

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

Por Addy; Jared; Ofelia Adriana; Juan Manuel Anchóndo Aguilar; Hernández Huerta; Hernández Rodríguez; Rodríguez Gaeta

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

Coordinadores

Anchóndo Aguilar Addy
Hernández Huerta Jared
Hernández Rodríguez Ofelia Adriana
Rodríguez Gaeta Juan Manuel

Índice

Prólogo.....	3
Presentación	4
Capítulo 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, Ivette Gurrero Camacho, Aztrid Elena Estrada Beltrán y Mayra Isabel Salazar Balderrama</i>	5
Capítulo 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 y Rocío Sánchez-Rosales</i>	18
Capítulo 3. Hidroponía simplificada: una herramienta para mejorar la seguridad alimentaria en áreas rurales. <i>Jared Hernández Huerta, Aldo Gutiérrez Chávez, Angélica Anahí Acebedo Barrera y Silvia Amanda García Muñoz</i>	30
Capítulo 4. Capacitación a pobladores del municipio de Chínipas: caso proyecto comercialización del chiltepín. <i>Perla Lizeth Valencia Nieto, Ricardo Aarón González Aldana, Addy Anchondo Aguilar, Francisco Javier Piña Ramírez</i>	48
Sobre los autores	61

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 solo 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, 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 y basado en la sostenibilidad, integrando conocimientos académicos y prácticos para proponer soluciones viables y adaptadas 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 se centra en "Camas altas para el cultivo de hortalizas en los huertos familiares", 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, "Capacitación a pobladores del municipio de Chínipas: caso proyecto comercialización del chiltepín", 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 relevancia 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, ofreciendo soluciones concretas y aplicables para enfrentar los retos de la inseguridad alimentaria y la gestión de recursos en Chihuahua. Su enfoque integrador no solo 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, destacando 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.

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

Juan Manuel Rodríguez Gaeta¹

Brenda Ivette Guerrero Camacho²

Aztrid Elena Estrada Beltrán³

Mayra Isabel Salazar Balderrama⁴

Resumen

La escasez hídrica y el desperdicio de alimentos representan desafíos fundamentales para la sostenibilidad global. La agricultura consume el 70% del agua dulce extraída a nivel mundial y constituye el 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 8,817.5 hm³, mientras que el sector agrícola demanda el 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 técnicas de manejo de agua eficaces, como el principio de funcionalidad de lisímetros, que pueden optimizar la producción en pequeñas parcelas y reducen 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.

1 Doctor en Ciencias con especialidad en Hidrociencias. Profesor de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3451-761X> ; correo: jmgmeta@uach.mx

2 Doctora en Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Profesora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1757-5073> ; ID'Scopus: 57212110435

3 Doctora en Ciencias Hortofrutícolas. Profesora de la Facultad de Enfermería y Nutrición, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3880-0658> ; ID'Scopus: 57212110435

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

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

La creciente demanda de alimentos y cultivos comerciales a justificado el crecimiento continuo de tierras de sembradío, generando una gran tensión en los recursos hídricos y preocupación constante en gran parte del mundo (Harrison, 2002; Jägermeyr, 2020), ya que el sector agrícola consume en riegos el 70% de las extracciones mundiales de agua dulce (Ingrao, et al., 2023), y el 90% de los usos consuntivos del agua (Kummu, et al., 2012). Sumado a este problema, es la pérdida y desperdicio de alimentos pues representan cerca de un tercio de la producción total mundial (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 en la agenda de casi todos los gobiernos (Nieto 2011; Dinar, et al., 2019), así como el aseguramiento del abasto de alimentos para la población (Sosa Baldivia y Ruíz Ibarra, 2017), aunque el tema de inseguridad alimentaria está más relacionado con la complicación de 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 empleados en los alimentos que se pierden y desperdician en la cadena de suministro de alimentos (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 de su territorio cubren aproximadamente el 50% de su superficie (Moreno y Huber-Sannwald, 2011), con zonas que presentan diferentes niveles de estrés hídrico durante el año (2016), y cifras cercanas a los 28 millones de toneladas en la pérdida y desperdicio de alimentos, que representan 249 toneladas per cápita (2017), dejando una huella hídrica que se traduce en 8,817.5 hm³ (13%), en lo que corresponde al uso consuntivo agrícola agrupado. Durante el año 2020 el uso agrícola agrupado en México demandó el 75.74% de 89,548 hectómetros cúbicos (hm³) de agua (2021), es decir, 67,826.76 hm³.

Al norte de México, el Estado de Chihuahua, presenta limitaciones en la disponibilidad de agua (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 y que no presentan problemas de escasez hídrica (2011), 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 & Rojas Martínez, 2022).

En Chihuahua, de los 5,411.1 hm³ de volumen de agua concesionados al Estado para usos agrupados consuntivos 4,834.7 hm³ se emplean en la agricultura (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 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 alimentarios 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 solo requieren la gestión sostenible de los recursos de agua dulce, sino también en la distribución adecuada de los alimentos, incluso, ¹⁰ la práctica a escala doméstica de 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), dando paso al método de producción de hortalizas en camas biointensivas (Guerrero-Leal, et al 2015), y a la propuesta sobre la recolección de agua de lluvia (Hugues, 2019) para su aprovechamiento inmediato o para almacenar en reservorios y 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 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 es cierto, 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 ser en contenedores plásticos (Fig., 1 y 2) de segundo uso y libres de contaminantes tóxicos, el aproximado del volumen que se consigue captar es en función del área de captación y de la precipitación promedio de la zona, por lo tanto, si el tejado cuenta con 70m² de área y todo está dispuesto para captar, y la precipitación de la temporada es de 300mm, partimos de la relación: 1mm por 1m² es igual a 1L de agua, es decir, en este ejemplo nos resultan 300L por m² y lo multiplicamos por los 70m² del tejado, nos da un total de 21,000L o 21m³ de agua, es importante reflexionar que se pueden dar pérdidas en la recolección. Cuando la proyección de la captación de agua de lluvia es mayor que nuestra capacidad de almacenamiento, podemos dirigirla directamente a áreas destinadas para cultivos con el suelo previamente preparado para el aprovechamiento del recurso.

Figura 1. Recolección y almacenamiento agua de lluvia en la agricultura. Primera edición

Fuente: Vera, M. 2022, 12 de noviembre

Figura 2. Preparación de depósitos para la captación de agua de lluvia

Fuente: Snohomish, C. D. 2016, enero 6

10

La importancia de captarla, almacenarla, y utilizarla para estos fines es de gran relevancia para las poblaciones que no tienen acceso a ese vital líquido o se encuentra en escasez (Hugues, 2019). Para el aprovechamiento del agua en la producción de hortalizas en los huertos familiares se pueden construir camas de cultivo, donde sus prácticas son fundamentales en el crecimiento y la producción de una rica variedad de cultivos (Rodríguez-Valverde, 2013), la preparación de una cama depende de un conjunto de actividades que tienen como objetivo un suelo o sustrato suelto, poroso donde el agua pueda conservarse lo más 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. Se debe comenzar en cualquiera de los dos casos 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 (Figura 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).

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

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 cubren el suelo de los rayos directos del sol manteniendo la humedad y la actividad microbiana del mismo, 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 figuras 4, 5 y 6.

Figura 3. Preparación de cama de cultivo

Fuente: Fanecaes, 2012, March 7, izquierda; El «feixe», 2014, February 26, derecha.

Figura 4. Cama alta de cultivo para huerto familiar, formada con madera

Fuente: elaboración propia

Figura 5. Cama alta de cultivo para huerto familiar, formada con ramas entrelazadas

Fuente: GoJardin, 2020, Febrero 24

Figura 6. Cama alta de cultivo para huerto familiar, formada con piedras

Fuente: GoJardin, 2020, February 24

Las camas de doble excavación también se pueden delimitar con piedras, ramas, o madera (Figuras 7 y 8).

Figura 7. Cama de delimitada con piedra

Fuente: El *feixe*, 2014, febrero 26

Figura 8. Cama de cultivo a nivel de superficie del suelo

Fuente: Díaz, D. S., 2015, agosto 31

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 que los suelos estén cubiertos por las hojas que liberan. Las hojas pueden agruparse en pequeños montículos para su descomposición por acción de los microorganismos de montaña (Figura 9), para esta actividad evitar la recolección de material en cercanía con los pinos.

Figura 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

14

Los microorganismos de montaña (Figura 10) son inóculos microbianos con altas poblaciones principalmente de hongos, bacterias y actinomicetos, que se encuentran naturalmente en el suelo, ayudan a la formación de biofertilizante económico, que contribuye a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo (, 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, ayuda a la filtración y retención de agua en el suelo al interior de la cama, quedando disponible para los cultivos.

Figura 10. Microorganismos de montaña en hojarasca (materia orgánica) de encinos. Recolección de Microorganismos de Montaña

Fuente: mayo 2024. <https://www.youtube.com/watch?v=aH2qOJbMT4w>

Comprender la dinámica del agua en el suelo es fundamental para optimizar su aprovechamiento por los cultivos y promover un uso eficiente del recurso hídrico. Esto permite estimar la cantidad adecuada de agua a aplicar en cada riego, comenzando con el riego inicial, cuyo propósito es llevar el suelo a su capacidad de campo, definido como la 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 tomando una muestra del mismo suelo presente en las camas y prepararlo para su secado. Sino 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 o conservación, utilizando la energía solar como fuente de calor, se recomienda una superficie de secado para depositar la muestra de suelo como bandejas metálicas, láminas de aluminio o plástico resistente, una espátula o cucharón para manipular

y extender la muestra. Exponga la muestra al sol durante las horas de mayor radiación (generalmente entre las 10:00 y las 16:00 horas). Medir el tiempo de exposición. Con ayuda de una báscula se puede monitorear el peso de la muestra para saber cuándo llega a peso constante y registrar el peso final. Después, se utiliza un recipiente impermeable con orificios en la base y de volumen conocido para vestir el suelo seco y usarse como volumen de control para 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 la altura de la muestra. Se procede a aplicar un riego lento y uniforme, de preferencia a manera de goteo, registrando la cantidad exacta de agua. Cuando el agua comienza a drenar por los orificios, se interrumpe el riego. Se mide la cantidad de agua drenada y se resta de la cantidad aplicada justo antes del drenaje. Una vez que el drenaje cesa por completo, el volumen de agua restante corresponde a la cantidad necesaria para llevar el suelo a capacidad de campo en relación con el volumen.

La relación agua/suelo se puede obtener en porcentaje de la siguiente manera:

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

4

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

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

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

4

Indica por ejemplo que un suelo con una humedad volumétrica del 20% contiene 0.2 centímetros cúbicos (cm³) de agua en 1 cm³ de suelo.

Ambos resultados se comprenden en porcentaje (%).

10 Si tomamos un ejemplo práctico con datos de Escobar, et al. (2016), podría ser: Una muestra de suelo en estado natural, pesa 62.1 gramos (gr), y después de secar al horno pesa 49.8 gr. ¿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 muestra a continuación:

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

Entonces:

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

Siguiendo el procedimiento de humedecer la muestra de suelo después del secado al sol y se obtiene la humedad con estas ecuaciones, estamos obteniendo la capacidad de campo (CC) del suelo.

