

Agro-Divulgación

Año 6 • Volumen 6 • Número 1 •
enero-febrero, 2026

Revalorización del huauzontle como
alimento funcional: Análisis de metabolitos
mediante resonancia magnética nuclear
(¹H-RMN) **3**

Caracterización fitoquímica de un
genotipo de chayote, *Sechium edule* var.
albus minor 709/330/261 **7**

Del cafetal a la copa: toritos de café como
alternativa de emprendimiento **11**

Uso de bioestimulantes para mejorar la
calidad de las ornamentales **17**

La Yurta Hisan en el Pueblo Árabe
de Casavegas, Orizaba: Modelo de
integración entre turismo temático
y comercialización de productos
agroalimentarios identitarios **21**

Cerumen de abejas sin aguijón (*Scaptotrigona*
spp.): propuesta práctica para su manejo,
extracción y valorización **25**

Floricultura sustentable y resiliente:
uso de quitosano y rizobacterias
promotoras de crecimiento vegetal en
la producción de *lisianthus* **29**

y más artículos de interés...

Achiote:

un tesoro que une
sabor y bienestar

página 85




Colegio de
Postgraduados


Contenido

Año 6 • Volumen 6 • Número 1 • enero-febrero, 2026


Casos de éxito	
Revalorización del huauzontle como alimento funcional: Análisis de metabolitos mediante resonancia magnética nuclear (¹ H-RMN)	3
Caracterización fitoquímica de un genotipo de chayote, <i>Sechium edule</i> var. <i>albus minor</i> 709/330/261	7
Del cafetal a la copa: toritos de café como alternativa de emprendimiento	11
Uso de bioestimulantes para mejorar la calidad de las ornamentales	17
La Yurta Hisan en el Pueblo Árabe de Casavegas, Orizaba: Modelo de integración entre turismo temático y comercialización de productos agroalimentarios identitarios	21
Cerumen de abejas sin aguijón (<i>Scaptotrigona</i> spp.): propuesta práctica para su manejo, extracción y valorización	25
Floricultura sustentable y resiliente: uso de quitosano y rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en la producción de <i>lisianthus</i>	29
Hamburguesas híbridas con moringa: una alternativa nutritiva y sostenible para el hogar	33
El vanadio mejora la emergencia y el crecimiento inicial de la caña de azúcar	37
Propagación de arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) cultivar Biloxi por esquejes	41
Exclusión del apacentamiento como estrategia de reconversión del pastizal calcifilo en el sureste de Coahuila, México	47
Islas de calor urbano: el refugio del vector del dengue (<i>Aedes aegypti</i>)	51
Integración de productores en una organización formal para la comercialización de productos deshidratados	57
Bases ecológicas para la conservación del peyote queretano en México	61
El frijol (<i>Phaseolus</i> spp.): aprovechamiento tradicional del grano en el estado de Guerrero	65
Cultivo de frijol (<i>Phaseolus</i> spp.) en Guerrero: panorama de los sistemas de producción	69
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.) como bioinsecticida: ¿una alternativa realmente sustentable?	75
Rescate de Maíces Criollos por los Sembradores de la Sierra de Zongolica: un ejercicio participativo	81
Achiote: un tesoro que une sabor y bienestar	85
El chimal patrimonio biocultural del Semidesierto Queretano y propuesta de acciones para su conservación	91
Agendas de investigación	
Agenda de investigación-innovación en la producción y aprovechamiento del betabel	99
Agenda de investigación-innovación en la evaluación de fuentes nutrimentales para cultivos agrícolas	109
Agenda de investigación-innovación en los usos y aplicaciones del nopal	129
Agenda de Investigación-Innovación para mejorar la cadena de valor de la producción semillera de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	141
Agenda de investigación-innovación: el agua como recurso estratégico en el Altiplano Potosino (Estudio de caso: Salinas, S.L.P.)	145

Comité Científico

Dr. Said Infante Gil
Colegio de Postgraduados
México
 0000-0001-9127-2033

Dr. Juan Francisco Aguirre Medina
Universidad Autónoma de Chiapas
México
 0000-0002-8269-7854

Dr. José Luis Yagüe Blanco
Universidad Politécnica de Madrid
España
 0000-0002-7751-8436

Dr. Pedro Cadena Iñiguez
INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias)
México
 0000-0002-9726-8972

Dra. Libia Iris Trejo Téllez
Colegio de Postgraduados, México
México
 0000-0001-8496-2095

Comité Editorial

Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza - Editora en Jefe
Dr. Jorge Cadena Iñiguez - Fundador de la revista
Dr. Carlos Hugo Avendaño Arrazate - Editor Adjunto
Lic. BLS. Moisés Quintana Arévalo - Cosechador de metadatos
M.C. Valeria Abigail Martínez Sias - Diagramador
M.C. Erika de la Rosa Esquivel - Diseñador
M.A. Ana Luisa Mejía Sandoval - Asistente



Agro-Divulgación

Bases de datos de contenido científico






Agro-Divulgación. Revista impresa de la Editorial del Colegio de Postgraduados, Año 6, Volumen 6, Número 1, enero-febrero 2026. Es una publicación bimestral editada por el Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56264. Tel. 5959284427. <https://agrodivulgacion-colpos.org/index.php/1agrodivulgacion1/index>. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de derechos al uso exclusivo núm. 04-2022-080811045100-102. ISSN: 2954-4483, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización: M.C. Valeria Abigail Martínez Sias. Fecha de última modificación, 31 de mayo de 2026. El tiraje consta de 500 ejemplares.




Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni del Editor de la publicación.

Contacto principal

 Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza
 Guerrero 9, esquina avenida Hidalgo,
C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco,
Estado de México.
 larevalo@colpos.mx

Contacto de soporte

 Soporte
 5959284703
 martinez.valeria@colpos.mx

Directrices para Autoras y Autores

- Naturaleza de los trabajos:** Las contribuciones que se reciban en la revista **Agro-Divulgación** deben ser resultados originales derivados de un trabajo académico de alto nivel sobre los tópicos presentados en la sección de temática y alcance de la revista, la escritura debe ser clara y concisa. Se reciben caso de éxito derivados de la transferencia tecnológica de resultados de investigación ($I+D+i$), desarrollo de nuevas variedades vegetales, desarrollos tecnológicos, patentes, modelos de utilidad, modelos de intervención social (estudios de género, migración, desarrollo rural, psicología social, etc.) de manejo y conservación de recursos naturales, modelos de asociación, organización, comercialización e innovaciones entre otros principales temas que hayan sido adoptados por la sociedad.
- Extensión y formato:** Los artículos deberán estar escritos en archivo editable word.doc o .docx, no se aceptan pdfs ni documentos con candados; con una extensión de 3 a 5 cuartillas máximo para los casos de éxito y de 5 a 10 cuartillas para artículos de divulgación *in extenso*, tamaño carta con márgenes de 2.5 centímetros, Arial de 12 puntos, interlineado doble, sin espacio entre párrafos. Las páginas deberán estar foliadas desde la primera hasta la última en el margen inferior derecho. La extensión total incluye abordaje textual cuadros, figuras, imágenes y todo material adicional. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las secciones principales del artículo deberán escribirse en mayúsculas, negritas y alineadas a la izquierda. Los subtítulos de las secciones se escribirán con mayúsculas sólo la primera letra, negritas y alineadas a la izquierda.
- Exclusividad:** Los trabajos enviados a **Agro-Divulgación** deberán ser inéditos y sus autores se comprometen a no someterlos simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.
- Idiomas de publicación:** Se recibirán textos en español con títulos y contenido en idioma español. Las publicaciones se harán en idioma español.



5. **ID de las y los Autores:** El nombre de los autores se escribirán comenzando con el apellido o apellidos unidos por guion, el primer nombre de pila completo y el segundo (en caso de haberlo) sólo con la inicial mayúscula seguida de punto, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Los nombres de los diferentes autores quedarán separados por puntos y comas (;). Es indispensable que todos y cada uno de los autores proporcionen su número de identificador normalizado ORCID, para mayor información ingresar a orcid.org
6. **Institución de adscripción:** Es indispensable señalar la institución de adscripción y país de todos y cada uno de los autores, indicando exclusivamente la institución de primer nivel, sin recurrir al uso de siglas o acrónimos. En todo caso, incluir población, municipio, estado y país del lugar de adscripción institucional. Al final del país, seguido de las letras C.P., incluir el código postal.
7. **Estructura:** En el texto principal (separado de la página de presentación), los elementos que se deben incluir son: título, resumen y abstract, problema, solución, evidencias gráficas o tablas de resultados, impactos e indicadores (no incluir bibliografía ni agradecimientos).
8. **Título:** Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en *itálicas*. No deberá contener abreviaturas ni exceder de 15 palabras. Se escribirá en Altas y bajas (mayúsculas y minúsculas) como una oración normal. Deberá estar escrito en negritas, centrado y no llevará punto final.
9. **Problema:** Se escribirá el problema, su importancia y limitaciones que genera hacia la sociedad o determinado sector de ésta. Asentará con claridad el estado actual del problema justificando brevemente la investigación realizada. No deberá ser mayor a media cuartilla.
10. **Solución:** Se especificará como se desarrolló la solución, incluyendo el tipo de investigación (laboratorio, campo, experimental, participativa, etc.).
11. **Impactos e indicadores:** Son de acuerdo con indicadores de políticas públicas. Se presentan en una sola sección en forma de cuadro, presentando la innovación, el impacto que se tuvo, un indicador general y específico. Deben ser puntuales, claras y concisas, y no deben llevar discusión, haciendo hincapié en los aspectos nuevos e importantes de los resultados obtenidos y que establezcan los parámetros finales de lo observado en el estudio (**Véase ejemplo en la siguiente página**).
12. **Cuadros:** Deben ser claros, simples y conciso. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro. Se recomienda que los cuadros y ecuaciones se preparen con el editor de tablas y ecuaciones del procesador de textos, evitar enviar cuadros como imágenes. En la versión en español, evitar usar la palabra “Tabla” en lugar de “Cuadro”. Los cuadros deberán contener toda información necesaria para explicarse por sí solos, si se les extrae del artículo.
13. **Uso de siglas y acrónimos:** Para el uso de acrónimos y siglas en el texto, la primera vez que se mencionen, se recomienda escribir el nombre completo al que corresponde y enseguida colocar la sigla entre paréntesis. Ejemplo: Petróleos Mexicanos (Pemex); después sólo Pemex.
14. **Nombres científicos:** Al igual que en el caso anterior, la primera vez que se mencione una especie, se recomienda escribir el nombre común seguido del nombre científico y la abreviatura o inicial del clasificador, entre paréntesis. Ejemplo: tomate (*Solanum lycopersicum* L.); después sólo tomate. En todo caso, se deberán apegar a las normas actuales de clasificación taxonómica de especies.
15. **Elementos gráficos:** Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Las figuras deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Figura 1. Título), y se colocarán en la parte inferior. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPG, TIF, PNG o RAW. Las gráficas o diagramas serán en formato de vectores (CDR, EPS, AI, WMF o XLS). El autor deberá enviar dos fotografías adicionales para ilustrar la página inicial de su contribución. Las figuras deberán contener toda información necesaria para explicarse por sí solas, si se les extrae del artículo.
16. **Unidades.** Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

Impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador	
			Sector	Ámbito				
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) Terciario: Servicios que se prestan a la sociedad: Comercio, Transporte, Educación, Ocio, etc. Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planificación financiera, de informática y de investigación científica. Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Registro solicitado y concedido	
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro	Gobierno de los Estados		Económico	Económico	Económico	Recursos Humanos	Certificaciones
Servicios	Cambia el concepto de un servicio, canal de interacción con el cliente, sistema de prestación de servicios, o conceptos tecnológicos que, de forma individual, pero muy posiblemente en combinación, conduce a una o más funciones renovadas o totalmente nuevas de servicio	Productores independientes		Ambiental Conocimiento	Educación	Educación	Comercio	Patentes solicitadas y concedidas
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio	Comunidades Agrarias		Uno, o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Responsabilidad Ambiental	Responsabilidad Ambiental	Generación de empleos	Numero de tesis
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Poblaciones en particular		Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Salud Pública	Salud Pública	Capacitación	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo	Zonas turísticas		Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Finanzas Públicas	Número de publicaciones
Innovación de código abierto	Filosofía o metodología pragmática que promueve la redistribución libre y el acceso al diseño final de un producto y los detalles de su implementación	Etc.		Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o combinación de dos o más de las opciones anteriores	Número de familias beneficiadas
A través de experiencias	Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Empresas rurales formadas
Innovación disruptiva	Ayuda a crear un nuevo mercado y que es capaz de perturbar de tal forma un mercado existente que en pocos años lo desplaza o desaparece. Ejemplos: telefonía móvil, uso de computadoras, hicieron que desplazara o desaparecer tecnologías anteriores.			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Empresas formadas
				Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Transferencias tecnológicas
			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Desarrollo de productos y servicios para la sociedad	
			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Exportación incremento (%)	
			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico	
			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Reducción de mortalidad	
			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Número de empleos generados	

