y “El idioma secreto de las plantas”, así como coautor del artículo “Efecto de bioestimulantes sobre la calidad del fruto de manzana Golden Glory en Chihuahua, México”. Además, cuenta con una publicación en la revista científica *Nexus* sobre los efectos

de fitotoxicidad del lixiviado. Además de su labor investigadora, el doctor Gutiérrez Chávez ha contribuido a la formación de recursos humanos, supervisando tesis de licenciatura en el área de horticultura. Su compromiso con la educación y la investigación ha fortalecido el desarrollo de tecnologías agrícolas sostenibles y de alto rendimiento en la región.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5343-3320>

### **Angélica Anahí Acevedo Barrera**

Doctora en Ciencias Agrarias por la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Obtuvo la maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Cuenta con el título de Ingeniero en producción y Comercialización Hortícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Su área de investigación y trabajo es nutrición vegetal y fertilidad de suelos. En la actualidad cuenta con el nombramiento de candidata SNI por el Conahcyt y funge como docente investigadora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Ha publicado diversos artículos científicos en revistas de impacto como “Do foliar applications of nickel increase urease activity and nutrient levels in pecan leaflets? Plant, Soil and Environment” (2022), y es coautora de “Biofortificación de flores comestibles para mejorar la calidad nutricional, Voces del Suelo, Agricultura y Medioambiente” (2024).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-7090>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=yWryHDUAAAAJ&hl=es>

### **Silvia Amanda García Muñoz**

Doctora en Ciencias en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en Zonas Áridas y Semiáridas por la Universidad Juárez del Estado de Durango. Maestra en Ciencias de la Productividad Frutícola y licenciada en Ingeniería en Producción y Comercialización Hortícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Se desempeñó como secretaria académica y actualmente es profesora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es candidata al SNI del Conahcyt, y es miembro del Padrón Nacional de Evaluadores del Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica, A. C., de marzo de 2004 a la fecha. Es académica por parte del Gobierno del Estado de Durango. Su investigación se ha enfocado en la propagación de plantas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5598-2924>

## **Perla Lizbeth Valencia Nieto**

Maestra en Administración de Recursos Humanos por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Obtuvo la licenciatura de Administración Agrotecnológica en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Se ha desempeñado como docente investigadora de diversas asignaturas en licenciatura en la Unidad Académica de Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es Coordinadora de las carreras de Ingeniero en Gestión de la Innovación Tecnológica y Licenciado en Administración Agrotecnológica, colabora como Jefa de Unidad de Control Escolar en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. En la actualidad cuenta con la Certificación por parte del Consejo Nacional y Certificación de Competencias Laborales sobre Diseño de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal; cuenta también con diplomados en Tutorías con enfoque inclusivo y en Diseño curricular. Un enfoque global y transdisciplinar.

Ha publicado “Mujer Rural de Chínipas: generadora de valor agregado del chile chiltepín de su localidad”, en la *Revista Boletín*, REDIPE (2024).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9922-0527>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/signup.SignUpPublications.html>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&pli=1&user=NChTSu-MAAAAJ>

## **Ricardo Aarón González Aldana**

Obtuvo los estudios de Doctorado en Ciencias en el área Alta Dirección, una maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola y otra maestría en Administración Pública en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Cuenta con 20 años de experiencia en administración de instituciones de educación superior en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. En la actualidad es profesor investigador de tiempo completo y es candidato del SNI. Se ha capacitado para su función docente y cuenta con más de 30 cursos acreditados. Ha desarrollado y acreditado cuatro diplomados. Cuenta con participación en más de 25 productos de investigación, entre artículos científicos, libros y capítulos de libros en temáticas de educación superior, producción y comercialización agrícola, y toma de decisiones estratégicas. Actualmente es reconocido con el perfil PRODEP. Cuenta con la dirección y asesoría de más de 50 tesis y tesinas. Forma parte del padrón de evaluadores del Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica, y es miembro de la Sociedad Mexicana de Administración

Agropecuaria A. C. Fungió como responsable técnico del Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER) entre los años 2019 y 2020, ante la secretaria de Desarrollo Rural de Gobierno del Estado de Chihuahua y la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de gobierno federal, teniendo como resultado 11 estudios del mismo número de regiones en el estado. Autor de correspondencia de “Chínipas, un municipio serrano reorganizándose en torno a la comercialización del chiltepín”, en la *Revista Estudios Sociales* (2024).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2476-8976>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Aldana-3>

### **Addy Anchondo Aguilar**

Doctora en Pedagogía Crítica por el Instituto de Pedagogía Crítica. Obtuvo la maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola y la licenciatura de Administración Agrotecnológica en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Se ha desempeñado como Docente Investigadora de diversas asignaturas en licenciatura y posgrado en la Unidad Académica de Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. En la actualidad es miembro del SNI, nivel I, del Conahcyt, donde realiza investigaciones sobre comercialización, etnias indígenas y administración de la misma institución. También es miembro de la Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A. C., y de la Red de Investigadores Educativos Chihuahua A. C. Ha publicado “Chínipas, un municipio serrano reorganizándose en torno a la comercialización del chiltepín”, en la *Revista Estudios Sociales* (2024), y “Mujer Rural de Chínipas: generadora de valor agregado del chile chiltepín de su localidad”, en la *Revista Boletín, REDIPE* (2024).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4112-403X>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Addy-Anchondo-Aguilar-2290374660?claimPup=true>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&pli=1&user=NChtSu-MAAAAJ>