Otro parámetro importante de las condiciones de humedad en el suelo es el punto de marchitez permanente (¹⁶). Es el contenido de agua de un suelo retenida tan firmemente que las plantas no pueden extraerla causándoles una marchitez irreversible. Se pueden hacer determinaciones a campo para comprobar este valor, pero estas son bastante engorrosas y sobre todo, toma mucho tiempo hacerlas. Una manera practica de obtenerlo es de la siguiente manera (García, et al., 2021):

$$\% = CC * 0.74 - 5$$

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

$$\% = 24.7 * 0.74 - 5 = 13.27\%$$

Una vez que se obtienen estos datos se pueden usar tablas publicadas sobre las texturas de suelos en relación con la θ y el θ_p como se muestra en la tabla 1. θ es la capacidad de campo; θ_p es el punto de marchitez permanente y θ_a la humedad del suelo fácilmente asimilable por las plantas.

Tabla 1. Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo⁵							
Textura del suelo	Densidad aparente gr/cm ³	Contenido de humedad (w)			Lámina de riego		
		C					
		% del peso del suelo seco			Mm x 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).

⁵ θ es la capacidad de campo; θ_p es el punto de marchitez permanente y θ_a la humedad del suelo fácilmente asimilable por las plantas.

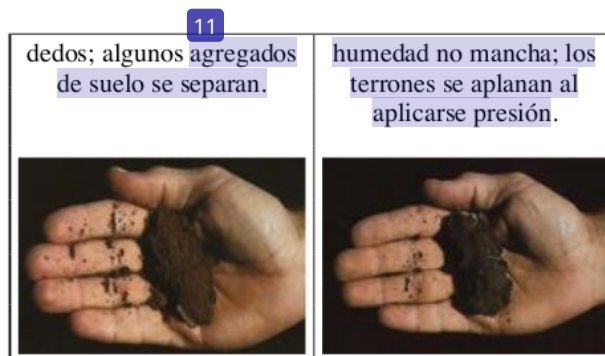
Una vez identificado el suelo de acuerdo con estos valores, podemos aplicar la cantidad de riego a las camas, asumiendo que 1mm de lámina de riego corresponde a 1L de agua por metro cuadrado (m^2), es decir, si se busca aplicar una lámina de 19.0 mm para una profundidad de 10 cm, se aplican 19 L/ m^2 .

En el riego después de la siembra, la longitud, la anchura de la cama y la profundidad de la semilla son las medidas para obtener el volumen de suelo a humedecer, y así repetidamente conforme a la profundidad que alcance la raíz durante el desarrollo del cultivo, pues esta profundidad será la referencia para calcular el volumen del suelo a regar. En cuanto al intervalo de cada riego para la reposición del agua consumida y transpirada por los cultivos y el agua que se pierde por evaporación de la superficie de la cama es importante el monitoreo de la humedad del suelo, que se puede hacer con el tacto, descrito en la tabla 2 y 3, de acuerdo con el Departamento de Agricultura de los . (, 2000). La descripción e imágenes corresponden al momento con necesidad de riego.

Tabla 2. Descripción y apariencia de suelos ligeramente húmedos. Textura gruesa y moderadamente gruesa	
Textura Arena fina y Arena fina francosa	Textura Franco arenoso y Franco arenoso fino
11 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, color oscuro, no deja mancha de agua en los dedos, los granos se esparcen. 

Fuente: elaboración propia

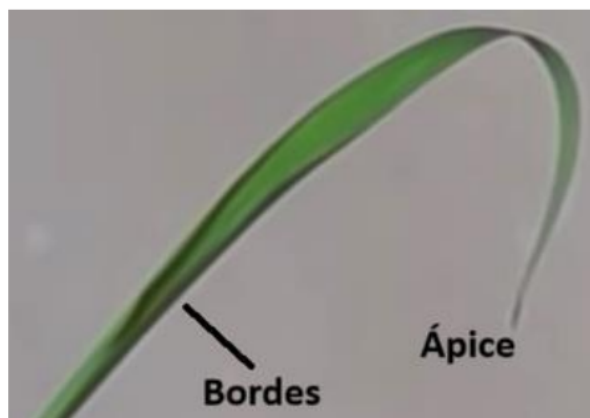
Tabla 3. Descripción y apariencia de suelos ligeramente húmedos. Textura media y fina.	
Textura Franco arenoso arcillo, Franco, y Franco limoso	Textura Arcilloso, Franco arcilloso y Franco arcilloso limoso
11 Ligeramente húmedo: Se forma una esfera débil con superficie áspera; la humedad no mancha los	Ligeramente húmedo: Se forma una esfera débil; muy pocos agregados de suelo se separan; la



Fuente: elaboración propia

Otra manera de apreciar la falta de riego es mediante la observación en las hojas. La hojas tienden a deformarse, esta deformación se aprecia en el ápice y en los bordes de las hojas como se muestra en la figura 11. En ese momento se aplica el riego y no tiene gran afectación en los cultivos.

Figura 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=UjP94eO1oFw>

Referencias

- Awal, R., Habibi, H., Fares, A., and 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., and Amarasinghe, U. (2000). La escasez mundial de agua y el reto que afronta México. *Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas*. Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI), Serie Latinoamericana, (20), 1-32.
- Bartholomew, M. (2013). *El huerto en un metro cuadrado*. Barcelona: 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.
- Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnia en Zonas Rurales
<https://www.pronaturanoreste.org/post/captaci%C3%B3n-agua-lluvia>
- . (2017). Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte, informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 52 pp.
- Scherer, T. F., Franzen, D. & Cihacek, L. (2022). Soil, water and plant characteristics important to irrigation- AE1675. North Dakota State University, Fargo, North Dakota.
- Díaz, D. S. (2015, August 31). Bancales en el huerto reciclados: Cómo delimitar los cultivos. Agrohuerto.com; AgroHuerto. <https://www.agrohuerto.com/bancales-reciclados-como-delimitar-el-huerto/amp/>
- Dinar, A., Tieu, A., & Huynh, H. (2019). Water scarcity impacts on global food production. *Global Food Security*, 23, 212-226. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.07.007>
- Fanecaes. (2012, March 7). El bancal profundo Les hortelanes. <https://fanecaes.wordpress.com/2012/03/07/el-bancal-profundo/>
- FAO. 2019. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma
- El «feixe». (2014, February 26). Wordpress.com. <https://granjabrezo.wordpress.com/colaboracion/alimentos-2/alimentos/el-feixe/>
- Escalante, E. L., Linzaga, C., Carreño, Y. I., & Román, E. (2005). Formas de preparar el terreno de siembra para obtener buenas cosechas. *Revista Alternativa*, 5(13).
- Escobar, G. D., Escobar, C. E., & Carlos, E. (2016). Relaciones gravimétricas y volumétricas del suelo. Univ. Nac. Colomb. *Geomecánica*. Capítulo, 2, 29-47.
- FAO. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. Roma.
- FAO. Introducción al Decenio de las Naciones Unidas de la Agricultura Familiar. Consultado 20 febrero 2023. <https://www.fao.org/family-farming-decade/home/es/>
- Gallardo G., S. (2018). Practicas 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., Morales. (2021). Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo.
- Gay, L., Martínez, M., Guevara, A., & Luna, F. (2010). Captación pluvial y reutilización de aguas grises mediante humedales artificiales en la Microcuenca La Soledad, Guanajuato. @ , 3(2).
- GoJardin. (2020, February 24). 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..
- 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., & Huisinigh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. *Heliyon*.
- Jägermeyr, J. (2020). Agriculture's historic twin-challenge toward sustainable water use and food supply for all. *Front. Sustain. Food Syst.*, 4, 35.

- Jeavons, J., y Cox, C. (2007). El huerto sustentable.
- Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., & 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., & 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., & 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., ... & Lázaro, E. D. L. C. (2010). Agricultura orgánica: El caso de México. *Agricultura Orgánica*, 1.
- Moreno, S. (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe.
- Núñez-López, D., Muñoz-Robles, C. A., Reyes-Gómez, V. M., Velasco-Velasco, I., and Gadsden-Esparza, H. (2007). Caracterización de la sequía a diversas escalas de tiempo en Chihuahua, México. *Agrociencia*, 41(3), 253-262.
- 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), en Pindeco Pacífico, Buenos Aires, Puntarenas/Gerald.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. Reproducción de Microorganismos de Montaña. Consultado el 25 de marzo del 2023. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13_Microorganismos_de_montan_a.pdf
- Secretaría de Desarrollo Rural. (Consultado, marzo 15, 2023). Informe ejecutivo: Cartografía de uso de suelo y vegetación del Estado de Chihuahua. <http://file:///F:/TITULO%20DE%20LIBRO/informeFinalCartografia.pdf>
- SEMARNAT. El medio ambiente en México, Agua. Consultado 11 de noviembre 2023. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_1_1.html
- Snohomish, C. D. (2016, January 6). Capturing rainwater, curbing soil creep —. Snohomish Conservation District. <https://snohomishcd.org/blog/2016/1/6/capturing-rainwater-curbing-soil-creep>
- Sosa Baldivia, A. & 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. & Rojas Martínez, A. (2022). La seguridad alimentaria en la encrucijada de las desigualdades regionales de México. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, 53, 91-115. <https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.22.012>
- USDA (2000). Cálculo de la Humedad del Suelo por Tacto y Apariencia. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Programa Aid 1619-SP
- Vera, M. (2022, 12 de noviembre). Cómo recolectar y almacenar agua de lluvia en la agricultura. Primera Edición; primera edición sa.

<https://www.primeraedicion.com.ar/nota/100651016/como-recolectar-y-almacenar-agua-de-lluvia-en-la-agricultura/>

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

Ofelia Adriana Hernández-Rodríguez¹

Dámaris Leopoldina Ojeda-Barrios²

Laura Raquel Orozco-Meléndez³

Rocío Sánchez-Rosales⁴

Resumen

Actualmente los consumidores han incrementado su interés por mejorar su salud por medio del consumo de alimentos sanos e inocuos, lo que ha motivado a muchos de ellos en producir sus propios alimentos. Este capítulo tiene por objetivo proporcionar información sobre la construcción de camas altas de cultivo de hortalizas, proponiendo de esta manera un apoyo práctico y de fácil utilización para la producción en forma manual de hortalizas, plantas medicinales⁹ aromáticas en superficies pequeñas y en huertos familiares, los cuales representan una potencial herramienta de promoción de alimentos y de entornos saludables y sostenibles. La agricultura en huertos familiares es una actividad que aporta nuevos significados a la práctica agrícola, más allá del aspecto productivo, dotándola de una función social y ambiental, al mismo tiempo que resulta en una oportunidad de creatividad, relajación y esparcimiento.

Palabras clave: Cultivo, propagación, suelo, siembra, plántula.