Casos de éxito

Revalorización del huauzontle como alimento funcional: Análisis de metabolitos mediante resonancia magnética nuclear (^1H -RMN)

Eréndira Esmeralda, Hernández-Andrade¹; Libia Iris, Trejo-Téllez^{1*}; Fernando Carlos, Gómez-Merino²; Yolanda Leticia, Fernández-Pavía¹

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Edafología. Carretera Federal México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Recursos Genéticos y Productividad - Fisiología Vegetal. Carretera Federal México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

* Correspondencia: tlibia@colpos.mx

Problema

La calidad alimentaria en México enfrenta una crisis severa caracterizada por la desnutrición, deficiencia de micronutrientes y obesidad, misma que afecta a cerca del 60% de los hogares con inseguridad alimentaria. Se estima que 44 millones de mexicanos no pueden adquirir la canasta básica, lo que les obliga a consumir alimentos ultraprocesados de bajo costo. Esta dieta, alta en azúcares, grasas saturadas y sodio, impulsa altos índices de sobrepeso, obesidad y enfermedades crónicas como la diabetes, siendo ésta una de las principales causas de muerte en el país. Por lo tanto, se requieren alternativas naturales altamente nutritivas que permitan revertir esta tendencia. La biodiversidad nacional ofrece numerosos recursos fitogenéticos dentro de los que destaca el huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*), gracias a su valor nutritivo y adaptabilidad a condiciones adversas de cultivo, del cual no se cuenta con caracterizaciones precisas de su perfil metabolómico que puedan contribuir a mejorar la nutrición humana.

Solución planteada

El huauzontle es una planta nativa de México con relevancia histórica, cultural y alimentaria. El consumo de su inflorescencia se concentra principalmente en estados de centro del país, donde forma parte de la dieta tradicional tanto en comunidades rurales indígenas como en zonas urbanas (Figura 1). Hojas, semillas e inflorescencias de esta especie presentan un perfil nutracéutico destacado, con contenidos relevantes de proteínas, vitaminas, minerales, fibra, compuestos fenólicos, flavonoides, así como capacidad

Cómo citar: Hernández-Andrade, E. E., Trejo-Téllez, L. I., Gómez-Merino, F. C., & Fernández-Pavía, Y. L. (2026). Revalorización del huauzontle como alimento funcional: Análisis de metabolitos mediante resonancia magnética nuclear (^1H -RMN). *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.574>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 3-6.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International





Figura 1. Inflorescencia de huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*) cultivado en invernadero en Texcoco, Estado de México, México (izquierda); y en venta en mercado local de Santa Ana Chiautempan, Tlaxcala, México (derecha).

antioxidante y antiinflamatoria. El huauzontle presenta además tolerancia a condiciones ambientales adversas, particularmente a la salinidad del suelo, lo que lo posiciona como una alternativa potencial frente al deterioro de tierras agrícolas afectadas por este tipo de estrés. No obstante, su producción es limitada y su aprovechamiento agrícola sigue siendo reducido.

La salinización representa un problema creciente para la agricultura a nivel mundial, lo que incrementa el interés por cultivos con capacidad de adaptación a estas condiciones, como lo es el huauzontle. Sin embargo, el desarrollo tecnológico para el cultivo del huauzontle y los estudios relacionados con la caracterización de metabolitos en su inflorescencia son aún escasos. Esta falta de información limita la revalorización de este recurso fitogenético y su posible contribución a la seguridad alimentaria en escenarios de estrés ambiental.

Para el estudio de la composición metabolómica de la inflorescencia del huauzontle, la resonancia magnética nuclear (RMN) se ha consolidado como una herramienta de alto valor. Esta técnica permite identificar y cuantificar múltiples metabolitos de manera simultánea, sin necesidad de separación previa de los compuestos. Además, es un método no destructivo, con alta reproducibilidad y adecuado para análisis de muestras de pequeño volumen. La RMN se basa en la interacción de los núcleos atómicos con un campo magnético, lo que genera señales específicas de cada metabolito presente en la muestra.

Para contribuir a un mejor conocimiento sobre el uso y aprovechamiento de este recurso fitogenético, se analizaron tres cultivares de huauzontle provenientes del centro del país (Puebla, Ciudad de México y Tlaxcala), los cuales fueron sometidos a estrés salino mediante la aplicación de NaCl a concentraciones de 0, 100, 200 y 300 mM, más solución nutritiva Steiner con una conductividad eléctrica de 2 dSm^{-1} a un pH 5.5, durante

su desarrollo. El análisis se realizó en el momento en que la inflorescencia se encontraba próxima a su cosecha para consumo.

Mediante el uso de RMN se caracterizaron los perfiles metabolómicos de la inflorescencia, utilizando extractos hidroalcohólicos y un espectrómetro de 600 MHz (Figura 2), lo que permitió obtener información sobre la presencia de aminoácidos esenciales, azúcares, ácidos orgánicos y otros metabolitos de interés. Este enfoque permitió evaluar de manera integral los cambios en la composición metabólica asociados a las condiciones de salinidad.

Impacto

El uso de la RMN para el análisis de la inflorescencia de huauzontle contribuye a comprender la influencia de factores ambientales, como la salinidad, sobre la composición metabólica de la planta. Esta información resulta relevante para evaluar su calidad nutricional, su potencial funcional y su capacidad de adaptación a condiciones de estrés abiótico (Cuadro 1).

En un contexto de cambio climático y seguridad alimentaria, el estudio del huauzontle mediante técnicas analíticas avanzadas aporta bases científicas para la revalorización de cultivos tradicionales. La divulgación de estos resultados permite fortalecer el vínculo entre la comunidad académica y científica, y la sociedad, y resaltar la importancia de integrar conocimientos tradicionales con herramientas modernas de análisis.



Figura 2. Metodología seguida para análisis de metabolitos en inflorescencia de huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*): a) Inflorescencia de huauzontle con tratamientos de NaCl; b) Extracto hidroalcohólico; c) Espectrómetro Bruker de 600 MHz; d) Espectros de ^1H -RMN a 600 MHz de inflorescencia de huauzontle con señales metabólicas.

Cuadro 1. Perfil metabolómico encontrado en inflorescencia de huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*) mediante resonancia magnética nuclear (^1H -RMN).

Grupo	Metabolito	Función
Aminoácidos	Isoleucina	Mejora el sistema inmunológico
	Triptófano	Tratamiento contra depresión y trastornos del sueño
	Prolina	Participa en la síntesis del colágeno
Azúcares	Mioinositol	Regulación de niveles de insulina
	N-acetilmanosamina	Antiinflamatorio
	Celobiosa	Prebiótico
	Trehalosa	Regula los niveles de azúcar

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Desarrollo de protocolos analíticos que contribuyan a la caracterización de metabolitos en la inflorescencia de huauzontle mediante RMN	Productores de huauzontle y comunidad académica interesada en cultivos tradicionales y estrés abiótico	Primario: Agricultura	Ambiental Conocimiento	Fortalecimiento del conocimiento científico sobre cultivos tradicionales con potencial para sistemas agrícolas resilientes	Caracterización metabolómica de la inflorescencia de huauzontle Evaluación del efecto de la salinidad en el perfil metabolómico.	Número de publicaciones científicas y de divulgación



Caracterización fitoquímica de un genotipo de chayote, *Sechium edule* var. *albus minor* 709/330/261

Rasgado-Bonilla, Fátima A.¹; Soto-Hernández, Marcos^{1*}; Cadena-Iñiguez, Jorge²; Herrera-Rodríguez, Sara E.³; Ruiz-Posadas, Lucero del Mar¹; González-Hernández, Víctor A.¹;

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

² Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Col. Centro, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. C. P. 78620.

³ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C., Subsede Yucatán. Tablaje catastral 31264 km. 5.5 carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto, Parque Científico Tecnológico de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. C. P. 97302.

* Autor para correspondencia: msoto@colpos.mx

Problema

México y Centroamérica han sido considerados centros de origen y cultivo del chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.], concentrando la mayor diversidad biológica por caracteres morfológicos y bioquímicos. La variedad de ecosistemas y prácticas agrícolas en México ha favorecido la diversificación biocultural que ha dado lugar a frutos de diversos tamaños, colores, texturas y sabores, que van desde los ligeramente dulces, neutros, hasta los de sabor amargo. Sin embargo, esta característica poco deseada en un fruto ha hecho que la agricultura comercial los descarte y se enfoque casi de forma exclusiva al cultivo del chayote verde liso, de sabor suave (*Sechium edule* var. *virens levis*). Como consecuencia de lo anterior, muchas variantes amargas, generalmente tipos silvestres han sido subvaloradas y están en riesgo de perderse.

En los últimos años, se ha demostrado que el sabor amargo en frutas y verduras suele estar relacionado con mezclas de metabolitos secundarios que funcionan como defensa en las plantas y que pueden tener efectos biológicos de interés para la salud humana. En el chayote y otras cucurbitáceas, el sabor amargo se asocia a cucurbitacinas y saponinas triterpénicas, compuestos con actividad antiproliferativa, antiinflamatoria y antioxidante. Con lo anterior, el problema científico y agrícola es doble: por un lado, la mayoría de los consumidores y del sector productivo desconoce que los genotipos amargos no comerciales pueden contener compuestos bioactivos valiosos; y por otro, la composición química de estos ha sido poco estudiada. Documentar y entender la composición química de los metabolitos presentes en los chayotes amargos e identificar usos que generen valor agregado (como nutracéuticos, farmacológicos o industriales) puede



Cómo citar: Rasgado-Bonilla, F. A., Soto-Hernández, M., Cadena-Iñiguez, J., Herrera-Rodríguez, S. E., Ruiz-Posadas, L. del M., & González-Hernández, V. A. (2026). Caracterización fitoquímica de un genotipo de chayote, *Sechium edule* var. *albus minor* 709/330/261. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.631>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 7-10.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



ser respuesta para conservar y resguardar una fuente potencial de fuentes de metabolitos para elaboración de suplementos terapéuticos y farmacológicos que podrían beneficiar a la sociedad en el tratamiento alternativo de enfermedades de interés público, como en la formación de proyectos con agricultores.

Solución planteada

Una alternativa al problema de la desvalorización de los genotipos amargos de chayote es identificar los metabolitos que los conforman. Para ello, se realizó una caracterización fitoquímica del genotipo amargo *Sechium edule* var. *albus minor* 709/330/261 (Figura 1), desarrollado por el Grupo Interdisciplinario de Investigación de *Sechium edule* en México (GIS&M). En el análisis químico se evaluaron dos tipos de extractos, uno procedente del jugo de los frutos (frutos procesados con agua destilada) y el otro del bagazo residual de la preparación de los jugos, el cual se maceró en metanol al 80%. Ambos extractos se liofilizaron y en el análisis preliminar se observó la presencia de terpenoides, saponinas, fenoles y flavonoides (Tabla 1).

El análisis por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC por sus siglas en inglés) identificó que los compuestos más abundantes en ambos extractos, aplicados a 15 mg mL⁻¹, fueron cucurbitacinas tipo B, D, e I, principalmente la D en el extracto de bagazo (7.52 mg g⁻¹), seguida de la I y B en el mismo extracto (5.74 y 1.80 mg g⁻¹ respectivamente), y en el jugo, la cucurbitacina I fue la más abundante (4.91 mg g⁻¹).

Tabla 1. Resultados del análisis preliminar de metabolitos secundarios en extractos de jugo y bagazo de *Sechium edule* var. *albus minor* 709/330/261.

Metabolito	Jugo <i>S. edule</i> var. <i>albus minor</i> 709/330/261	Bagazo <i>S. edule</i> var. <i>albus minor</i> 709/330/261
Taninos	+	-
Fenoles	+++	+++
Flavonoides	+	+
Alcaloides	+	+
Saponinas	+++	+++
Terpenoides	+++	+++

*Nota: Los símbolos indican la intensidad cualitativa de la reacción en el ensayo fitoquímico. (-)=ausencia del metabolito; (+)=presencia débil; (++)=presencia moderada; (+++)=presencia intensa.



Figura 1. Frutos en madurez hortícola del genotipo 709/330/261 derivado de *Sechium edule* var. *albus minor*, por cruzamientos simples y retro cruce.