### **Francisco Javier Piña Ramírez**

Doctor en Ciencias en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en Zonas Áridas y Semiáridas por la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Obtuvo la maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola y la Licenciatura de Ingeniero Fruticultor en la Universidad Autónoma de

Chihuahua. Se ha desempeñado como Docente investigador de diversas asignaturas en licenciatura y posgrado en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. En la actualidad es candidato del SNI del Conachyt; realiza investigaciones sobre nutrición, invernadero y programación de plantas en la misma institución. También es socio en la Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A. C. Ha publicado, como coautor, el artículo “Efecto de diferentes sustratos en la germinación y desarrollo del cempasúchil (*tagetes erecta*)”, en la *Revista bioagro* (2023), y “Chínipas, un municipio serrano reorganizándose en torno a la comercialización del chiltepín”, en *Revista Estudios Sociales* (2024).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8537-2414>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=MkRQN4IAAAAJ&hl=es>

*Estrategias para mejorar la seguridad  
alimentaria y la gestión de recursos en zonas rurales  
de Chihuahua*, de Addy Anchondo Aguilar, Jared  
Hernández Huerta, Ofelia Adriana Hernández Rodríguez  
y Juan Manuel Rodríguez Gaeta (coordinadores), publicado  
por Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., se terminó de  
imprimir en julio de 2025, Litográfica Ingramex, S. A. de C. V., Centeno 162-  
1, Granjas Esmeralda, 09810, Ciudad de México. El tiraje fue de 200 ejemplares  
impresos y en versión digital para acceso abierto en los formatos PDF, EPUB y HTML.

**E**ste libro es una contribución al debate y la acción sobre el desarrollo rural sostenible. Bajo la coordinación de los doctores Addy Anchondo Aguilar, Jared Hernández Huerta, Ofelia Adriana Hernández Rodríguez y Juan Manuel Rodríguez Gaeta, la obra reúne experiencias, saberes técnicos y enfoques ecológicos aplicados a contextos vulnerables del estado de Chihuahua. Compuesto por cuatro capítulos, el texto aborda desafíos estructurales como la escasez hídrica, el desperdicio alimentario y la baja productividad agrícola, proponiendo soluciones concretas a nivel local: desde la implementación de camas altas en huertos familiares y sistemas de hidroponía simplificada hasta la recolección de agua de lluvia y la capacitación para la comercialización de productos locales como el chiltepín. El libro emplea una metodología participativa, integrando investigación aplicada, experiencias comunitarias y análisis técnico en cada propuesta. Su principal mérito es la articulación entre ciencia y acción, que convierte a esta obra en una guía práctica para tomadores de decisiones, técnicos, docentes y comunidades rurales. A diferencia de otros trabajos centrados en el diagnóstico, esta publicación hace hincapié en el *cómo hacer* con recursos locales, promoviendo la autonomía alimentaria y el manejo sustentable del agua y el suelo. Su enfoque transdisciplinario e incluyente marca una diferencia clave en el abordaje de la seguridad alimentaria en regiones áridas. Este libro es una invitación urgente a construir resiliencia comunitaria en tiempos de cambio climático y crisis social.



**Addy Anchondo Aguilar** es Doctora en Pedagogía Crítica por el Instituto de Pedagogía Crítica. Maestra en Ciencias de la Productividad Frutícola. Licenciada en Administración Agrotecnológica por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Miembro del SNII, nivel I ante CONAHCYT. Es miembro de la Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria, A. C., y de la Red de Investigadores Educativos Chihuahua, A. C.



**Jared Hernández Huerta** es Doctor en Ciencias con orientación en Microbiología por la Universidad de Autónoma de Nuevo León. Maestro en Ciencias de la Productividad Frutícola por la UACH. Licenciado en Agronomía por el Instituto Tecnológico Agropecuario núm. 18 en Veracruz. Profesor-investigador de tiempo completo de la UACH. Cuenta con perfil PRODEP, es candidato al SNII, pertenece al cuerpo académico consolidado CA114-UACH Microbiología Aplicada y Parasitología en Horticultura.



**Ofelia Adriana Hernández Rodríguez** es Doctora en Filosofía en Recursos Naturales por la Facultad de Zootecnia y Ecología, Maestra en Ciencias de la Productividad Frutícola e Ingeniero Fruticultor por la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH. Es profesora-investigadora en esta misma institución desde 1986. Es Miembro del Cuerpo Académico UACH CA 17 Hortofruticultura, y miembro del SNII, nivel I.



**Juan Manuel Rodríguez Gaeta** es Doctor en Ciencias con especialidad en Hidrociencias por el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México. Maestro en Ciencias de la Productividad Frutícola e ingeniero en Producción y Comercialización Hortícola por la UACH. Se ha desempeñado como docente en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de esta misma institución.



DOI.ORG/10.52501/CC.273



**COMUNICACIÓN CIENTÍFICA** PUBLICACIONES ARBITRADAS  
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS  
www.comunicacion-cientifica.com



9 786072 628465