Introducción

³ El huerto familiar es un sistema de producción para la obtención de más alimentos en menos espacio, basado en la utilización de insumos locales, sin maquinaria ni fertilizantes o insecticidas comerciales para evitar daños al ambiente³ y a la salud de la población y 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

1 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> ; ID's SCOPUS: 57226125202 ; **Correo electrónico:**

2 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> ; ID's SCOPUS: 54883941400

3 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> ; ID's SCOPUS: 57225105741

4 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> ; ID's SCOPUS: 57196219458

3
alimentaria presente en las familias, así como también pueden generar cambios positivos en el apoyo a las deficiencias alimentarias por las que atraviesan actualmente diversos países, regiones y comunidades vulnerables (Altieri, 2000). 9

Además, los huertos familiares pueden ayudar a las personas en general a reducir el 9 estrés ya que ver un ambiente natural, rodeado de una variedad de plantas, árboles y flores, genera satisfacción y revitalización en el usuario, de tal manera, ayuda al cuerpo a encontrar su propio equilibrio, aportando sensaciones de comodidad, confort y bienestar (Cruz, 2017).

Con base a lo anterior, este capítulo tiene por objetivo proporcionar información sobre la construcción de camas altas de cultivo de hortalizas, proponiendo de esta manera un apoyo práctico y de fácil utilización para la producción en forma manual de alimentos en superficies pequeñas 6 y en 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 6 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 y actividad que embellece o por lo menos enverdece el entorno.
- “Traer el campo a la ciudad”, creando 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 y de fácil acceso, limpia, sin detergente y cuidando 6 que no se desperdicie.
3. El huerto debe estar junto a una cerca o algunos árboles para protegerlo de los vientos fuertes. 7
4. Se debe buscar un lugar donde el sol tenga el mayor número de horas de presencia y donde se encuentren, de 6 ro de lo posible, protegido de las bajas temperaturas.
5. El huerto debe cercarse para impedir la presencia de animales silvestres y domésticos.
6. 6 tamaño del huerto depende de las necesidades de la familia y/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 se requiere retirar ese material y sustituirlo por suelo.

Camas altas de cultivo

Las camas altas de cultivo son estructuras dentro del huerto familiar que presentan múltiples beneficios al facilitar el cuidado, crecimiento y producción de los cultivos. Consisten en

pequeñas parcelas, generalmente rectangulares delimitados por cercos de madera, cemento, hormigón, etc., rellenas de suelo enriquecido donde se plantan hortalizas y otros cultivos comestibles que se pueden emplear para el consumo diario familiar, además de cultivos aromáticos, medicinales y ornamentales

5

Ventajas de las camas altas de cultivo

Son muchas las ventajas que nos ofrecen las camas de cultivo, entre las que caben 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 persona o animales, facilitando de esta forma una mejor nutrición de las raíces y por tanto mejorando el crecimiento de las plantas.
- Presentan una importante barrera contra pequeños animales como las babosas, caracoles, etc., que por lo general tienden a invadir nuestras plantaciones para alimentarse con los vegetales que allí crecen.
- Al poder concentrar mejor nuestros esfuerzos en el cuidado de las plantas de esta pequeña parcela, ya sea añadiendo más materia orgánica al suelo, optimizando el riego y la protección contra plagas y enfermedades, conseguiremos mejorar el rendimiento de las cosechas y al mismo tiempo adelantar el crecimiento de las plantas.
- Se facilita impedir el crecimiento de las malas hierbas u otras plantas ajenas a nuestros cultivos dentro de las camas.
- La elevación de las camas de cultivo facilita a la gente mayor o con problemas de espalda a que puedan 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 microclima que ayuda a mantener la 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 el constante esfuerzo y atención humanos, y herramientas sencillas como el biello, el rastrillo, la pala, carrucha, manguera y tamiz.

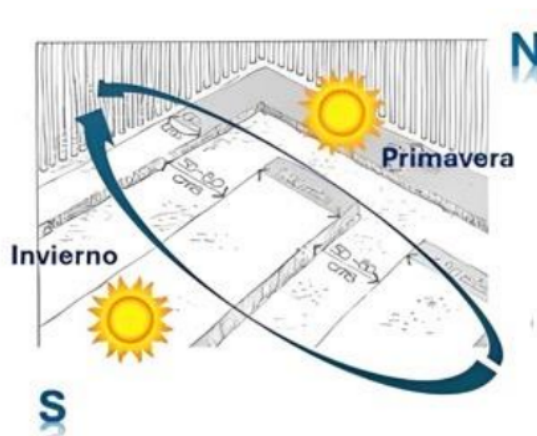
Figura 1. Herramientas requeridas para la elaboración y mantenimiento de las camas altas.

⁶ Los insumos requeridos se basan en compostas, abonos verdes y residuos de plantas, y aprovecha las cualidades de ciertas plantas 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 vendrá determinado por el espacio disponible en el jardín o parcela y la cantidad de las plantas que vayamos a colocar,
2. Las camas de cultivo del huerto deben orientarse a lo largo de norte a sur, para que reciba la mayor cantidad de luz posible.

Figura 2. Orientación de las camas altas de cultivo



Fuente: adaptado de EcoCostas, 2006.

1. El ancho de las camas no debe ser ⁵ superior a los 1.2 m, de forma que se pueda alcanzar fácilmente con las manos y sin esfuerzos la zona central para poder trabajar en ella.
2. Se debe delimitar el área de las camas.

Figura 3. Ancho y largo de la cama alta de cultivo.

3. Posteriormente se debe cavar colocando el suelo retirando a un lado

Figura 4. Excavación y extracción del suelo

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

Figura 5. Profundidad de excavación de 40 cm para la construcción de la cama alta.

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

Figura 6. 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.

6. El hueco de la excavación se debe rellenar con suelo y elevar la cama 20 a 30 cm sobre la superficie.
7. Es el momento de enriquecer el suelo con abonos orgánicos como compostas, vermicompostas y/o semicompostas.
8. Las camas se pueden delimitar con diferentes materiales e incluso, se pueden comprar prefabricadas siendo la única operación necesaria el montaje, 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.

Figura 7. Elevación de la cama alta de 20 a 30 cm sobre la superficie del suelo.

9. Finalmente nivelar la cama (Indesol, s/f).

Figura 8. Nivelación de la cama alta de cultivo.

2

Siembra directa o almácigo y trasplante

Es necesario conocer cuales especies de cultivos se siembran directamente, las que requieren de almácigo y trasplante, y las que son indiferentes, por ejemplo:

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

Figura 9. Siembra en almácigo o charolas de propagación

Trasplante

4

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:

4

- Lechugas, apios, acelgas: cuando tienen 5 hojas
- Tomate, repollo y coliflor: altura aprox. de 10 cm
- Cebolla: altura de 20 cm y un espesor de tallo en la base de ½ cm.

Figura 10. Obtención de plántulas para trasplante conservando el cepellón o adobe.

Es conveniente quitarles el riego a las plántulas en almácigo unos días antes del trasplante para ayudar a estas a su adaptación a la cama alta y al ambiente, pero se aconseja regar el almácigo el día anterior para evitar que las raíces se estropeen y facilitar 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
- Puede realizar un aclareo de hojas para un mejor prendimiento de las plantas.

Figura 11. Uso de guías para facilitar el trasplante.

Diseño de plantación en la cama alta para la producción hortícola

La distribución de las plantas debe buscar la optimización de la luz y el uso del suelo, para una buena nutrición. Diversificar la producción hortícola, permite reducir los problemas sanitarios. Para decidir que hortalizas establecer y que ubicación tendrán en la cama alta, se deben considerar lo siguiente:

Tamaño de la hortaliza al momento de la cosecha. Ubicar las de mayor tamaño 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:

[Formador: favor de trazar la siguiente figura]

Figura 12. a) Diseño de plantación trasversal o a lo ancho, y b) diseño de plantación a lo largo de la cama alta de cultivo.

a)



b)



Fuente:

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 tradicional recomienda, así se aprovecha mejor el espacio. Se puede sembrar en hilera, a “tresbolillo” en forma de hexágono, de manera que la distancia entre planta y planta sea siempre la misma; esta varía según el tipo y variedad de planta. Además, se recomienda la asociación de cultivos y la rotación de cultivos, de tal manera que en cuanto se coseche una hortaliza puede ser sustituida inmediatamente por otra, pero de diferentes características (Flores, 2005).

Optimización del espacio

Se recomienda Intercalar diferentes plantas cuyo órgano comestible es aéreo, al lado de otras cuyo órgano comestible es subterráneo (raíz, bulbo o tubérculo), 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
- Lechuga

- **Hortalizas de tallos y bulbos comestibles**

- Cebolla
- Ajo
- Papa

- **Hortalizas de frutos comestibles**

- Tomate
- Pepino
- Vainita
- Haba
- Pimentón
- Berenjena

8

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 y así evitar la transmisión de enfermedades o plagas entre ellas. Una vez cosechadas las plantas, no establecer plantas de la misma especie o familia en el mismo lugar, para evitar la transmisión de enfermedades y plagas.

- 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

Figura 13. Plantación intercalada o sotosiembra

Selección especies hortícolas a cultivar

Otro punto importante es producir hortalizas con interés comercial o que son consumidas frecuentemente por la familia.

Relación entre las plantas

Es fundamental saber cuáles especies se benefician al ser establecidas en hileras vecinas, o intercaladas en la misma hilera, ya que hay algunas que son compañeras (se benefician mutuamente), son indiferentes o tienen una relación desfavorable.

Actividades de mantenimiento

- Riegos: la cantidad de agua de riego adecuada es la que el suelo es capaz de absorber. Lo que ayuda a las plantas es la humedad que llega a sus raíces, por esto el agua que les sirve es la que penetra en el suelo y es retenida en él. La mejor hora de regar es al atardecer o temprano en la mañana. siempre debe regar en forma suave para evitar la destrucción de la cama. Es muy recomendable poner una tabla por cada lado de la cama, que permita mantener su forma y retener el agua que escurre. Puede regar por goteo utilizando una manguera de plástico perforada. Evite mojar el follaje (Céspedes et al., 2020).
- Aporcado: consiste en acercar suelo a la base del tallo de la planta para facilitar su establecimiento y mejorar el desarrollo de la misma.
- Deshierbe: será necesario eliminar en forma manual las hierbas que compitan con los cultivos.

- Fertilización: aun cuando esta se realizó en el momento de preparar el suelo, se recomienda colocar abono orgánico al momento del trasplante, alrededor de las plantas.
- Control de plagas y enfermedades: el mejor control es la prevención, para ello se recomienda⁴
 - No utilizar productos químicos para combatir insectos plaga
 - Asociar y diversificar cultivos
 - Agregar sustancias orgánicas al suelo
 - Utilizar plantas trampa. Plantar flores de colores vivos y olorosos, así también plantas aromáticas como ruda, lavanda, romero, etc.
 - Dejar crecer la vegetación espontánea en caminos y espacios no plantados
 - No eliminar sapos, lagartijas, ni arañas porque son comedores de insectos; no matar insectos benéficos
 - Utilizar en caso de necesidad, 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, la cual permite la entrada de aire al suelo, con lo que ayudamos a que la vida se desarrolle mejor y se retenga más agua para las plantas. Esta práctica consiste en cavar aproximadamente a 60 cm de profundidad e incorporar materia orgánica en el orificio perforado, En los siguientes 30 o 40 cm, excavar otra zanja, y con el suelo de esta segunda zanja tapar la primera. Se continua en línea recta con el mismo procedimiento antes mencionado hasta terminar con el largo de la cama.