Con respecto a los flavonoides se registró la presencia de apigenina, ácido ferúlico, quercetina e isorhamnetina. En cuanto a los ácidos fenólicos solo se observó la presencia del ácido 3,5-hidroxibenzoico en los dos extractos (Tabla 2).

La diversidad y el gradiente de metabolitos identificados en ambos extractos de *S. edule* var. *albus minor* 709/330/261 podrían asociarse con rutas de síntesis específicas para cada tipo de tejido vegetal. Mientras que el alto contenido de cucurbitacinas refuerza la naturaleza amarga de sus frutos. Estos resultados concuerdan con lo conocido sobre la acumulación diferencial de las cucurbitacinas en hojas, frutos y raíces de otras especies de la familia Cucurbitaceae. Es importante recalcar el potencial terapéutico de los compuestos identificados, tales como las cucurbitacinas que se han estudiado principalmente por su actividad antiproliferativa contra diversas líneas celulares cancerígenas, lo que las convierte en candidatas para el desarrollo de nuevos agentes terapéuticos. En el caso de la apigenina esta funciona como un potente antioxidante que también se ha utilizado como nutraceutico y suplemento para la salud prostática, mientras que en cosmética se utiliza como un ingrediente importante en la formulación de protectores solares, cremas y productos capilares. Al igual que la apigenina, el ácido ferúlico se emplea para la elaboración de sérum y cremas por su notable capacidad para potencializar la estabilidad y eficacia de otros antioxidantes como las vitaminas C y E.

La isorhamnetina, es valorada por sus efectos cardioprotectores, por lo que tiene potencial en la prevención de enfermedades cardiovasculares. Otro flavonoide de gran importancia es la quercetina, que ha sido utilizada como un antihistamínico natural para aliviar alergias, así como por su uso potencial en temas de antienvjecimiento, protección contra daños UV y por su efecto antioxidante y antiinflamatorio. Finalmente, el ácido 3,5-dihidroxibenzoico es un ácido fenólico derivado del catabolismo de los flavonoides que posee propiedades antioxidantes. Es un compuesto comúnmente utilizado en la fabricación de fármacos contra el cáncer, ya que su capacidad antioxidante potencia el efecto de otros medicamentos, mejorando su eficacia.

Tabla 2. Contenido de metabolitos en jugo y bagazo de *Sechium edule* var. *albus minor* 709/330/261 (15 mg mL^{-1}) de acuerdo con los resultados del análisis por cromatografía de líquidos de alta resolución.

Clase de compuesto	Metabolito	Jugo (mg g^{-1})	Bagazo (mg g^{-1})
Flavonoides	Apigenina	0.30 ± 0.00	0.36 ± 0.01
	Isorhamnetina	0.03 ± 0.07	ND
	Quercetina	0.06 ± 0.14	0.06 ± 0.14
Ácidos fenólicos	Ácido ferúlico	0.11 ± 0.01	0.07 ± 0.00
	Ácido 3,5-hidroxibenzoico	0.16 ± 0.02	0.15 ± 0.00
Cucurbitacinas	Cucurbitacina B	ND	1.80 ± 1.41
	Cucurbitacina D	0.55 ± 1.22	7.52 ± 2.02
	Cucurbitacina I	4.91 ± 0.99	5.74 ± 1.68

*Nota: Los valores se reportan como media \pm desviación estándar (DE) (mg g^{-1} , $n=5$). Los valores reportados de DE=0.00 representan variaciones menores al límite de redondeo ($<0.005 \text{ mg g}^{-1}$). ND: no detectado (todas las réplicas $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ mg mL}^{-1}$).

Impactos e indicadores

El proyecto aportó evidencias sobre el genotipo *Sechium edule* var. *albus minor* 709/330/261, el cual no sólo debe considerarse como un “chayote amargo”, sino como una fuente rica en metabolitos secundarios con posible uso en la salud y en el aprovechamiento de residuos agroindustriales. Los extractos obtenidos a partir del jugo y bagazo mostraron un perfil complejo de compuestos fenólicos, saponinas y cucurbitacinas asociados con efectos citotóxicos diferenciales en ensayos in vitro sobre células de cáncer de próstata frente a células prostáticas normales. Esto coloca al genotipo como un candidato prometedor para desarrollar a futuro extractos estandarizados como coadyuvantes en terapias oncológicas o como ingredientes nutraceuticos, siempre reconociendo que los resultados actuales corresponden todavía a una fase de prueba y requieren más validación. Con relación al bagazo de fruto el potencial asociado es como materia prima para la obtención de metabolitos de alto valor terapéutico aplicado en formulaciones experimentales para la generación de biopolímeros que sugieren que, con una mayor optimización, podría contribuir a avanzar hacia esquemas de economía circular.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Poblaciones en particular	Primario: Agricultura	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Numero de tesis
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.		Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)	Económico	Económico	Recursos Humanos	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible		Ambiental	Conocimiento	Educación	Comercio	Número de publicaciones
Innovación disruptiva	Ayuda a crear un nuevo mercado y que es capaz de perturbar de tal forma un mercado existente que en pocos años lo desplaza o desaparece.		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)		Responsabilidad Ambiental		Transferencias tecnológicas
					Salud Pública		Reducción de mortalidad

Del cafetal a la copa: toritos de café como alternativa de emprendimiento

Adriana, Contreras-Oliva¹; Yazmín Rubí, Córdoba-Mora²; Diana Patricia, Uscanga-Sosa¹; Marisol Lima-Solano^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Programa de Innovación Agroalimentaria Sustentable. Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94953.

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Recursos Genéticos y Productividad - Fruticultura. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

* Correspondencia: lima.marisol@colpos.mx

Problema

En diversas regiones de México, existe una amplia diversidad de productos agroalimentarios con potencial para transformarse en bebidas artesanales. No obstante, gran parte de estos recursos se comercializa sin procesos de conservación o transformación que permitan ampliar su vida útil y su alcance comercial. Esta situación limita la generación de productos con identidad regional y reduce las oportunidades de emprendimiento para distintos sectores de la población, más allá del ámbito productivo primario.

En el caso del café, su uso suele asociarse casi exclusivamente al consumo en infusión. Esta visión restringida deja de lado alternativas que permiten aprovechar sus características químicas y sensoriales en bebidas tradicionales. A ello se suma el desconocimiento de métodos básicos de conservación de alimentos y bebidas, así como de principios fisicoquímicos que favorecen estabilidad, seguridad y calidad en productos artesanales.

Frente a este panorama, resulta necesario impulsar acciones que faciliten el uso de insumos regionales en la elaboración de bebidas artesanales, mediante procesos claros, reproducibles y accesibles. La disponibilidad de orientaciones prácticas permite que personas interesadas en transformar productos locales cuenten con herramientas para elaborar bebidas con mayor vida útil y aceptación comercial, sin depender exclusivamente de la producción primaria.

Cómo citar: Contreras-Oliva, A., Córdoba-Mora, Y. R., Uscanga-Sosa, D. P., & Lima-Solano, M. (2026). Del cafetal a la copa: toritos de café como alternativa de emprendimiento. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.575>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iniguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 11-15.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Solución planteada

El torito de café como bebida artesanal elaborada a partir de productos regionales

El torito es una bebida artesanal cuyo nombre surge de la asociación simbólica con la fuerza del toro. De manera tradicional en Veracruz, este tipo de bebida se consumía para aportar energía que permitiera realizar actividades físicas demandantes, como las labores agrícolas. La consistencia cremosa y la presencia de licor reforzaban la percepción de una bebida capaz de “dar fuerza”, razón por la cual el nombre se mantuvo a lo largo del tiempo. En distintas regiones del país existen preparaciones similares que reciben otros nombres, aunque conservan elementos comunes, como el uso de licor y una base cremosa elaborada con ingredientes locales.

En el caso del torito de café, esta bebida retoma esa tradición y la adapta al uso de un producto emblemático de las regiones cafetaleras. El café aporta sabor, aroma y color, además de compuestos naturales que enriquecen la bebida. La propuesta se centra en mostrar una forma ordenada y replicada de elaboración, que permita aprovechar ingredientes regionales mediante un proceso sencillo, comprensible y accesible. De esta manera, el torito de café se presenta como una bebida artesanal con identidad local, que puede elaborarse sin equipamiento especializado y con insumos disponibles en la región.

Proceso de elaboración del torito de café

La preparación del torito de café inicia con la obtención de un extracto concentrado de café tostado y molido. Durante esta etapa, el contacto del café con agua caliente favorece la liberación de compuestos responsables del aroma, el sabor característico y el color de la bebida. El extracto se deja enfriar antes de continuar con el proceso, con el propósito de evitar cambios indeseables en la textura al mezclarse con los ingredientes lácteos.

Una vez frío, el extracto de café se integra con leche evaporada y leche condensada mediante agitación constante. Esta mezcla permite obtener una bebida de textura cremosa, donde los componentes del café se incorporan de forma homogénea a la matriz láctea. La leche condensada aporta dulzor y cuerpo, mientras que la leche evaporada contribuye a una sensación más suave al paladar. Posteriormente, se añade agua mineral para ajustar la consistencia final, logrando una bebida equilibrada y agradable para el consumo.

Integración del alcohol como conservante para dar estabilidad a la bebida

El alcohol grado alimenticio se incorpora en la etapa final del proceso, de manera gradual y con agitación continua. Además de aportar carácter a la bebida, su presencia contribuye a prolongar la conservación al limitar el crecimiento de microorganismos. Esta característica resulta relevante para una bebida artesanal, ya que permite mantener su calidad durante un mayor periodo de tiempo cuando se siguen prácticas adecuadas de higiene y almacenamiento.

Tras la incorporación del alcohol, la bebida se somete a una homogenización final y se deja reposar. Este tiempo requerido para que los sabores se integren y que la mezcla alcance un equilibrio sensorial. Durante el reposo, los componentes del café, los ingredientes

lácteos y el alcohol se estabilizan, dando lugar a un producto uniforme. El resultado es una bebida cremosa, aromática y con una intensidad de sabor que conserva las características propias del café (Figura 1).



Figura 1. Transferencia de conocimiento a través de los cursos-taller para la elaboración de toritos.

Transferencia de conocimiento para fomentar el valor agregado del café y productos locales

La técnica de elaboración del torito de café se comparte durante los cursos-taller como una preparación base, con pasos definidos y proporciones claras. Las personas participantes replican esta receta siguiendo el mismo procedimiento, lo que permite obtener un producto consistente. A partir de esta base, se abre la posibilidad de diversificar la oferta mediante la incorporación de otros sabores, utilizando ingredientes disponibles en la región, como cacahuete o frutas de temporada. La incorporación de nuevos sabores amplía la gama de bebidas artesanales sin perder la identidad ni calidad de acuerdo a las preferencias de los consumidores.

Caso de éxito

Durante las actividades de capacitación, se abordan aspectos relacionados con la higiene, el manejo adecuado de ingredientes y la comprensión del proceso de elaboración. El enfoque práctico permite que las personas participantes entiendan cada etapa y su finalidad dentro de la preparación de la bebida. Esta forma de trabajo facilita la apropiación del conocimiento y su aplicación en contextos reales.

Un caso representativo es el de la señora María Herminia Trujillo Ibáñez, quien, a partir de los conocimientos adquiridos, decidió iniciar la elaboración y venta de toritos de café en ferias artesanales en otros estados. Su experiencia muestra cómo el acceso a información clara y procesos definidos puede traducirse en iniciativas de autoempleo. Este tipo de resultados evidencia el potencial del torito de café como una bebida artesanal que integra la tradición, uso de productos regionales y oportunidades de desarrollo local (Figura 2).