Referencias

- Altieri, M. y Nicholls, I. C. (2000). *Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable*. (1ª ed.). México, D. F. 257 p.
- EcoCostas. (2006). *Manual para el cultivo de Huertos Familiares*. Sustainable Coastal Communities and Ecosystems, Program. EcoCostas, the PacificAquaculture and Coastal Resources Center at the University of Hawaii-Hilo y el Coastal Resources Center at the University of TRhode Island. (1ª ed.).
- Céspedes, L. C, Sánchez, C. y Vallejos, Q. J. (2020). *Confección y diseño de la cama alta para la producción hortícola*. Portal frutícola.com. Recuperado 25 septiembre 2024 <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*. Universidad del Norte. Trujillo, Perú.
- Indesol. Instituto Nacional de Desarrollo social. (Sf). *Manual de huertos orgánicos*. Prisma Comunitario. 22 pp Recuperado 15 agosto 2024

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20de%20Huertos%20Org%C3%A1nicos.pdf

Jeavons, J. (2004). *Cultivo biointensivo de alimentos, más alimentos en menos espacio*. (6^a ed.) EE.UU. 36 p.

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

Jared Hernández Huerta¹

Aldo Gutiérrez Chávez²

Angélica Anahí Acebedo Barrera³

Silvia Amanda García Muñoz⁴

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. Sus sistemas de bajo costo y fácil configuración los hacen accesibles para los agricultores rurales y pueden ayudar a mejorar la subsistencia de las personas que viven en estas áreas. Además, la hidroponía permite el crecimiento de plantas en lugares con poco acceso a agua y suelo fértil, lo que es crucial en regiones donde estos recursos son escasos. La hidroponía simplificada podría ser la solución para garantizar la seguridad alimentaria en comunidades rurales y a la vez contribuir a una agricultura más sostenible.

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 2050 la población mundial superará los 9,000 millones y la demanda de alimento incrementará entre 60 y 70%, de los cuales el 85% tendrá que aportarlos la agricultura (Comunidades Cepal, 2023). Sin embargo, la agricultura tiene algunos impactos negativos en el medio ambiente contaminando los mantos acuíferos, los suelos, la atmósfera y debido al manejo indiscriminado de agroquímicos (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 métodos de producción de cultivos sin suelo reduciendo el uso de recursos y con 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 desde 1992 ha promovido el uso de esta tecnología simplificada en América Latina y el Caribe, bajo diferentes escenarios agroecológicos y socioeconómicos con la

¹ Doctor en Ciencias con orientación en Microbiología. Profesor investigador en la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. <https://orcid.org/0000-0003-4634-2172>; correo electrónico:

² Doctor en Ciencias Hortofrutícolas. Profesor investigador en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. <https://orcid.org/0009-0002-5343-3320>;

³ Doctora en Ciencias Agrarias. Profesora investigadora en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. <https://orcid.org/0000-0001-5547-7090>

⁴ 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.

finalidad de mejorar la seguridad alimentaria (Caputo, 2022). Sin embargo, la adopción e implementación de este tipo técnicas agrícolas es limitada por la falta de conocimiento sobre su manejo y el costo alto inicial 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 las zonas rurales la ganadería y la agricultura, siendo esta última 95% de temporal, con rendimientos bajos debido a sus suelos pobres (Santos-Hernández *et al.*, 2019). Aunado a esto, la presencia de periodos de sequía prologados afecta el bienestar de las personas de menores ingresos. Por lo que, el uso de la hidroponía simplificada podría mejorar el rendimiento de cultivos de huertos familiares y con ello mejorar la alimentación de las familias. Por ello, el presente trabajo busca mostrar los diferentes sistemas hidropónicos simplificados como alternativa a la agricultura tradicional en zonas rurales.

Hidroponía simplificada

La hidroponía es un método de cultivo de plantas sin el uso de suelo. En su lugar, se utilizan soluciones ricas en nutrientes para proporcionar lo necesario para que las plantas prosperen. Hidroponía es una palabra de origen griego, *hydro* significa agua y *ponos* significa trabajo, literalmente trabajar bajo el 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 debido a factores como la mala calidad del suelo o la falta de agua. Esta tecnología ha sido apropiada por la FAO para su empleo en áreas marginales, denominándola como hidroponía popular, familiar o “simplificada” enfocada a mejorar la seguridad alimentaria (Carrasco & Izquierdo, 1996).

La hidroponía simplificada es una forma de hacer este método de agricultura más accesible y asequible para las comunidades rurales. Esto se puede lograr utilizando materiales sencillos y de bajo costo, como contenedores de plástico y tuberías de para crear el sistema de hidroponía. Estos materiales están disponibles con facilidad y se pueden transportar fácilmente a zonas remotas. Además, el uso de soluciones de baja tecnología como sistemas de goteo alimentados por gravedad puede eliminar la necesidad de bombas costosas y otros equipos (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 suficiente comida para satisfacer las necesidades de la comunidad. La hidroponía, por otro lado, se puede hacer en un entorno controlado, lo que puede ayudar 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 escaso (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 (Figuerola & 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 1).

Cuadro 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 solo por la iluminación, brinda mayor densidad de plantas por unidad de superficie.
Preparación del suelo	Se requieren actividades como el barbecho, rastra y surcado (campo abierto) o se requiere mezclar suelo con abonos orgánicos para el cultivo de traspatio.	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 pueden afectar a las plantas causadas por patógenos como nemátodos, hongos y bacterias.	La incidencia de enfermedades radiculares es mucho menor y su ausencia dependerá de la desinfección del sistema de cultivo y del sustrato a utilizar.
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, debido a 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 por el suelo. Pueden presentarse problemas de salinidad en el suelo que impidan 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 se puede automatizar el riego mediante un detector de humedad. No 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 el 80%, dependiendo del sistema hidropónico.

Cuadro 1. Ventajas de cultivo hidropónico simplificado con relación al cultivo tradicional en suelo.		
Aspecto de comparación	Cultivo tradicional	Cultivo hidropónico simplificado
Fertilizantes	Para la obtención de una buena cosecha, se emplean fertilizantes químicos en grandes cantidades. Los fertilizantes químicos se pueden perder por lavado de entre el 50 al 80%. Se puede utilizar sistemas de fertirriego que aprovechan mejor los fertilizantes pero requieren mayor inversión.	Se utilizan 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 a utilizar.
Nutrición	Pueden aparecer deficiencias localizadas en el cultivo, debido a la falta de nutrientes en el suelo o la falta de fertilización. Las características fisicoquímicas de suelo puede influir en la disponibilidad de los nutrientes y en la capacidad de absorción por 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 realizó un control adecuado del pH y conductividad eléctrica la planta podrá absorber con facilidad los nutrientes.
Desbalance de nutrientes	Las deficiencias nutricionales o el efecto tóxico de algunos elementos en exceso puede durar meses.	Este problema se soluciona en unos cuantos días.
Calidad del fruto	Es frecuente la presencia de deficiencias por calcio y potasio, provocando una menor duración en el almacenamiento.	Generalmente los frutos son firmes con 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 (empleo de mano de obra en fertilización, fumigación, preparación del suelo, siembra, etc.).	Los costos pueden ser altos al inicio del establecimiento del sistema, dependiendo del sistema a emplear. 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 solo en la producción de plántulas como en los sistemas de raíz flotante o NFT.
Mano de obra	Se requiere tener conocimientos técnicos y asistencia si la extensión de cultivo es grande.	Se requiere tener conocimientos técnicos y asistencia si la extensión de cultivo es grande.

Cuadro 1. Ventajas de cultivo hidropónico simplificado con relación al cultivo tradicional en suelo.		
Aspecto de comparación	Cultivo tradicional	Cultivo hidropónico simplificado
Efecto en el suelo	El cultivo a campo abierto o pequeña escala puede tener un efecto negativo en el suelo, dependiendo del manejo. Puede presentarse contaminación del suelo y el agua debido a los fertilizantes y otros agroquímicos aplicados en el cultivo y pueden afectar a otros seres vivos.	En un sistema hidropónico dependiendo del manejo 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 control de plagas de suelo, control de malezas, aporque y 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, obteniendo altos rendimientos por unidad de superficie, así como la mejora en la calidad de la producción.

Fuente: Modificado de Gruda & Tanny, 2014; Lee & Lee, 2015.

Otro beneficio es que la hidroponía puede ayudar a diversificar la economía local. Las comunidades rurales a menudo dependen de un solo cultivo o de un pequeño número de cultivos para su subsistencia. Esto puede hacerlas vulnerables a las fluctuaciones del mercado y a las fallas de cultivos relacionadas con el clima. La hidroponía permite el cultivo de una variedad más amplia de cultivos, lo que puede ayudar a diversificar la economía local y hacerla más resistente a este tipo de desafíos (Izquierdo, 2005).

Sistemas de cultivo en hidroponía simplificada

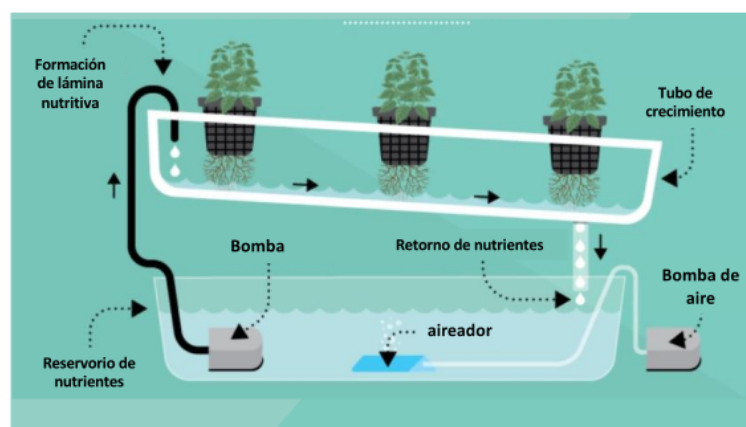
La producción de cultivos en hidroponía simplificada puede operarse de forma manual o automatizada, pero es importante la elección del tipo de sistema a emplear, dependiendo del tipo de cultivo y los recursos disponibles. Los sistemas hidropónicos se dividen en hidropónicos puros (no se emplea sustrato) y 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 pueden estar sumergidos parcial o completamente en la solución nutritiva. En los sistemas semihidropónicos, las raíces de las plantas crecen en un sustrato el cual solo sirve de soporte y para retener la solución nutritiva (Rodríguez-Delfín *et al.*, 2017). En la hidroponía

simplificada las técnicas más utilizadas incluyen la técnica de la película de lámina nutritiva recirculante (), raíz flotante y sistema de cultivo en macetas con sustrato.