Figura 2. Emprendimiento con la elaboración de toritos de café.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca fomentar una cultura de emprendedurismo.	A público en general.	Primario	Social Económico	Ciencia y Tecnología	Competitividad Comercio	Aplicación de técnicas y conocimientos de procesos para elaboración de productos agrícolas
Procesos	Métodos de elaboración de bebidas a base de café para diversificar ingresos	Productores asociados e independientes	Procesos de investigación e Innovación (I+D+I) Primario	Ambiental			
Innovación sostenible	Desarrollar productos artesanales gourmet que contribuyan a la conservación de reservorios de carbono en las fincas cafetaleras						



Uso de bioestimulantes para mejorar la calidad de las ornamentales

Nadia Issaí, Torres-Flores¹; Fernando Carlos, Gómez-Merino²;
Yolanda Leticia, Fernández-Pavía^{1*}; Libia Iris, Trejo-Téllez^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Edafología. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Recursos Genéticos y Productividad - Fisiología Vegetal. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

* Correspondencia: mapale1@colpos.mx y tlibia@colpos.mx

Problema

La producción de especies ornamentales en México crece cada día y tiene potencial para convertirse en una actividad altamente rentable. El Estado de México concentra la mayor parte de la floricultura mexicana, participando con cerca del 75 % del valor y volumen de producción nacional en 2023-2024. Sin embargo, los sistemas de producción son de baja escala; las superficies oscilan de 0.1 hasta 3 ha en manejo de invernadero o malla sombra, y de entre 0.6 a 6 ha a cielo abierto para plantas de corte. Gran parte de la producción se realiza a campo abierto o con infraestructuras rudimentarias, lo que provoca que enfrenten diversos problemas para su desarrollo; además de carecer de acceso a créditos. Lo anterior se agudiza como consecuencia del cambio climático, debido a que las ornamentales son muy susceptibles a factores de estrés tanto bióticos como abióticos, incluyendo sequía, desbalances nutrimentales, plagas y enfermedades generadas por alta densidad del cultivo, mal manejo de los riegos, exceso o falta de humedad y ausencia de manejo integrado de plagas, que meritan la calidad de los tallos florales.

Solución planteada

En los sistemas de producción de ornamentales a pequeña escala, el manejo nutrimental y la bioestimulación son factores determinantes para el crecimiento, la calidad visual, la vida poscosecha y la resistencia a plagas y enfermedades. La bioestimulación ha cobrado relevancia en la floricultura, ya que permite mejorar procesos fisiológicos clave sin sustituir la nutrición vegetal, favoreciendo que las plantas expresen su potencial productivo, particularmente bajo condiciones de estrés abiótico asociadas al cambio climático, como la escasez de agua y las altas temperaturas.

Bioestimulantes inorgánicos como el fosfito (Phi) y algunos elementos de tierras raras, entre ellos lantano (La),



Cómo citar: Torres-Flores, N. I., Gómez-Merino, F. C., Fernández-Pavía, Y. L., & Trejo-Téllez, L. I. (2026). Uso de bioestimulantes para mejorar la calidad de las ornamentales. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.580>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 17-20.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



praseodimio (Pr) y neodimio (Nd), pueden mejorar los cultivos de lisianthus, boca de dragón, gerbera y alhelíes. Estas especies son ampliamente producidas por pequeños floricultores con acceso limitado a tecnologías, por lo que la aplicación de estas alternativas representa una opción viable para mejorar la calidad y el valor comercial de las flores de corte de manera sostenible.

El anión fosfito (Phi) es fácilmente absorbido por las plantas y puede aplicarse por diferentes vías. Su uso en ornamentales ha mostrado efectos positivos en la estimulación de procesos fisiológicos, como una mayor eficiencia en el transporte de nutrimentos, una mejor absorción de agua y minerales, así como un incremento en la calidad de la flor, reflejado en un mayor número de flores, tallos más firmes y mayor resistencia a factores de estrés biótico y abiótico (Figura 1A-B).

Los elementos de tierras raras actúan como bioestimulantes al mejorar la calidad comercial y prolongar la vida de florero de las ornamentales, efectos que dependen de la concentración, la vía de aplicación y la especie floral. En especies como lisianthus, boca de

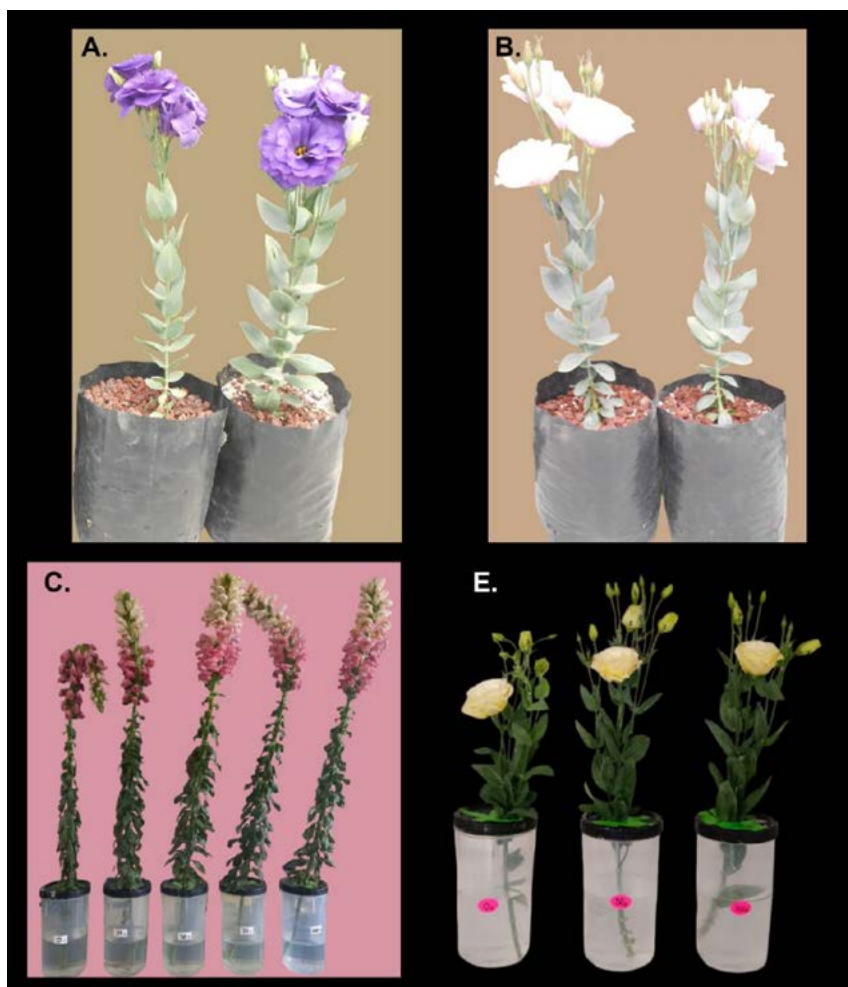


Figura 1. Efectos de los bioestimulantes con fosfito (Phi) en lisianthus Mariachi Blue (A) y Echo Lavanda (B); y de la bioestimulación con praseodimio (Pr) en boca de dragón Opus Rose (C) y lisianthus Mariachi Yellow (D).

dragón, gerbera y alhelíes, estos elementos han mostrado potencial para fortalecer atributos de calidad altamente valorados en la floricultura, contribuyendo a mejorar la competitividad de los sistemas de producción (Figura 1C-D).

Retribución social

La floricultura en Texcoco es una actividad agrícola tradicional bien arraigada y económicamente significativa, especialmente enfocada en especies ornamentales, con mercados locales y regionales importantes. Aunque enfrenta retos de tecnificación y competitividad, posee potencial de crecimiento si se fortalecen las prácticas de producción y comercialización. Por lo anterior, los resultados obtenidos de las investigaciones en las diferentes ornamentales y con los diversos bioestimulantes inorgánicos, constituyen información relevante y nueva que a través de un Manual del uso de Bioestimulantes en Ornamentales estará disponible para los productores de la zona, como parte de una tecnología innovadora que les permita tener acceso a dicha información para poder emplearla en sus sistemas de producción con la finalidad de mejorar la calidad de las ornamentales, favoreciendo su precio de venta. Además, se tiene la disponibilidad para poder hacer la transferencia de la tecnología a través de pláticas con los diferentes grupos de productores de las comunidades productoras de ornamentales del municipio de Texcoco. La producción está concentrada en varias localidades de Texcoco, como Nativitas y Tequexquihuac, con muchos productores organizados en pequeños sistemas productivos tradicionales (Figura 2).









Figura 2. Transferencia de resultados el efecto de bioestimulantes en el cultivo de flores a pequeños productores en comunidades rurales del Estado de México.

Innovación, impacto e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Mejora de las prácticas de manejo en la producción de ornamentales mediante el uso de bioestimulantes inorgánicos para incrementar la calidad comercial de las flores.	Grupos de productores de ornamentales del municipio de Texcoco.	Primario: Agricultura	Social Económico	Ciencia y Tecnología	Mejora de la calidad del producto Competitividad productiva	Aplicación de bioestimulantes inorgánicos para mejorar atributos de calidad en flores de corte.
Innovación sostenible	Uso de bioestimulantes inorgánicos como alternativa de manejo que mejora la calidad de las ornamentales sin incrementar significativamente los insumos ni el impacto ambiental.	Grupos de productores de ornamentales del municipio de Texcoco.	Primario: Agricultura	Social Económico Ambiental	Responsabilidad ambiental	Producción sostenible Valor agregado del producto	Transferencia de prácticas de manejo sostenible para mejorar la rentabilidad de pequeños productores.

La Yurta Hisan en el Pueblo Árabe de Casavegas, Orizaba: Modelo de integración entre turismo temático y comercialización de productos agroalimentarios identitarios

Luis Carlos, Zavala-Rodríguez¹; Juan Cristóbal, Hernández-Arzaba^{1*}; Josafhat, Salinas-Ruiz¹; Juan Valente, Hidalgo-Contreras¹; Sandra N., Leyva-Hernández²; Alba R., Muñoz-Madrid³

¹ Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Programa de Innovación Agroalimentaria Sustentable. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94953.

² Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico del Valle de Etna. Abasolo S/N, Barrio del Agua Buena, Santiago Suchilquitongo, Oaxaca, México. C. P. 68030.

³ Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Av. Álvaro Obregón S/N, Col. Nueva, Mexicali, Baja California, México. C. P. 21100.

* Correspondencia: jc.hernandez@colpos.mx

Cómo citar: Zavala-Rodríguez, L. C., Hernández-Arzaba, J. C., Salinas-Ruiz, J., Hidalgo-Contreras, J. V., Leyva-Hernández, S. N., & Muñoz-Madrid, A. R. (2026). La Yurta Hisan en el Pueblo Árabe de Casavegas, Orizaba: Modelo de integración entre turismo temático y comercialización de productos agroalimentarios identitarios. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.577>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 21-23.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International

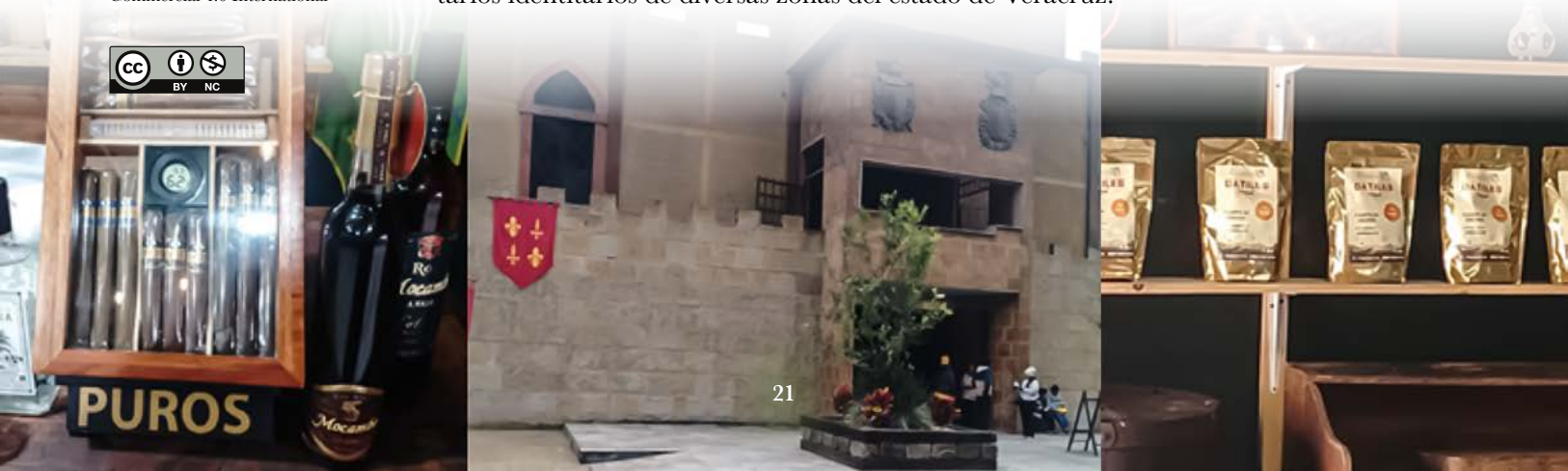
Problema

Uno de los principales desafíos que enfrentan los pequeños productores y emprendedores del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, es la limitada disponibilidad de espacios estratégicos donde puedan comercializar directamente sus productos.