Técnica hidropónica simplificada de lámina nutritiva recirculante ()

El es un sistema hidropónico puro, el cual permite un flujo continuo de la 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 que es suficiente para nutrir a las plantas y permitir la oxigenación de las raíces. Cuando se emplea en hidroponía simplificada suele modificarse según los materiales disponibles y el tipo de cultivo, pero manteniendo el principio de recirculación en lámina (Figura 1). Los principales cultivos que se pueden producir con este sistema en hidroponía simplificada son principalmente hortalizas de hoja como lechuga, apio, albahaca, acelgas y algunas frutillas como la fresa (Figura 2). El permite la obtención de hasta 25 plantas/m² en el caso de lechugas (Orsini *et al.*, 2009).

Figura 1. Esquema general de un sistema hidropónico de lámina nutritiva recirculante



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

Figura 2. Sistemas hidropónicos simplificados de lámina nutritiva recirculante. A) sistema vertical con lechugas y B) sistema de piramidal con acelgas

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

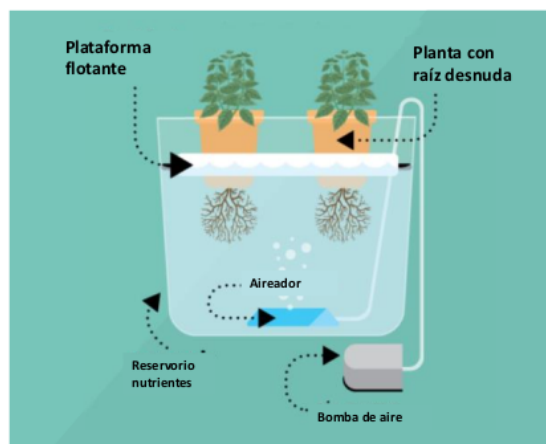
Las ventajas del sistema son principalmente el ahorro significativo en el consumo de agua y fertilizantes y la reducción de desechos (Savvas *et al.*, 2013). Además, se puede reducir la mano de obra, se reduce el tiempo de cosecha a casi la mitad, y se mejora la calidad e higiene del producto. Sin embargo, dentro de los inconvenientes de este sistema se encuentran los costos relativamente altos si se automatiza, el costo por el uso de energía

eléctrica para la recirculación constante y las pérdidas económicas por enfermedades debido al 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 nutrientes (Figura 3). Además, el sistema requiere de oxigenación el cual se puede proporcionar por medio de una bomba o de forma manual. Este sistema es el más fácil de adaptar en hidroponía simplificada bajo diferentes ambientes de áreas urbanas, semi urbanas o rurales. Los cultivos que se pueden desarrollar en este sistema son hortalizas de hoja como lechuga, arúgula, acelga, espinaca, albahaca, entre otros (Figura 4). Las ventajas de este sistema radican en los bajos costos de instalación, el ahorro en el uso de energía ya que la oxigenación se puede hacer de forma manual, facilidad para mover el sistema dependiendo del tamaño del contenedor, las plantas están en constante contacto con la solución nutritiva y el pH es más fácil de controlar. Lo anterior permite un crecimiento rápido y cosecha temprana con más ciclos de cultivo en el año y dependiendo del tipo de cultivo, los rendimientos pueden ser de 25 a 230 plantas/m² (Osrini *et al.*, 2010; Gruda *et al.*, 2016). Además, si se maneja adecuadamente el sistema se evitan enfermedades y se obtienen plantas sanas e incluso se puede reutilizar la solución nutritiva para regar plantas del jardín.

Figura 3. Esquema general de un sistema hidropónico de raíz flotante.



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

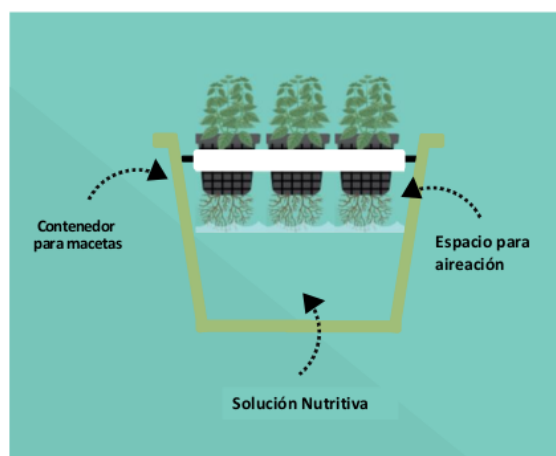
Figura 4. Sistemas hidropónicos simplificados de raíz flotante. A) y B) sistema de raíz flotante elaborado con una caja de madera forrada de plástico con cultivo de acelgas; C) y D) sistema de raíz flotante elaborado con cajas de plástico para almacenamiento con cultivo de lechuga y acelgas

Fuente: Hernández Huerta J., 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 5). Los principales cultivos que se pueden producir con esta técnica son plantas de porte pequeño como lechuga, acelgas, apio, entre otros (Kratky, 2005; Figura 6). 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 bajo humedad alta y expuestas al aire y el nivel de la solución nutritiva no se debe aumentar, pero puede permanecer igual o disminuir, pero nunca debe faltar.

Figura 5. Esquema general de un sistema hidropónico Kratky



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

Figura 6. Sistemas hidropónicos simplificados Kratky. A) cultivo de acelga; B) y C) cultivo de pimiento en traspatio.

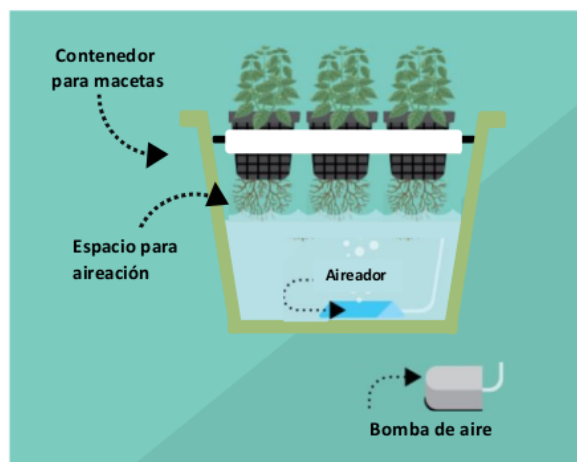
Fuente: Afterburn Grow, s. f.

Técnica hidropónica simplificada (cultivo en agua profunda)

La técnica de Cultivo en Agua Profunda o Deep Water Cultivation () es una de las técnicas hidropónicas más sencillas que se puede emplear en lugares con poca o ninguna disponibilidad de electricidad. 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 (Verner *et al.*, 2022; Figura 7). 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 (Figura 8).

Figura 7. Esquema general de un sistema hidropónico



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

Figura 8. Sistemas hidropónicos simplificados DWC. A) cultivo de berengena y B) sistema casero. Fuentes:

A) Shop, 2022 y B) *La potencia del sistema* ,

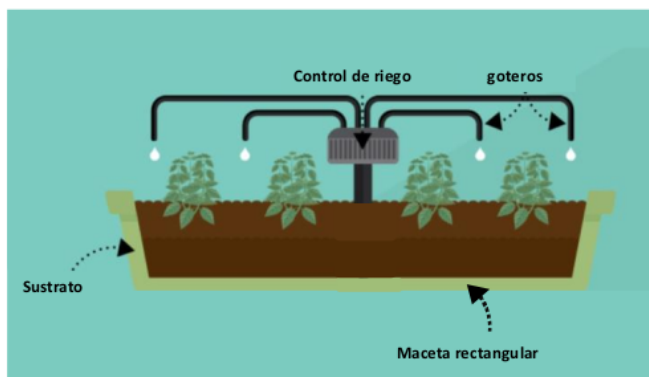
Fuente: s.f.

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, el cual sirve de soporte para las raíces del cultivo y la solución nutritiva fluye y se queda entre las partículas del sustrato (Figura 9). El sustrato debe de retener agua, tener buena aireación, ser inerte y de fácil manejo (Canovas, 1995). El sustrato puede ser de cualquier material con las características mencionadas como arena, tezontle, perlita, grava, entre otros (Hargrave, 1995). Además, debe durar mucho tiempo, no albergar microorganismos perjudiciales para el cultivo, ni semillas de malezas o plagas y no debe de reaccionar con la solución nutritiva que se emplee. El sistema puede tener un sistema de riego por goteo automatizado o ser regado de forma manual (Figura 10). Las plantas que se pueden cultivar en sustrato son muy variables, desde frutales, hortalizas, plantas medicinales o plantas ornamentales, siendo los principales el cultivo de tomate, pimiento, melón, pepino y sandía (Resh, 2016).

Figura 9. Esquema general de un sistema semi hidropónico en maceta con riego por goteo



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

Figura 10. Sistemas hidropónicos simplificados en macetas con perlita. A) cultivo de tomatillo, B) cultivo de tomate y C) cultivo de pepino.

Fuente: Gutiérrez-Chávez A., 2020.

Sistema semihidropónico vertical

Este tipo de sistema se compone de macetas apiladas o el cultivo de plantas en columnas de diversos materiales 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 & Chang, 2014). Las macetas pueden ser de materiales reciclados como , bolsas, botellas o de diseño comercial, pero deben ser firmes y soportar el peso de las plantas y del sustrato húmedo (Figura 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 (Figura 12). Los principales cultivos que se producen en este sistema son hortalizas de hojas, plantas aromáticas, plantas ornamentales de flor o follaje. Sin embargo, una limitante es la iluminación, la cual debe ser buena para obtener una alta producción; recomendando la colocación de 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; dependiendo de la retención de agua del sustrato, el cultivo y el clima.

Figura 11. Esquema general de un sistema semi hidropónico vertical.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 12. Sistemas semihidropónicos simplificados verticales. A) cultivo de acelga en tubos de con perlita; B) cultivo de lechuga en tubos de con perlita y C) cultivo de fresa con macetas apiladas

Fuentes: A) Gutiérrez-Chávez A., 2020; B) Hernández-Huerta J., 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 otros elementos como calcio, magnesio y hierro (Cuadro 2; 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 (Irías-Banegas, 2003). Además, existen fertilizantes orgánicos disponibles para hidroponía, que se 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.

Cuadro 2. Fertilizantes químicos y su fórmula empleados en hidroponía simplificada	
Nombre comercial del fertilizante	Fórmula
Ácido bórico	H_3BO_3
Ácido fosfórico	H_3PO_4
Cloruro de calcio	$CaCl_2 \cdot 4(H_2O)$
Cloruro de manganeso	$MnCl_2 \cdot 4(H_2O)$
Cloruro de potasio	KCl
Cloruro férrico	$FeCl_3 \cdot 6(H_2O)$
Dihidrofosfato amónico	$NH_4H_2PO_4$
Fosfato amónico	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$
Fosfato monocálcico	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$
Molibdato amónico	NH_4NO_3
Nitrato amónico	$Ca(NO_3)_2$
Nitrato de calcio	KNO_3
Nitrato de potasio	$(NH_4)_2SO_4$

Sulfato amónico	CaSO ₄ ·2(H ₂ O)
-----------------	--

Fuente: Samperio, 2012.

Estudios realizados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Tegucigalpa, Honduras, sobre el cultivo hidropónico simplificado en áreas rurales, indica que la solución nutritiva madre que les ha funcionado de manera exitosa se muestra en el cuadro 3; Irías-Banegas, 2003):

Cuadro 3. Fertilizantes químicos y su fórmula empleados en hidroponía simplificada		
Tipo de solución	Fertilizante	Cantidad gr/10L
Solución A	Fosfato Amónico	600.0
	Fosfato de Magnesio	1,630.0
	Sulfato de Potasio	30.0
	Nitrato de Potasio	2,500.0
Solución B	Fertilom Combi.	177.8
	Ácido Bórico	1.5
Solución C	Nitrato de Calcio	2,380.0

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 dependiendo de su disponibilidad pueden ser baratos (Cuadro 4). Las principales características que deben cumplir los sustratos a emplear en hidroponía simplificada son (Marulanda & Izquierdo, 1994):

- El tamaño de partícula del sustrato debe ser de 0.5 a 7.0 milímetros.
- Tener una buena retención de humedad, pero con un buen drenaje del riego o la lluvia.
- Que no se desintegre fácilmente
- Que no libere sustancias al sistema
- Que no contenga microorganismos perjudiciales para el ser humano y plantas.
- Que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.

1 Cuadro 4. Sustratos empleados en hidroponía simplificada.			
Sustrato	Origen	Características	Uso
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%

Cuadro 4. Sustratos empleados en hidroponía simplificada.			
Sustrato	Origen	Características	Uso
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 2,0 mm, obtenidas de los lechos de los ríos. Es necesaria la desinfección antes del uso	Se trata de un material algo heterogéneo que 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 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 y 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 y Giraldo et al., 2013):

- El sitio donde se establecerá el sistema debe darle el sol al menos por seis horas al día para lograr un buen desarrollo del cultivo.
- El sistema debe estar protegido del ataque de animales domésticos con alguna barrera, además de estar retirado de corrales de animales.
- Se debe evitar que el área de cultivo este cerca de fuentes de aguas negras, letrinas o basureros que puedan contaminar las plantas o el agua del sistema.
- Contar con una fuente de agua limpia para la preparación de la solución nutritiva, limpieza del sistema o preparación de productos para el control de plagas o enfermedades.
- En lugares con mucha lluvia y vientos fuertes deben protegerse los sistemas 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 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 sin el uso de invernadero y de forma rentable (Gumisiriza, Ndakidemi & Mbega, 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 de interna de retorno de 12.57%, un índice de rentabilidad de 1.1 y un periodo de recuperación de alrededor de ocho meses.

El establecimiento de huertos de traspatio o 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 de 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 fue objetivo de desarrollar y evaluar un sistema semihidropónico simplificado a base de 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, Ciappellano & Ferrante, 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 con bajo costo en áreas rurales con niveles de pobreza altos, reduciendo el hambre (Bradley & Marulanda, 2000). La hidroponía simplificada reduce el requerimiento de tierra de cultivo alrededor del 75% y hasta un 90% en gasto de agua. Así mismo, los nutrientes empleados a pesar de ser químicos, al estar contenidos en los sistemas, no contaminan e incluso pueden reciclarse.

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 poder comercializar el excedente, contribuyendo a su economía. La conservación del agua se hace evidente con la hidroponía simplificada al tener ahorros de hasta un 80%, 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 existir casos de éxito en países de latinoamérica, es indispensable realizar investigaciones en zonas semidesérticas rurales como en el estado de Chihuahua, donde los escasos de agua son prevalente y la presencia de pluriétnias y multiculturas podrían influir en la adopción de esta tecnología.

Referencias

- Afterburn Grow. (s. f.). Kratky Grow Bucket (5Ltr). <https://afterburngrow.co.za/product/kratky-grow-bucket-5litre/>
- Agricol@dmin. (2020, 22 mayo). *La hidroponía crecerá de la mano de la exportación*. Redagícola Perú. <https://www.redagricola.com/pe/la-hidroponia-crecera-la-mano-la-exportacion/>
- Artmann M, Chen X, Iojă C, Hof A, Onose D, Ponizy L, Lamovšek A Z, Breuste J. 2017. The role of urban green spaces in care facilities for elderly people across European cities. *Urban For. Urban Green*, 27: 203–213.
- Bradley P, Marulanda C. (2000, May). Simplified hydroponics to reduce global hunger. In *World Congress on Soilless Culture: Agriculture in the Coming Millennium 554* (pp. 289-296).
- Caldeyro Stajano, M. 2003. Social uses of simplified hydroponics by different: 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*, No. 73. November-December.
- Cánovas F. (1995). *Manejo del cultivo sin suelo en: El cultivo del tomate*. (1a. Ed.) España: Mundi-Prensa.
- Caputo S, History, Techniques and Technologies of Soil-Less Cultivation, Small Scale Soil-less Urban Agriculture in Europe. *Urban Agriculture*, Springer, 2022, doi:10.1007/978-3-030-99962-9_4.
- Carrasco G, Izquierdo J. FAO-Universidad de Talca. 1996. Manual técnico: La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT).
- Castañares J L. (2020). El ABC de la Hidroponía. Recovered from 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. *INCAP*. 36 pp.
- Comunidades Cepal*. (2023, 17 enero). <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, Gianquinto G. (2009, June). Learning the value of gardening: results from an experience of community based simplified hydroponics in north-east Brazil. In *II International Conference on Landscape and Urban Horticulture 881* (pp. 111-116).
- Figueroa J, Izquierdo J. FAO 2002. Agricultura Urbana en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: Situación de las Empresas Familiares Hidropónicas: Estudio de Casos.
- Giraldo Vásquez O, Vallejo G, Fernando L, Rodríguez M, Osorio-Cardona O. (2013). Huertos hidropónicos caseros como alternativa para la producción de alimentos. Mosquera (Cundinamarca): CORPOICA, 39 p.
- Giro A, Ciappellano S, 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, Savvas D. 2016. Soilless culture. In: Lal R (ed) *Encyclopedia of soil science*, 3rd edn. Taylor & Francis, Abingdon-on-Thames, Oxfordshire.
- Gruda N, Tanny J (2014) Chapter 10: protected crops. In: Dixon GR, Aldous D E (eds) *Horticulture plants for people and places, Production Horticulture*, vol 1. Springer, Dordrecht, pp 327–405.
- Gumisiriza M S, Kabirizi J M, Mugerwa M, Ndakidemi P A, Mbega E R, Can soilless farming feed urban East Africa? An assessment of the benefits and challenges of hydroponics in Uganda and Tanzania, *Environmental Challenges* 6 (2022) a, doi:10.1016/j.envc.2021.100413.
- Gumisiriza M S, Ndakidemi P A, Mbega E R. 2022. A simplified non-greenhouse hydroponic system for small-scale soilless urban vegetable farming. *MethodsX*, 9:101882.
- Hardgrave M. 1995. An evaluation of polyurethane foam as a reusable substrate for hydroponic cucumber production. *Acta Horticulturae*. 401:201-8.
- Irías-Banegas O. 2003. Hidroponía en área rural (1 ed.). Secretaría de Agricultura y Ganadería Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. <https://acortar.link/MRmILR>
- Izquierdo J. (2005, September). Simplified hydroponics: a tool for food security in Latin America and the Caribbean. In *International Conference and Exhibition on Soilless Culture: ICESC 2005 742* (pp. 67-74).
- Kratky B A. 2005. Growing lettuce in three non-aerated, non-circulated hydroponic systems, *Journal of Vegetable Crop Production*, 11:35–41, DOI:10.1300/J484v11n02_04F.
- Kratky B A. 2009. Three non-circulating hydroponic methods for growing lettuce, in: *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://theweetube.com/video/la-potencia-del-sistema-dwc-89973>.
- Lee S, 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.

- Marulanda T., César y Izquierdo, Juan (May-Jun 1994) *Manual técnico: La huerta hidropónica popular. Curso audiovisual. Clase 1-2* [en línea]. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina. (no. 82) p. 37-48. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/27184> (Consultado: 4 febrero 2023).
- Mateo-Sagasta J, Zadeh S M, Turrall H. More People, More Food, Worse Water? A Global Review of Water Pollution from Agriculture; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy; International Water Management Institute: Rome, Italy, 2018; ISBN 978-92-5-130729-8.
- Melgarejo P, Martínez J J, Hernández F, Salazar D M, Martínez R. 2007. Preliminary results on fig soil-less culture, *Scientia Horticulturae* 111:255–259.
- Orsini F, Fecondini M, Mezzetti M, Michelon N, Gianquinto G. 2010. Simplified hydroponic floating systems for vegetable production in Trujillo, Peru. *Acta Horticulturae*, 881:157–161.
- Orsini F, Michelon N, Scocozza F, Gianquinto G. 2009. Farmers to. consumers pipeline: an associative example of sustainable soil-less horticulture in urban and peri-urban areas. *Acta Hort*, 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, Chang M. 2014. Manual práctico de hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Rodríguez-Delfín A, Gruda N, Eigenbrod C, Orsini F, Gianquinto G. 2017. Soil Based and Simplified Hydroponics Rooftop Gardens. In: Orsini, F., Dubbeling, M., de Zeeuw, H., Gianquinto, G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. DOI: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, 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. DOI:10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0005.
- Samperio Ruiz G. 2012. *Hidroponía para dummies* (No. 631.585 S192hd). México, MX: Planeta, 2012.
- Santos-Hernández A L, Palacios-Velez E, Mejía-Saenz E, Matus-Gardea J A, Galvis-Spíndola A, Vásquez-Soto D, 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, Gruda N (2013) Chapter 12: soilless culture. In: Baudoin W, Nono-Womdim R, Lutaladio N, Hodder A, Castilla N, Leonardi C, De Pascale S, Qaryouti M (eds) Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops – principles for Mediterranean climate areas, *Plant production and protection paper* 217. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, pp 303–354.
- Schnitzler, W. H. (2012, May). Urban hydroponics for green and clean cities and for food security. In *International Symposium on Soilless Cultivation 1004* (pp. 13-26).

- Shop O S G. (2022, 18 noviembre). DWC Hydroponics - The Bubbletastic way to grow! - One Stop Grow Shop. <https://www.onestopgrowshop.co.uk/blog/dwc-hydroponics-and-8211-the-bubbletastic-way-to-grow>
- Suchocka M, Kosiacka-Beck E, Niewiarowska A. 2019. Horticultural therapy as a tool of healing persons with disability on an example of support centre in Kownaty. *Ecological Questions*, 30: 7–18.
- Verner D, Vellani S, Goodman E, Love D C. 2022. Frontier Agriculture: Climate-Smart and Water-Saving Agriculture Technologies for Livelihoods and Food Security. In *New Forms of Urban Agriculture: An Urban Ecology Perspective*, 159-186. Singapore: Springer Nature Singapore.