En Veracruz, productos como el tabaco de la región de Los Tuxtlas, el café de altura de Zongolica, la caña de azúcar de la zona centro, el cacao, la miel y cultivos emergentes como el cardamomo, tienen un alto potencial comercial, sin embargo, no es tan sencillo que dichos productos se puedan comercializar en destinos turísticos posicionados, que les permita tener un acercamiento directo con mercados de mayor poder adquisitivo.

Solución propuesta

La Yurta Hisan, ubicada en el pueblo árabe, dentro del complejo turístico Casavegas, surge como una alternativa para solucionar el problema en mención, fungiendo como un espacio que integra un comercio especializado, tradición cultural y productos agroalimentarios identitarios de diversas zonas del estado de Veracruz.



El complejo turístico Casavegas, se localiza en la ciudad de Orizaba (Pueblo Mágico desde septiembre 2015 otorgado por la Secretaría de Turismo), Veracruz, recibiendo todo el año turistas tanto nacionales como internacionales, con un incremento importante en temporadas vacacionales sobresaliendo la temporada decembrina, traduciéndose en una mayor derrama económica.

La Yurta Hisan, inicia operaciones en diciembre del año 2022, comercializando en primera instancia puros elaborados en Orizaba de forma artesanal con materia prima de la región de Los Tuxtlas, destacando al tabaco como producto tradicional del Estado.

A inicios del año 2024, se inicia la comercialización de café de altura, proveniente de la región de Zongolica, siendo este un producto emblemático de La Región de las Altas Montañas. En marzo del mismo año, se suma al tabaco y al café, la comercialización de algunos destilados, principalmente ron fabricado en la ciudad de Córdoba, Veracruz, zona reconocida por su amplia historia cañera, reforzando así, la presencia de productos agro-industriales veracruzanos.

En octubre de 2025 aprovechando la ubicación de la Yurta, en el pueblo árabe dentro de Casavegas, de forma estratégica se amplía la diversificación de productos incorporando desde la Laguna Salada destilado de dátil Rancho Vieyra[®]; y dátil (fruto) del Valle de Mexicali, ambas zonas dentro de los límites geográficos del municipio de Mexicali en el estado de Baja California. Así como también semilla de cardamomo, especia reconocida internacionalmente, por su amplio consumo en la gastronomía de Medio Oriente y Asia.

Para el año 2026 se considera incluir otros productos, como miel, cacao en polvo e higos, combinando productos regionales veracruzanos con insumos estratégicos relacionados con la temática árabe del espacio ocupado por la Yurta.

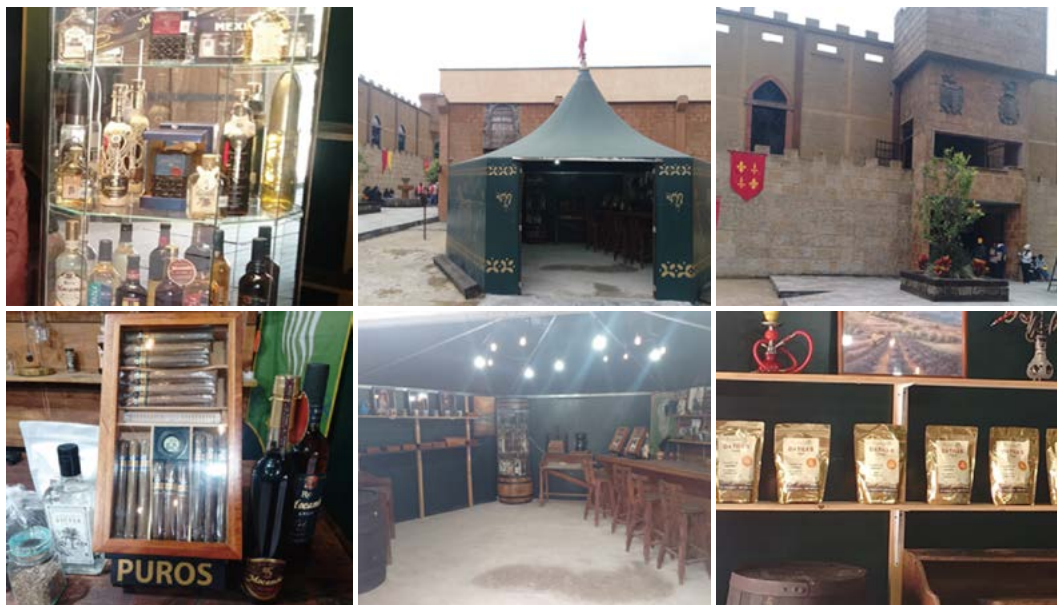


Figura 1. Productos que se comercializan en la Yurta Hisan en el Pueblo Árabe de Casavegas, Orizaba, Veracruz, México.







Retribución social

La Yurta Hisan se consolida como una propuesta innovadora que integra tradición, identidad y una estrategia comercial, en un destino turístico competitivo y consolidado, siendo un modelo potencialmente replicable por otros emprendedores, que busquen combinar desarrollo rural, cultura y comercialización bajo un esquema sostenible y de valor agregado.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas de cultivo que ya existen	Poblaciones en particular: Productores y emprendedores de La Región de las Altas Montañas	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental	Económico Responsabilidad Ambiental	Competitividad	Numero de tesis
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible		Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)	Conocimiento		Recursos Humanos Comercio Generación de empleos Capacitación	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones 1 Número de familias beneficiadas 8 Empresas rurales formadas Empresas formadas Transferencias tecnológicas

Cerumen de abejas sin aguijón (*Scaptotrigona* spp.): propuesta práctica para su manejo, extracción y valorización

Mariana I., Acateca-Hernández¹; Zuemy, Hernández-Nolasco¹
Aleida Selene, Hernández-Cázares¹; Juan Antonio, Pérez-Sato¹
Miguel I., Delgado-Blancas²; Natalia, Real-Luna^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94953.

² Tecnológico Nacional de México Campus Tierra Blanca. Avenida Veracruz S/N, Esq. C. Héroes de Puebla y Pemex, Tierra Blanca, Veracruz, México. C. P. 95180.

* Correspondencia: nreal@colpos.mx

Problema

Las abejas obreras sin aguijón producen el cerumen, el cual es una mezcla de resinas vegetales que recolectan y combinan con cera secretada por glándulas ceríparas que tienen en la parte superior del abdomen. Este cerumen es utilizado por las abejas para la construcción del nido, en las celdas de cría, el involucro que recubre el nido, el tubo de entrada y los potes donde almacenan polen y miel. No obstante, a pesar de la relevancia ecológica, biocultural y funcional que tienen las abejas sin aguijón, el aprovechamiento de los productos de la colonia, como lo es el cerumen, continúa siendo limitado y poco estudiado, particularmente en lo relacionado con inocuidad, manejo, extracción, valorización y las posibles aplicaciones tecnológicas en alimentos. Si bien existe información científica validada sobre la biología de las abejas sin aguijón, composición y función del cerumen, este conocimiento no siempre se encuentra disponible en formatos accesibles ni se difunde adecuadamente a través de plataformas institucionales orientadas a los meliponicultores. La ausencia de procedimientos estandarizados para la cosecha y manejo del cerumen en la meliponicultura puede ocasionar contaminación del material, pérdidas del producto y una disminución de su calidad. Asimismo, la limitada transferencia de conocimiento restringe la adopción de buenas prácticas y reduce las oportunidades de valorización sostenible del cerumen como materia prima.

Solución planteada

Se propone un procedimiento práctico, accesible y reproducible, basado en los principios de las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) aplicados a la extracción y manejo del

Cómo citar: Acateca-Hernández, M. I., Hernández-Nolasco, Z., Hernández-Cázares, A. S., Pérez-Sato, J. A., Delgado-Blancas, M. I., & Real-Luna, N. (2026). Cerumen de abejas sin aguijón (*Scaptotrigona* spp.): propuesta práctica para su manejo, extracción y valorización. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.581>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 25-28.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



cerumen, dirigido a meliponicultores para la correcta obtención de este material a partir de la colonia de abejas sin aguijón del género *Scaptotrigona*, el cual se describe en la Figura 1. Durante todo el proceso de extracción es fundamental utilizar utensilios limpios y secos, así como evitar el contacto del cerumen con superficies sucias o posiblemente contaminadas. La separación adecuada de la miel, el polen y el cerumen contribuye a mejorar la calidad del producto final. Asimismo, la correcta aplicación de las etapas de lavado, secado y almacenamiento permite conservar las propiedades del cerumen y mantener su calidad como materia prima para su aprovechamiento posterior.

La implementación de este procedimiento favorece la obtención de cerumen limpio y de buena calidad, condición indispensable para su uso como materia prima de alto valor. Como se muestra en la Figura 2, el cerumen del género *Scaptotrigona* es un material



Figura 1. Procedimiento propuesto para la extracción y manejo del cerumen de abejas sin aguijón (*Scaptotrigona* spp.) mediante buenas prácticas en meliponicultura.

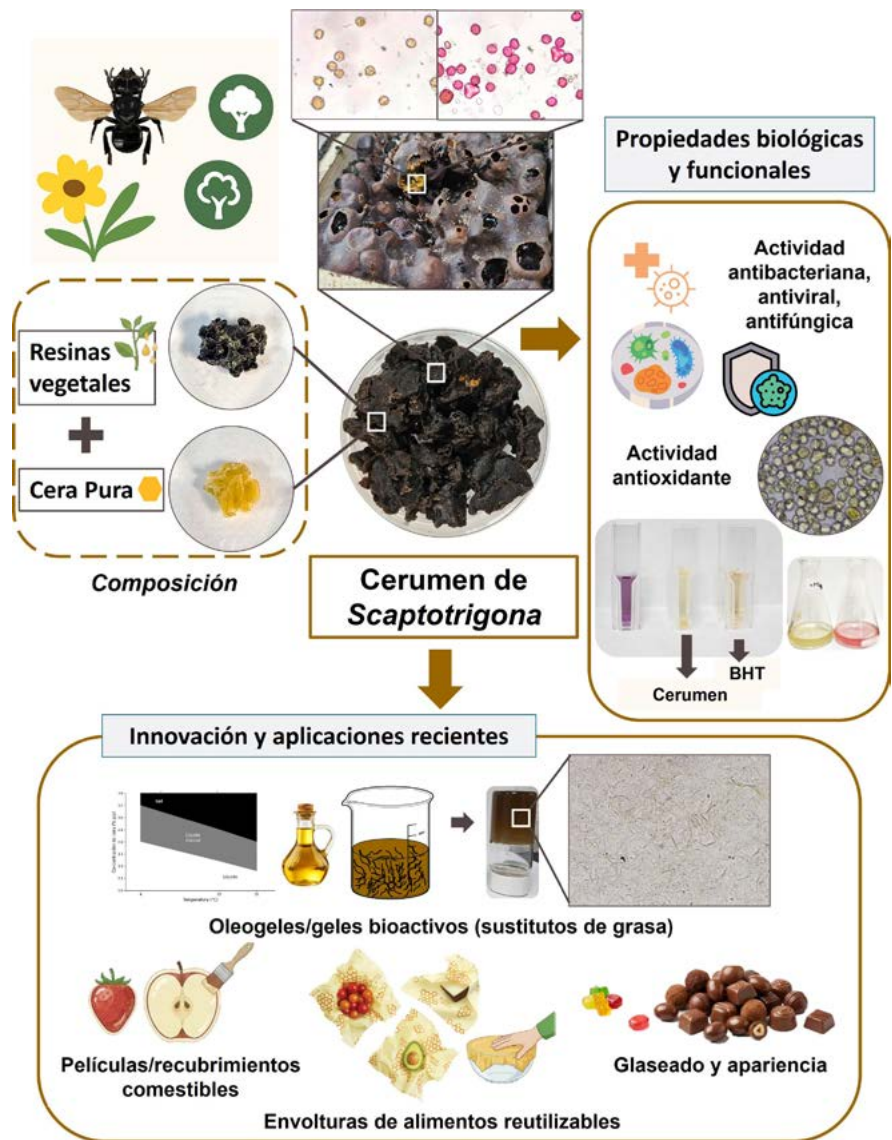


Figura 2. Propiedades biológicas y aplicaciones potenciales del cerumen de abejas sin aguijón (*Scaptotrigona* spp.).

complejo compuesto por cera y resinas vegetales, cuyo manejo y extracción adecuados permiten conservar propiedades biológicas y funcionales, como la actividad antioxidante y antimicrobiana. Estas características abren la posibilidad de su aplicación en el desarrollo de productos innovadores, incluyendo nutraceuticos, alimentos funcionales y diversas aplicaciones tecnológicas, tales como oleogel, geles bioactivos, películas y recubrimientos comestibles, envolturas reutilizables y sistemas para mejorar el glaseado y la apariencia de alimentos. Finalmente, la adopción de principios de BPF en la extracción y manejo del cerumen permite a los meliponicultores rurales aprovechar de manera integral los productos de la colonia, mejorar su calidad y generar oportunidades de valor agregado. Además de fortalecer la valorización del cerumen como materia prima, también se promueven nuevas líneas de investigación y aplicaciones prácticas en el ámbito alimentario, orientadas al

desarrollo de productos con beneficios potenciales para la salud y el bienestar del consumidor, al tiempo que se contribuye a la conservación de estos importantes polinizadores.