Capítulo 4. Capacitación a pobladores del municipio de Chínipas: caso proyecto comercialización del chiltepín

Perla Lizeth Valencia Nieto¹

Ricardo Aarón González Aldana²

Addy Anchondo Aguilar³

Francisco Javier Piña Ramírez⁴

Resumen

El presente capítulo refiere a la falta de capacitación en zonas serranas dentro del estado de Chihuahua municipio de Chínipas, existen productores quien tienen la necesidad de adquirir competencias que permitan comercializar el chile chiltepín. El objetivo de la investigación fue analizar la percepción de 42 productores en Chínipas, sobre la capacitación recibida para comercializar el 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 seguir mejorar la comercialización del chile chiltepín a largo plazo dentro y fuera del municipio, sin embargo, manifestaron la necesidad de contar con programas de capacitación 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, se estableció una vinculación estratégica con la Universidad Autónoma de Chihuahua (), a través de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas (). Este vínculo tuvo como objetivo principal capacitar a las unidades de producción familiar involucradas en la recolección y comercialización de este producto, diseñando estrategias

¹ Maestra en Administración de Recursos Humanos. Profesora--investigadora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. : <https://orcid.org/0009-0008-9922-0527> ; **Correo electrónico**

² Doctor en Ciencias en Alta Dirección. Profesor-investigador en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México.: <https://orcid.org/0000-0002-2476-8976>

³ Doctora en Pedagogía Crítica. Profesora-investigadora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. <https://orcid.org/0000-0002-4112-403X>

⁴ 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. <https://orcid.org/0000-0002-8537-2414>

que permitan su reactivación e inserción en actividades económicas que favorezcan su 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 alta 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 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 compromiso de la universidad, a través de , con la construcción de educación superior tienen un rol fundamental en el fortalecimiento de actividades agropecuarias mediante la capacitación y el apoyo de proyectos productivos.

Chínipas: un municipio con potencial emprendedora 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 colindante con Sonora. Ubicado en una región serrana, su acceso es complicado debido a la falta de carreteras pavimentadas y el difícil relieve montañoso que limita el traslado de los habitantes a la cabecera municipal. Chínipas toma su nombre de sus barrancos, donde corren los ríos Mayo u Fuerte hacia los estados de Sonora y Sinaloa. Entre los Ralámuri, la región es conocida como Baja Tarahumara. Con una extensión de 1,989.9 km², 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 (, 2020).

Chínipas presenta características propias de la zona serranas del país, incluyendo altos niveles de violencia criminal derivados de conflictos entre grupos del crimen organizado (, 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 (, 2018). Este organismo define a la pobreza extrema como la situación en la que la población enfrenta tres o más carencias sociales y sus ingresos son inferior al costo de la canasta alimentaria.

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 solo preservar sus tradicionales, sino también transformar esta 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, también 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, derrama económica y fortalecen la cohesión social. Según (Álvarez et al. 2018), estas iniciativas permiten la formación de grupos de trabajo diversos, sin importar la formación académica, el género o la etnia. 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 e innovar.

El emprendimiento en zonas rurales requiere tantas aptitudes como actitudes 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 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 (), destaca la importancia de las Instituciones de Educación Superior () 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 no solo 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 solo contribuyen a la innovación, sino que también refuerzan el sentido de pertenencia a redes de colaboración (Estreche y Ecurra, 2023).

El compromiso de la UCA, en su Plan de Desarrollo Institucional (2023), se define como líder en la generación de conocimientos orientados a resolver problemas regionales. Esto incluye atender demandas sociales, económicas y ambientales mediante investigación interdisciplinarias, desarrollo de patentes y transferencia de tecnologías. Esta vinculación no solo beneficia directamente a las partes involucradas, sino que también impacta positivamente en las comunidades locales al fomentar la competitividad, la capacidad de respuesta ante desafíos actuales y la generación de oportunidades de empleo.

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

La capacitación como pilar de la vinculación universitaria, participar en la construcción de una mejor sociedad implica extender sus actividades hacia diversas áreas, como la capacitación de productores agrícolas (Andia et al. 2021). La fortaleza de la vinculación entre universidades y sector productivo radica en el conocimiento transmitido durante estas capacitaciones. La UCA, a través de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, se consolida como un puente de acceso al conocimiento, estableciendo relaciones entre academia y empresa. Este vínculo no solo facilita la solución de problemas contextuales, sino que también abre camino a 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, y la falta de acceso a educación académica reduce aún más las posibilidades de obtener trabajos con una remuneración adecuada. Esta situación se ve agravada por una oferta laboral limitada frente a la creciente demanda en el mercado (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 (MPME) es crucial para el desarrollo económico, ya que representan el 92.9% de las unidades económicas en México, empleando

un máximo de nueve personas en su mayoría (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 frustración 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, sin tecnicismo ni 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 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 descriptivo, 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, Chihuahua, 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 practicó 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 2023.

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

Resultados

Se realizó un análisis de contenido basado en las respuestas de los 23 pobladores del municipio de Chínipas, en el estado de Chihuahua, 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 1*.

Durante el curso, los docentes buscaron generar un ambiente agradable que fomentara la confianza de los participantes, permitiéndoles expresar dudas, inquietudes e ideas libremente. Se dio prioridad a la atención personalizada, mostrando interés en las preguntas planteadas tanto dentro como fuera de las sesiones de capacitación.

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

Para la Comunicación durante la capacitación: mostraron una excelente disposición y habilidades comunicativas, algunos participantes señalaron dificultades para comprender

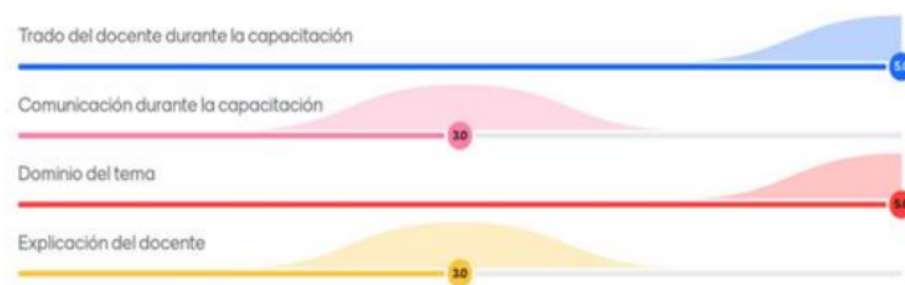
ciertos términos técnicos y conceptos nuevos, lo cual afectó su experiencia de aprendizaje, algunas de las principales observaciones fueron: “la capacitación fue muy corta para la cantidad de información que nos dieron”. “La saturación de temas nos resultó abrumadora”. “A veces daba vergüenza seguir 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.

Dominio del tema: En cuanto al conocimiento de los docentes, los participantes manifestaron una percepción positiva, calificándolo como excelente. En las entrevistas resaltaron que los capacitadores demostraron un dominio sólido de los temas impartidos. Comentarios destacados: “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.

[Formador: favor de trazar la siguiente figura]

Figura 1. Desempeño del docente durante la capacitación



Fuente: elaboración propia

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 completamente sus necesidades, principalmente debido a la complejidad de algunos términos y su aparente distancia de la realidad local.

Durante las entrevistas realizadas a los participantes, se les preguntó sobre su percepción de la palabra “emprendimiento rural”. Manifestando 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. También ven la posibilidad de ampliar su visión hacia la expansión y 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 palabra asociaban con “emprendimiento rural”, los participantes mencionaron términos como “negocio propio”, “progreso”, “dinero”, “trabajo”, “superación” y “familia”. Petra, otra participante, expresó:

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:

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 llevaos 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 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).

De esta forma, la comunidad de Chínipas avanza con una visión compartida: comercializar el chile chiltepín fuera de la región y transformar su materia prima para darle mayor valor agregado.

[Formador: favor de trazar la siguiente figura]

Figura 2. Nube de palabras más significativas sobre “emprendimiento rural”



Fuente: Elaboración propia

Detección de necesidades de capacitación

Identificar áreas de oportunidad en el sector rural es esencial para diseñar programas de capacitación efectivas que impulsen el desarrollo y mejoren la calidad de vida de las comunidades. Durante la capacitación para la comercialización del chile chiltepín, se observó que algunos temas, como finanzas, no cumplían con las expectativas de los participantes. Esto se evidenció en sus expresiones y lengua corporal. En respuesta, se ajustó el contenido, reemplazando finanzas por contabilidad para principiantes.

Los participantes destacaron la falta de conocimiento en técnicas para optimizar el corte del chile chiltepín silvestre, mencionando la necesidad de aprender a cortar las plantas sin dañarlas para asegurar su producción en los años siguientes. También señalaron carencias en áreas como 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 frutos. Un participante expresó “Si nos quedamos sin chiltepín ¿qué vamos a hacer?, necesitamos aprender a manejar mejor los recursos naturales, y eso solo se logra con capacitación”. Salvador comentó

¿cómo podemos ofrecer nuestro producto por Facebook sino 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 resultó la necesidad de aprender sobre diseño de etiquetas digitales 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 identifica importantes áreas de oportunidad relacionadas con gestión empresarial, el uso de herramientas digitales, técnicas agrícolas y prácticas sostenibles. Estas necesidades reflejan no solo 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 hay que reconocer 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 la diversificación de 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 una capacitación 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 solo 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 prácticas tradicionales en emprendimientos sostenibles, impulsando su calidad de vida y la economía local.

Referencias literarias

- Andia-Valencia W., Yampufe-Cornetero M., Antezana-Alzamora S. (2021). Responsabilidad social universitaria: del enfoque social al enfoque sostenible. *Rev. Cubana Edu. Superior*, 40(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000300019&lng=es&tlng=es
- Aisa, S., Talbot, M. L., Negro-Hang F. (2023). Aprendizajes de vinculación en la Universidad Nacional de Córdoba: la experiencia de las “Reuniones academia-industria”. *Revista integración y conocimiento*, 12(23), Available at: <https://doi.org/10.61203/2347-0658.v12.n1.40076>
- 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 Inf. Tecnol*, 28(6), 71-80. Available at: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000600009>
- Balandrán-Valladares, M.I., Piñón-Miramontes, M.Á., Anchondo-Aguilar, A., Chávez-Mendoza A., 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. Available at: <https://doi.org/10.22231/asyd.v20i3.1564>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2018). *Informe de pobreza y evaluación 2018 Chihuahua. Alcaldía Benito Juárez, México. CONEVAL*. Disponible en:

<https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Paginas/Informes-de-Pobreza-y-Evaluacion-2018.aspx>

- 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.
- 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. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8147331>
- Guerrero, M., Urbano, D., Ramos, A., Ruiz, J., Neira, I. y Fernández, A. (2016). Perfil emprendedor del estudiante universitario. España: Observatorio de emprendimiento Universitario, Informe 2015-2016. Disponible en: https://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Publicaciones/Observatorio%20de%20Emprendimiento%20Universitario/20161201_Observatorio%20de%20Emprendimiento%20Universitario_informe_web.pdf
- Granados-Muñoz R, Banda-Sandoval W. (2021). Detección de necesidades de capacitación en docentes de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato. *RIASF*, 14(35): 1-24. Available at: <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi35.382>
- Greene, R., Pinochet, C. y Lanzeni, D. (2022). Futuros imaginados. Perspectivas descentradas en torno al oficio etnográfico. Antípoda. *Revista de Antropología y Arqueología*, 47: 3-21. <https://doi.org/10.7440/antipoda47.2022.01>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). *Cuéntame de México. México*. Junio 2024. Disponible en: 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%2021%20por%20ciento
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). *Registros administrativos. Estadísticas vitales. Mortalidad. Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407>
- Jurado, I. M. (2022). Emprendimiento rural como estrategia de desarrollo territorial: una revisión documental. *Económicas CUC*, 43(1), 257-280. Available at: <https://doi.org/10.17981/econcuc.43.1.2022.Org.7>
- Limones, T. F., Contreras, M. A., Viesca, L. R., Loera, a. f., Parroquín, P. C. (2023). Vinculación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez con el sector productivo. *Revista INSUMTEC*, 6(5), 1-9. tecnm.mx
- Montalvo, L. D., Coto, E. J., Cadena, A. (2021). La capacitación en pequeñas y medianas empresas: hacia una caracterización. *RPE*, 8(1), 71-85. Disponible en: <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. Disponible en: <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. *Rev. Investig. Educ. REDIECH*, 9 (16), 67-82. Disponible en: <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. Disponible en: <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., 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. Disponible en: Vista de Emprendimiento rural generacional con enfoque de género: Experiencias significativas en el Magdalena Medio Colombiano (redipe.org)
- Rojas, R. (1995). *Guía para realizar investigaciones sociales*. México. 17ª edición. Editorial Plaza y Valdés editores.
- Universidad Autónoma de Chihuahua. (2023). Plan de desarrollo Universitario 2022-2028. Julio 2024. Disponible en: 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. Available at: <https://www.doi.org/10.33326/27086062.2023.1.1657>

Sobre los autores

Juan Manuel Rodríguez Gaeta

Doctor por el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México en Ciencias con especialidad en Hidrociencias. Obtuvo la Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua (Licenciado como Ingeniero en Producción y Comercialización Hortícola por la . 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=j2YTHrwAAAAJ&hl=es&oi=ao>

Brenda Ivette Guerrero Camacho

Doctora en Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Profesora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Brenda Ivette Guerrero Camacho es Doctora por la Universidad de Zaragoza (Zaragoza, España) en Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Obtuvo la Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua (. Cuenta con estudios de licenciatura de Químico Bacteriólogo Parasitólogo también por la . Se ha desempeñado como profesora de diversas asignaturas en licenciatura y posgrado en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la . En la actualidad es miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras del (nivel Candidato) e Investigadora posdoctoral con financiamiento del , en donde realiza investigación sobre el manejo agronómico del chiltépín así como estudios de diversidad genética y estructura poblacional en la misma especie. Paralelamente, sus principales líneas de interés son establecer las necesidades de temperaturas y polinización en frutales de zona templada, así como en 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 10 convenios con empresas, también en España. Es coautora de diversos artículos que se incluye en revistas SCI y en revistas de divulgación.

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

: 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. Profesora de la Facultad de Enfermería y Nutrición, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Aztrid Elena Estrada Beltrán es 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.

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

: 57212110435

ResearchGate: www.researchgate.net/profile/Aztrid-Estrada

GoogleScholar:

scholar.google.com/scholar?oi=bibs&hl=es&cites=14735541559745835557

Mayra Isabel Salazar Balderrama

Maestra en Ciencias Hortofrutícolas. Profesora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Mayra Isabel Salazar Balderrama, estudiante de doctorado en Ciencias Hortofrutícolas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (México). es Maestra en Ciencias Hortofrutícolas por la Universidad Autónoma de Chihuahua (México). Maestra en Administración por la Universidad Autónoma de Chihuahua (México) y Licenciada en Administración por el Instituto Tecnológico de Chihuahua II (México).

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 desarrollo de diversos proyectos sobre huertos urbanos y educativos agroecológicos.

Ha publicado en Volumen I de la Colección: Nuevas territorialidades. Gestión de los territorios con inclusión, innovación social y sostenibilidad. Vera López, Juana Isabel (Coordinadora), (2023); Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, México. 978-607-30-8305-8, 978-607-8632-35-0 con el título, Plataforma virtual Laboratorio Agroecológico, a docentes de primaria sobre la construcción de un huerto. Y publicado en la revista Tecnociencia Chihuahua, Revista de Ciencia y Tecnología el artículo de revisión con el título, 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 Philosophia 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-Investigadora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua de 1986 a la fecha. Es Miembro del Cuerpo Académico

17, Hortofruticultura Cuenta con la distinción de Investigador Nacional Nivel I otorgado por el Sistema Nacional de Investigadores . Ha sido responsable técnica de proyectos de investigación con financiamiento externo, y Acreedora del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua en 2013, por la Secretaría de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno del Estado de Chihuahua, en el Área1: 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.

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

: 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=OFELIA+ADRIANA+HERNANDEZ+RODRIGUEZ&btnG=

Damaris Leopoldina Ojeda Barrios

Realizó sus estudios de educación superior en la Facultad de Fruticultura (actualmente Facultad de Ciencias Agrotecnológicas) de la Universidad Autónoma de Chihuahua, donde obtuvo el título de Ingeniero Fruticultor. Curso estudios de posgrado en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, con la Maestría en Ciencias con especialidad en suelos y 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-investigadora de tiempo completo de la de la . Es responsable del Cuerpo Académico Hortofruticultura. Actualmente tiene la distinción como investigadora nacional nivel 2 del Sistema Nacional de Investigadores e investigadoras (). 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.

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

: 54883941400

ResearcherID: AEG-7890-2022

Laura Raquel Orozco-Meléndez

Es 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 Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores

Su área de investigación se centra en la producción agrícola y la fisiología vegetal, enfocándose 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, compuestos bioactivos en flores comestibles, 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.

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

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

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Laura_Orozco21

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=yMi0oP4AAAAJ&hl=es&oi=ao>

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

Rocío Sánchez Rosales

Es 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, acompañamiento a productores y campesinos en situación de muy alta marginación.

Es profesora investigadora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua por tiempo determinado, colaboradora del Cuerpo Académico 17, Hortofruticultura, e integrante vigente en el

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

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

57196219458

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

Google Scholar: <https://>

Jared Hernández Huerta

Doctor en Ciencias con orientación en Microbiología por la Universidad de Autónoma de Nuevo León (México). 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 (). En la actualidad es Profesor-Investigador de Tiempo Completo de la , cuenta con perfil , es candidato en el de , y pertenece al Cuerpo Académico Consolidado 114- Microbiología aplicada y parasitología

en horticultura, donde realiza investigaciones sobre biotecnología microbiana en el manejo de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas, así como el uso de microorganismos en sistemas hidropónicos y cultivos de trasplante.

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; "Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo sistema aeropónico." (2019). Revista Mexicana de Fitosanidad 3, 1–10.

: <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 (), 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 .

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 ", "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 Dr. 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.

: <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 en nutrición vegetal y fertilidad de suelos. En la actualidad cuenta con el nombramiento de candidata por el y funge como Docente-investigador 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. Obtuvo la maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola y la licenciatura de Ingeniero en Producción y Comercialización Hortícola en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Se desempeñó como Secretaría Académica y actualmente es profesora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores como candidata y también es Miembro del Padrón Nacional de Evaluadores del Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica . () de marzo de 2004 a la fecha. Mérito Académico por parte del Gobierno del Estado de Durango. Su investigación se ha enfocado en la propagación de plantas.

Perla Lizbeth Valencia Nieto

Maestra en Administración de Recursos Humanos por la Universidad Autónoma de Chihuahua (México). 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 carrera 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, sus instrumentos de evaluación y manuales del curso, diplomados en Tutorías con enfoque inclusivo y diplomado en Diseño curricular. Un enfoque global y transdisciplinar.

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

<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=NChTSuMAAAAJ>

Ricardo Aarón González

Aldana obtuvo los estudios de Doctorado en Ciencias en 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 miembro del Sistema Nacional de Investigadores en modalidad de Candidato.

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, toma de decisiones estratégicas. Actualmente es reconocido con el perfil

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, A.C. y es miembro de la Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. Fungió como responsable técnico del Proyecto de Desarrollo Territorial () entre los años 2019 – 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*. (Revista Estudios Sociales, 2024)

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

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

Addy Anchondo Aguilar

Es doctora en Pedagogía Crítica por el Instituto de Pedagogía Crítica (México). 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 Investigador I ante , realizando investigaciones sobre comercialización, etnias indígena y administración de la misma institución. También es miembro de la Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C y Red de Investigadores Educativos Chihuahua A.C.

Ha publicado *Chínipas, un municipio serrano reorganizándose en torno a la comercialización del chiltepín*. (Revista Estudios Sociales, 2024), *Mujer Rural de Chínipas: generadora de valor agregado del chile chiltepín de su localidad* (Revista Boletín , 2024).

: <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=NChtSuMAAAAJ>

Francisco Javier Piña Ramírez

Es doctor en Ciencias en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en Zonas Áridas y Semiáridas por la Facultad de Agricultura y Zootecnia, en 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 Investigador del , realiza investigaciones sobre nutrición, invernadero y programación de plantas en la misma institución. También es socio en la Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible

Ha publicado como coautor el *Efecto de diferentes sustratos en la germinación y desarrollo del cempasúchil* (tagetes erecta). Revistabioagro.mx, 2023) y Chínipas, un municipio serrano reorganizándose en torno a la comercialización del chiltepín. (Revista Estudios Sociales, 2024)

<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

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	www.agroprod.com Internet	392 palabras — 3%
2	www.portalfruticola.com Internet	257 palabras — 2%
3	www.redalyc.org Internet	229 palabras — 2%
4	docplayer.es Internet	202 palabras — 2%
5	www.atperfiles.com Internet	162 palabras — 1%
6	indesol.gob.mx Internet	157 palabras — 1%
7	atperfiles.com Internet	118 palabras — 1%
8	bibliotecadigital.fia.cl Internet	106 palabras — 1%
9	ru.iiec.unam.mx Internet	89 palabras — 1%

10	www.coursehero.com Internet	85 palabras — 1%
11	core.ac.uk Internet	67 palabras — 1%
12	colposdigital.colpos.mx:8080 Internet	64 palabras — 1%
13	www.biblioteca.usac.edu.gt Internet	50 palabras — < 1%
14	www.researchgate.net Internet	44 palabras — < 1%
15	repositorio.unsch.edu.pe Internet	29 palabras — < 1%
16	1library.co Internet	26 palabras — < 1%
17	datospdf.com Internet	24 palabras — < 1%
18	members.fortunecity.es Internet	23 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS < 15 PALABRAS