Agradecimientos

A las Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC) 1: Eficiencia y sustentabilidad en la producción primaria en sistemas agroalimentarios y LGAC 2: Innovación y desarrollo de procesos agroalimentarios para el bienestar social, así como al proyecto de investigación “Desarrollo de tecnologías alimentarias innovadoras para la valorización del cerumen de abeja sin aguijón (*Scaptotrigona mexicana*)” (CONV_EN-CUSP_2026_25), del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Implementación de un procedimiento práctico y reproducible, basado en Buenas Prácticas de Fabricación, para el manejo y extracción del cerumen de <i>Scaptotrigona</i> .	Meliponicultores y comunidades rurales Sector productivo y académico	Primario: Meliponicultura, procesos productivos Secundario: Transformación agroalimentaria. Desarrollo de productos y servicios para la sociedad	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Responsabilidad Ambiental Desarrollo Económico Salud Pública	Transferencia de conocimiento Mejora en la calidad de la materia prima Conservación de recursos naturales Aprovechamiento integral del cerumen Generación de conocimiento Desarrollo de productos con valor agregado Aplicaciones tecnológicas en alimentos	Transferencias tecnológicas Cursos de capacitación Tesis Publicaciones
Procesos	Mejora del método de obtención del cerumen						
Innovación sostenible	Valorización sostenible del cerumen como materia prima con potencial aplicación en alimentos.						

Floricultura sustentable y resiliente: uso de quitosano y rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en la producción de lisianthus

Tsujmejy, Gómez-Navor¹; Fernando Carlos, Gómez-Merino²; Libia Iris, Trejo-Téllez^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Edafología. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Recursos Genéticos y Productividad - Fisiología Vegetal. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

* Correspondencia: tlibia@colpos.mx

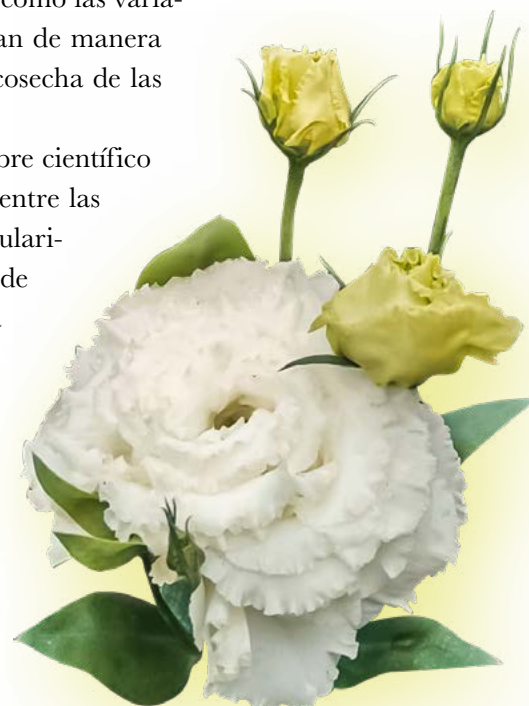
Problema

Actualmente la industria florícola enfrenta grandes desafíos, entre los que destacan el alza en los precios de los insumos, la demanda de sistemas de producción sustentable, y el cambio climático. El uso excesivo de fertilizantes químicos y la aplicación frecuente de diferentes plaguicidas para garantizar la producción de flores de corte generan graves problemas ambientales como contaminación de aguas, degradación de suelos, contaminación del aire, riesgos para la biodiversidad y para la salud humana. Además, los consumidores son cada vez más conscientes y exigen productos florales derivados de sistemas de producción sostenible.

Otro gran desafío está representado por el cambio climático que limita cada vez más la producción florícola. Los fenómenos extremos como las variaciones en la temperatura y la precipitación afectan de manera negativa el rendimiento, la calidad y la vida poscosecha de las flores de corte.

De manera particular, el lisianthus, cuyo nombre científico es *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery, se ubica entre las diez flores de corte más comercializadas. Su popularidad radica en sus flores vistosas y amplia gama de colores, excelente vida poscosecha y la presencia de tallos multiflor (Figura 1a).

En esta especie, temperaturas que rebasan los 25 °C durante un periodo de 34 a 74 días posteriores a la siembra inducen la formación de rosetas en casi todos los cultivares comerciales. Se considera que, cuando la planta ha desarrollado cinco pares de hojas y no se observa la emisión del escapo floral, es que ya



Cómo citar: Gómez-Navor, T., Gómez-Merino, F. C., & Trejo-Téllez, L. I. (2026). Floricultura sustentable y resiliente: uso de quitosano y rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en la producción de lisianthus. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.582>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1), Enero-Febrero, 2026. pp: 29-32.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



se formó la roseta (Figura 1b). En contraste, en la Figura 1c se observa una planta sin arrosetamiento, caracterizada por la presencia de un tallo central bien definido.

Aunque las plantas con rosetas suelen empezar a crecer con el tiempo tras la aplicación de ácido giberélico, la calidad del tallo suele verse reducida, y es importante destacar que la calidad comercial del lisianthus depende directamente del tamaño de flor, longitud de tallo y la cantidad de botones florales: entre mayores sean estos atributos, el tallo floral es considerado de mejor calidad.

Solución planteada

Actualmente los bioestimulantes están tomando un gran auge como estrategias para promover la producción agrícola sostenible y resiliente, pues su aplicación mejora la producción y calidad de los cultivos al optimizar la eficiencia del uso de los nutrientes y detonar diversos mecanismos que fortalecen la tolerancia frente a factores de estrés. Dentro de las siete categorías de bioestimulantes actualmente definidas, se encuentra el quitosano y las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

El quitosano es un biopolímero catiónico lineal, derivado de la desacetilación de la quitina, compuesto por subunidades de N-acetil-D-glucosamina y D-glucosamina unidos por enlaces glucosídicos. La quitina por otra parte, es un polisacárido que consiste en unidades de N-acetil-D-glucosamina, y representa el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza. Se encuentra de manera natural predominantemente en las paredes celulares de los hongos, y en los exoesqueletos de crustáceos e insectos.

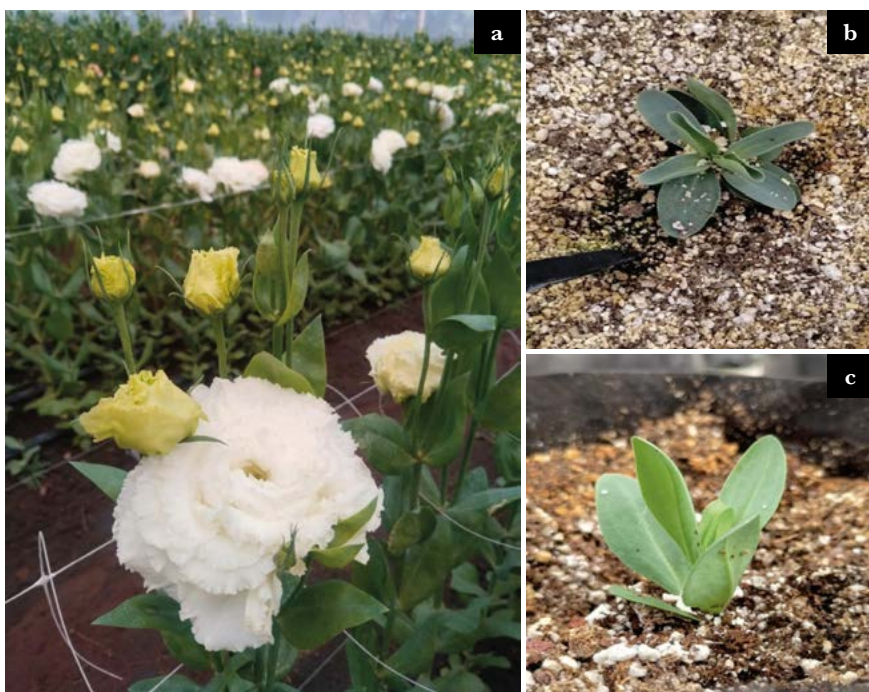


Figura 1. Cultivo de lisianthus variedad Corelli Sugoi 2 White en suelo (a). Formación de roseta en lisianthus variedad Mariachi Blue (b). Planta de lisianthus variedad Mariachi Blue sin roseta y en etapa de crecimiento vegetativo (c).

El quitosano es considerado un elicitador natural (molécula capaz de inducir sistemas de defensa en la planta), utilizado para estimular el crecimiento de las plantas e inducir su defensa. Actúa modulando la expresión de genes vinculados al transporte y asimilación de algunos nutrientes, optimizando la absorción y el equilibrio iónico. Además, el quitosano puede mejorar la eficiencia del sistema fotosintético, metabolismo del carbono, potenciar la actividad de enzimas antioxidantes y la síntesis de metabolitos primarios y secundarios. En la Figura 2 se mencionan los beneficios de su aplicación.

Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RBPCV) son bacterias benéficas que habitan en la rizosfera, ya sea dentro de las raíces de la planta (bacterias endófitas) o cubriendo el exterior de las raíces (bacterias ectófitas). Estas bacterias favorecen el crecimiento y tolerancia de las plantas a diversos factores de estrés, a través de varios mecanismos como fijación de nitrógeno, solubilización de nutrientes, producción de fitohormonas, o control de algunos patógenos.

El uso de las RBPCV en la horticultura ornamental resulta de gran relevancia, ya que puede contribuir a reducir la aplicación de fertilizantes químicos, principalmente nitrogenados, que en su gran mayoría son los de mayor demanda en el cultivo de flores de corte; a su vez, estos fertilizantes son de los principales contribuyentes a las emisiones de gases de efecto invernadero principalmente óxido nítrico, dióxido de carbono y metano.

Estos microorganismos pueden mejorar la tolerancia frente a condiciones de estrés biótico y abiótico mediante la producción o modulación de hormonas vegetales como citoquininas y ácido abscísico, osmolitos, exopolisacáridos, metabolitos secundarios y enzimas, así como la regulación positiva de genes relacionados con el estrés.

La aplicación de RBPCV pueden mejorar parámetros de crecimiento y de calidad de *lisianthus* (Figura 3) incluidos la altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, número de hojas, biomasa aérea. Además, estos microorganismos pueden influir en la regulación del tiempo de floración, tamaño y número de botones florales.

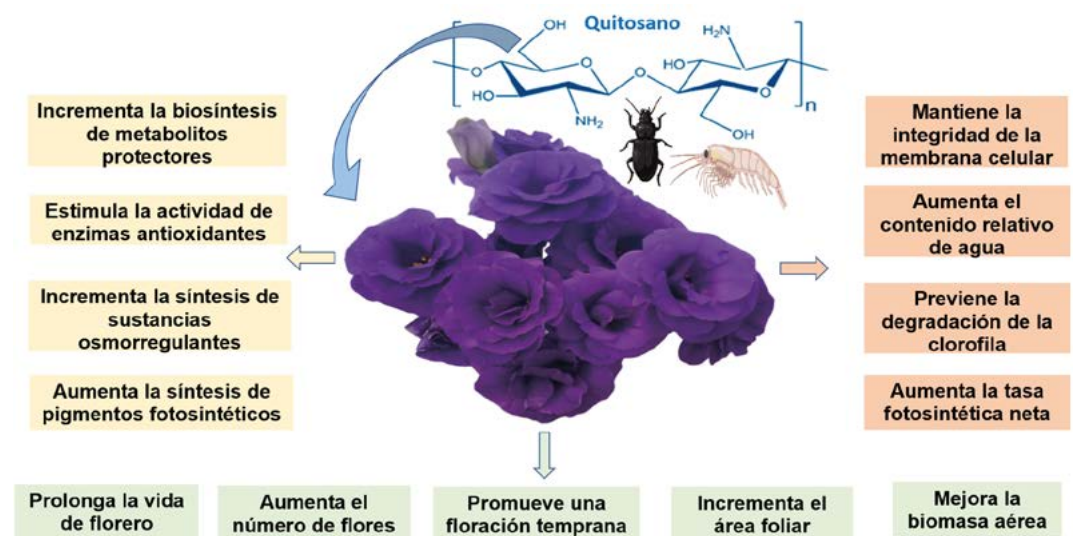


Figura 2. Respuestas bioquímicas (izquierda en naranja), fisiológicas (derecha en amarillo) y agronómicas (parte inferior en verde) de la aplicación de quitosano en plantas ornamentales.



Figura 3. Efecto de la aplicación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en los parámetros de calidad de lisianthus variedad Mariachi Blue a los 149 días después de la siembra. AD: Agua destilada estéril, C48: *Acinetobacter vivianii*, C56: *Achromobacter xylosoxidans*.








Retribución social

El conocimiento generado a través del empleo de bioestimulantes a base de quitosano y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de lisianthus pretende ofrecer nuevas alternativas de producción en el cultivo de las flores de corte para hacer frente a las problemáticas ambientales como la degradación de los suelos producto del uso intensivo de fertilizantes químicos. Además, estas nuevas estrategias de producción son alternativas sustentables, de largo plazo, que pueden contribuir a reducir costos de producción destinados a los fertilizantes químicos y mejorar la resiliencia de las plantas frente a factores de estrés.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Incorporar de manera gradual y complementaria el uso de bioestimulantes a base de quitosano y RBPCV, demostrando incremento en la calidad y rendimiento con menor uso de insumo	Asociaciones de productores Productores independientes Comunidades agrarias dedicadas a la producción de flores de corte	Primario: Agricultura, Florícola Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)	Social Económico Ambiental Científico	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Comercio Valor agregado del producto Producción sostenible Capacitación técnica	Transferencias tecnológicas Reducción del costo de insumos e impacto económico Reducción del uso de insumos e impacto ambiental
Innovación sostenible	Producción sostenible y resiliente con la mejora en los procesos fisiológicos y bioquímicos Mayor calidad de producto con menor uso de insumos		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				

Hamburguesas híbridas con moringa: una alternativa nutritiva y sostenible para el hogar

Gema, Morales-Olán¹ ; María Antonieta, Ríos-Corripio² ; Marcela, Rangel-Marrón³ ; Pedro, Moreno-Zárate⁴ ; Rafael, Valenzuela-Rodríguez⁵ ; Filiberto, Rosas López¹ ; Aleida Selene, Hernández-Cázares^{1*} 

¹ Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Programa de Innovación Agroalimentaria Sustentable. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94953.

² SECIHTI-Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94953.

³ Universidad Autónoma del Carmen. Facultad de Química. Calle 56 No.4 Esq. Avenida Concordia, Col. Benito Juárez, Ciudad del Carmen, Campeche, México. C. P. 24180.

⁴ Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Luis Enrique Erro No. 1, Tonantzintla, Puebla, México. C. P. 72840.

⁵ Tecnológico Nacional de México Campus Comalcalco. Carretera Vecinal Comalcalco-Paraíso km 2, Comalcalco, Tabasco, México. C. P. 86651.

* Correspondencia: aleyse@colpos.mx

Problema

Los productos cárnicos procesados, como los embutidos, incluidas las salchichas y las hamburguesas, forman parte importante de la alimentación cotidiana de muchas familias mexicanas debido a su practicidad, bajo costo y amplia aceptación cultural. No obstante, estos alimentos suelen presentar un alto contenido de grasas saturadas y sodio; por ello, su consumo frecuente se ha asociado con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, obesidad y otros padecimientos relacionados con la dieta. Por otro lado, la producción de carne requiere un uso intensivo de recursos naturales, como agua, energía y suelo, además de generar impactos negativos en el medio ambiente, lo que representa un desafío en términos de sostenibilidad. Aunque existen recomendaciones orientadas a reducir el consumo de carne, la modificación de los hábitos alimentarios resulta compleja, dado que estos productos forman parte de las preferencias y tradiciones culinarias. En este contexto, es necesario desarrollar alternativas que permitan reformular los productos cárnicos tradicionales de alto consumo, como las hamburguesas, con la finalidad de mejorar su perfil nutricional y, potencialmente, reducir su impacto ambiental, sin alterar de forma drástica los hábitos alimentarios de la población.

Solución planteada

Ante esta problemática, los productos cárnicos híbridos surgen como una alternativa viable e innovadora, ya que combinan carne con ingredientes de origen vegetal,

Cómo citar: Morales-Olán, G., Ríos-Corripio, M. A., Rangel-Marrón, M., Moreno-Zárate, P., Valenzuela-Rodríguez, R., Rosas López, F., & Hernández-Cázares, A. S. (2026). Hamburguesas híbridas con moringa: una alternativa nutritiva y sostenible para el hogar. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.583>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 33-35.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



principalmente proteínas vegetales, lo que permite reducir el contenido de grasa, mejorar el valor nutricional y disminuir el consumo total de carne. Esta estrategia busca mantener las características sensoriales de los productos cárnicos tradicionales, al tiempo que incorpora beneficios nutricionales y ambientales. En el Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, dentro del Laboratorio de Ciencias de los Alimentos, se propone una metodología sencilla, de bajo costo y de fácil aplicación en el ámbito doméstico para la elaboración de hamburguesas híbridas bajas en grasa, utilizando harina de hojas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) como ingrediente funcional. Las hojas de moringa fueron seleccionadas por su alto contenido de fibra dietaria, proteínas, minerales y compuestos bioactivos con capacidad antioxidante, los cuales contribuyen a mejorar el perfil nutrimental del producto final. Además, es un cultivo que se ha adaptado a diversas regiones de México, lo que lo convierte en una opción accesible, sostenible y viable para su incorporación en alimentos de consumo cotidiano. El procedimiento inicia con la obtención de la harina de las hojas de moringa. Para ello, las hojas se recolectan, se lavan con agua potable y se secan a temperatura controlada o a la sombra, con el fin de preservar sus compuestos bioactivos. Posteriormente, se muelen hasta obtener un polvo fino y homogéneo, el cual puede almacenarse en un recipiente hermético para su posterior uso. Como referencia, una hamburguesa tradicional se elabora principalmente a partir de carne molida y grasa, sin la incorporación de ingredientes de origen vegetal que sustituyan o modifiquen alguno de sus componentes. En la elaboración de las hamburguesas híbridas, se sustituye el 10% de la grasa de cerdo por harina de las hojas de moringa previamente hidratada, lo que permite reducir el contenido de grasa total e incrementar el aporte de fibra y proteína vegetal en el alimento. Para preparar 500 g de la hamburguesa híbrida (Figura 1), se disuelven 6.5 g de la harina de las hojas de moringa en 45 mL de agua potable. Esta mezcla se incorpora de manera uniforme a 383 g de carne molida de res y 61 g de grasa de cerdo, asegurando



Figura 1. Proceso de elaboración de las hamburguesas híbridas con hojas de la moringa.

una adecuada integración de los ingredientes. Posteriormente, se forman las porciones de hamburguesa y se procede a cocción, hasta alcanzar una temperatura interna de 71 °C. El contenido energético de la hamburguesa tradicional es de aproximadamente 169.39 kcal/100 g, mientras que el de la hamburguesa híbrida con moringa es de 154.25 kcal/100 g. Aunque la reducción calórica es moderada, la mejora nutricional resulta relevante, ya que se trata de hamburguesas con un menor contenido de grasa y con un mayor aporte de fibra dietaria y de compuestos antioxidantes. La adición de harina de moringa puede proporcionar beneficios potenciales a la salud, su contenido de fibra contribuye a mejorar el tránsito intestinal, mientras que el aumento en proteínas y minerales favorece el enriquecimiento nutricional del producto.

Asimismo, la presencia de compuestos con capacidad antioxidante en la harina de hojas de moringa puede ayudar a reducir el estrés oxidativo, lo que podría contribuir a disminuir el riesgo de enfermedades asociadas al consumo excesivo de grasas saturadas. En conjunto, esta propuesta representa una estrategia práctica, replicable y sostenible para la elaboración de productos cárnicos más saludables, promoviendo el aprovechamiento de ingredientes vegetales funcionales y fomentando hábitos alimentarios más saludables y sostenibles, sin sacrificar la aceptación y el consumo de alimentos tradicionalmente arraigados en la dieta cotidiana.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Mejora un producto y un proceso ya existente, sin introducir un cambio radical ni una tecnología completamente nueva.	Asociaciones de Productores, Productores independientes, Comunidades rurales, población vulnerable y Poblaciones en particular	Primario: Agricultura, Ganadería, Explotación forestal Secundario: Agroindustria Cuaternario: Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I).	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Comercio Generación de empleos Capacitación	Empresas rurales formadas Transferencias tecnológicas Desarrollo de productos y servicios para la sociedad Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico Reducción de mortalidad
Procesos	Introduce mejoras técnicas y operativas en la forma de elaborar un producto existente.						
Modelo de negocio	Ofrece un producto saludable y sostenible, de fácil elaboración y con alta aceptación comercial.						
Innovación sostenible	Promueve sistemas alimentarios sostenibles alineados con la salud y la producción responsable.						

El vanadio mejora la emergencia y el crecimiento inicial de la caña de azúcar

Víctor Hugo, Carbajal-Vázquez¹; Fernando Carlos, Gómez-Merino^{1*}
 Libia Iris, Trejo-Téllez^{1,2}; Juan Valente, Hidalgo-Contreras³

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Recursos Genéticos y Productividad - Fisiología Vegetal. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México C. P. 56264.

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Edafología. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

³ Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Programa de Innovación Agroalimentaria Sustentable. Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94953.

* Correspondencia: fernandg@colpos.mx

Problema

En México, la producción de caña de azúcar enfrenta una problemática estructural derivada de su alta dependencia de un número limitado de cultivares comerciales. El sistema productivo nacional se sustenta principalmente en cuatro materiales genéticos: CP 72-2086, Mex 69-290, Mex 79-431 e ITV 92-1424. Destaca el cultivar CP 72-2086, originado del cruzamiento CP 62-374 × CP 63-588, el cual ocupa aproximadamente 36% de la superficie cultivada en el país, lo que evidencia una marcada concentración varietal. Esta reducida diversidad genética incrementa la vulnerabilidad del sistema productivo de la caña de azúcar frente a factores de estrés abiótico, ya que una respuesta fisiológica homogénea puede amplificar los efectos negativos de dichos agentes. En consecuencia, la dependencia de pocos genotipos puede traducirse en pérdidas de rendimiento y en una limitada capacidad de adaptación a condiciones ambientales adversas.

A ello se suma que, pese a su elevada relevancia agrícola, económica y social, la caña de azúcar adopta de forma limitada tecnologías innovadoras, como el uso de bioestimulantes inorgánicos. Estas limitaciones se ven agravadas por el cambio climático, que impacta directamente la productividad del cultivo a través de variaciones en temperaturas y precipitación pluvial.

Solución planteada

Se evaluó el efecto del vanadio (V) como bioestimulante en la emergencia y el crecimiento inicial de la caña de azúcar cv. CP 72-2086. Las yemas se sometieron a diferentes

Cómo citar: Carbajal-Vázquez, V. H., Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., & Hidalgo-Contreras, J. V. (2026). El vanadio mejora la emergencia y el crecimiento inicial de la caña de azúcar. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.584>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 37-39.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



concentraciones de V (0, 15 y 30 mM) y se establecieron en macetas con sustrato bajo condiciones de invernadero (Figura 1).

Durante 30 días se registró la emergencia de yemas y se calcularon el porcentaje y la velocidad de emergencia. A los 60 días se evaluaron variables de crecimiento como altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

El V incrementó el porcentaje de emergencia de yemas, lo que indica que un mayor número logró brotar y establecerse. Asimismo, aumentó la velocidad de emergencia, lo que sugiere plántulas más vigorosas. También se observó una tendencia positiva del V en la altura de planta, el diámetro de tallo y el número de hojas (Figura 2).



Figura 1. Yema de caña de azúcar en una maceta con tezontle y turba (mezcla 1/1 v/v).

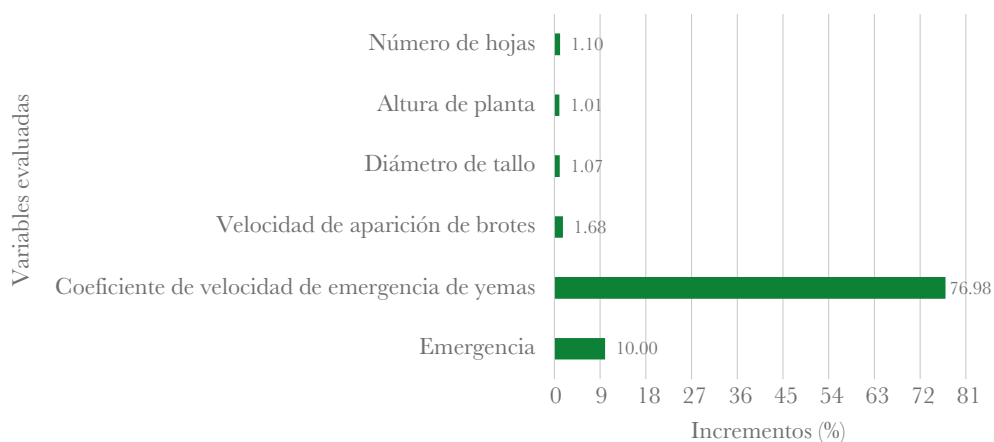


Figura 2. Incremento porcentual en las variables evaluadas en caña de azúcar con el tratamiento $15 \mu\text{M V}$ en comparación con el testigo sin vanadio.

Retribución social

En el presente estudio, la aplicación de 15 μM V como bioestimulante incrementó los parámetros de emergencia de yemas y mostró una tendencia a mejorar las variables de crecimiento. Estos efectos se reflejan en un mayor vigor y mejor establecimiento del cultivo, con una emergencia más rápida y uniforme. En conjunto, los resultados indican que el uso de V como bioestimulante en la producción de caña de azúcar podría constituir una herramienta complementaria para optimizar la productividad del cultivo.






Innovación, impactos e indicadores

El vanadio puede resultar tóxico en altas concentraciones; sin embargo, en dosis bajas mostró efectos benéficos en la brotación y el crecimiento inicial de la caña de azúcar cv. CP 72-2086. Estos resultados indican que su aplicación controlada puede mejorar el establecimiento del cultivo y su desarrollo temprano, con impactos potenciales en la productividad del sistema.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Aplicación de vanadio en bajas concentraciones como bioestimulante para mejorar la emergencia y el crecimiento inicial de la caña de azúcar	Productores de caña de azúcar y técnicos agrícolas	Primario: Agricultura Secundario: Agroindustria	Económico, Social, Ambiental	Ciencia y Tecnología	Establecimiento del cultivo Vigor inicial	Incremento en emergencia y crecimiento temprano
Innovación sostenible	Alternativa de manejo que mejora el establecimiento del cultivo sin aumentar significativamente los insumos	Productores y asociaciones cañeras	Primario: Agricultura	Económico, Ambiental	Producción sostenible	Uso eficiente de bioestimulantes	Manejo sostenible del cultivo

Propagación de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar Biloxi por esquejes

Daniel, Ortega-Encarnación¹; Manuel, Sandoval-Villa^{1*}
 María Guadalupe, Peralta-Sánchez¹; César, San Martín-Hernández¹
 Gregorio, Arellano-Ostoa²

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Edafología. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Recursos Genéticos y Productividad - Fruticultura. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

* Correspondencia: msandoval@colpos.mx

Problema

En los últimos años, el cultivo de arándano en México ha incrementado la superficie cultivada, debido a la alta demanda del fruto en el mundo por sus propiedades alimenticias y nutraceuticas. Nuestro país se ha convertido en el quinto mayor productor de esta frutilla, siendo Jalisco, Sinaloa, Michoacán, Baja California y Guanajuato las entidades federativas que aportan el 95% de la producción nacional. Una de las problemáticas que tiene esta especie es su propagación, dado que es una especie de difícil enraizamiento. Para los productores es difícil conseguir planta a un costo accesible, además que no se tiene un protocolo libre al público para propagar esta especie de forma sencilla y sin complicaciones.

La propagación vegetativa (enraizamiento de esquejes) de arándano, depende de una formación eficiente de raíces adventicias en los esquejes. Para tener éxito en el enraizamiento se deben controlar diversos factores como lo son: reguladores de crecimiento, tipo de sustrato, nutrición, condición fisiológica de la planta madre, tipo de esqueje, época de enraizamiento, condiciones climáticas.

Se ha demostrado que los reguladores de crecimiento tienen efectos positivos en la formación de raíces adventicias, y su efecto dependerá del tipo de regulador y su concentración. El tipo de sustrato es otro factor importante a considerar: se debe utilizar un medio de enraizamiento esterilizado (libre de hongos y bacterias), poroso, con buen drenaje, para evitar tener problemas de fitopatógenos, también es fundamental considerar la aireación, dado que las raíces lo requieren para su función respiratoria.

Las plantas donadoras de esquejes deben estar sanas, bien nutridas, libres de plagas y en-



Cómo citar: Ortega-Encarnación, D., Sandoval-Villa, M., Peralta-Sánchez, M. G., San Martín-Hernández, C., & Arellano-Ostoa, G. (2026). Propagación de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar Biloxi por esquejes. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.585>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 41-45.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



fermedades. Para lograr este objetivo es importante realizar un manejo adecuado de la planta madre. Una formación eficiente de raíces adventicias de los esquejes a enraizar, depende del estado nutricional de la planta madre, tanto en minerales, como de carbohidratos. Debido a que no se tiene un protocolo libre para los productores, se planteó el objetivo de elaborar un protocolo de enraizamiento de esquejes para un programa de plantaciones clonales de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar Biloxi.

Solución planteada

Se realizó una investigación aplicada, con una serie de experimentos para lograr optimizar un protocolo con éxito de enraizamiento en esquejes de arándano cultivar Biloxi. A continuación, se describe el protocolo final.

1. Nutrición y manejo de la planta madre (donadoras de esquejes): la solución nutritiva que se utilizó para nutrir a las plantas madre se elaboró con base en la solución universal Steiner, la cual se modificó al dosificar el nitrógeno, se mantuvo a una concentración del 50 % respecto a la original en una relación 75/25 en $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$.
2. Poda de regeneración y formación: después de recibir una nutrición constante durante dos meses las plantas fueron podadas, esto con la finalidad de que tuvieran reservas acumuladas.
3. A los tres meses después de poda se seleccionaron los explantes, con las siguientes características: esquejes semilignificados, tomados de la parte apical, cuando el crecimiento se ha detenido y las hojas están maduras, grosor de 2-3 mm, longitud de 5-6 cm (teniendo de 2-3 yemas) (Figura 1).
4. Todos los esquejes que se utilizaron se desinfectaron en una solución de Manzate[®] (Mancozeb 80 %) 2 g por litro, por 1 minuto.
5. El sustrato para enraizar los esquejes y su aclimatización estuvo constituido por turba y perlita en proporción porcentual de 50:50 con base en volumen, previamente el sustrato fue esterilizado tres veces en autoclave a 120 °C, 15 PSI por 3 horas, con intervalos de 24 horas.



Figura 1. Esqueje seleccionado de la planta madre. a) esqueje cortado sin tratar, b) esqueje listo para enraizar.

6. Se construyeron cámaras de enraizamiento, con control de temperatura y humedad relativa, para generar condiciones adecuadas para la propagación, temperatura en el sustrato cercana a 32 °C y humedad relativa en el intervalo de 85 a 95%. Los esquejes deben estar bajo nebulización intermitente, con tiempos programados de 1 minuto cada hora, en total 12 eventos durante el día (Figura 2).
7. Tratamiento de los esquejes con regulador de crecimiento: se recomienda usar ácido indolbutírico (Radix[®] 10 000) en un rango de 2000 y 3000 miligramos por litro, para preparar el tratamiento de ácido indolbutírico se mezcla con talco natural (Johnson's[®]), con base al volumen de acuerdo a la concentración deseada, por ejemplo, si se quiere una concentración de 2000 miligramos por litro de ácido indolbutírico, se utiliza una relación de 2:8, dos partes de Radix[®] 10 000 y ocho partes de talco natural. El explante se sumerge 1 centímetro de la base por 3 segundos y se coloca en el sustrato de enraizamiento (Figura 3).
8. Una vez establecido el medio de enraizamiento (charola con sustrato) se sugiere realizar el manejo preventivo de hongos fitopatógenos con fungicidas como Manzate[®] (Mancozeb 80 %) 2 g por litro o Captan 50 WP[®] (Captan 50 %) 2 g por litro, en intervalos de 15 días.
9. Después de 90 días de establecimiento, se tienen esquejes enraizados, listos para su aclimatización (Figura 4).

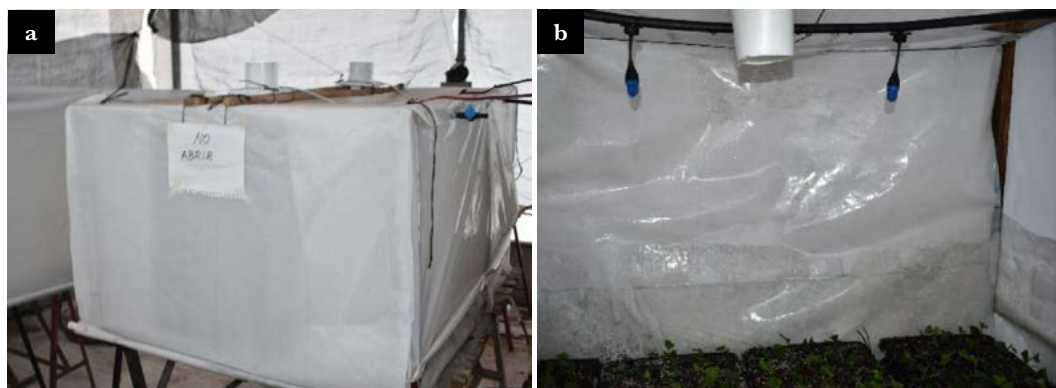


Figura 2. Cámara de enraizamiento. a) parte exterior de la cámara, b) parte interna de la cámara.



Figura 3. Esquejes establecidos para enraizar.

10. Los esquejes enraizados se aclimatizan en charolas de poliestireno (cónicas de 77 cavidades de 160 centímetros cúbicos) forradas con bolsas de plástico, gradualmente cada 5 días se fueron perforando las bolsas hasta quedar las plántulas totalmente libres al ambiente (Figura 5). Al momento de perforar las bolsas, se requiere agua, se aplica una ligera nebulización con un atomizador.
11. Una vez aclimatizadas se trasplantan en macetas de 1 litro en una mezcla de sustrato de turba y perlita en una proporción porcentual 50:50 % con base en volumen, al momento de trasplantar los esquejes enraizados, se deben de tratar con algún fungicida como Cercobin[®] M (tiofanato metílico) 1.5 g por litro (Figura 6).

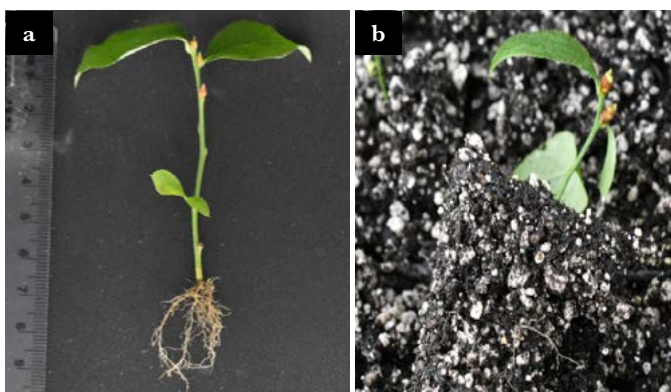


Figura 4. Esqueje enraizado. a) desarrollo radical, b) plántula lista para aclimatización.

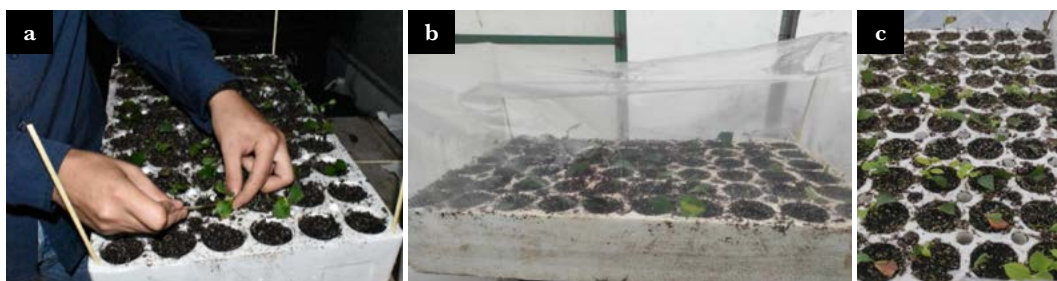


Figura 5. Aclimatización de plántulas de arándano variedad Biloxi. a) trasplante de esqueje enraizado, b) cámara de aclimatización, c) plántulas aclimatizadas.



Figura 6. Plantas establecidas en maceta. a) planta de 6 meses, b) planta con crecimiento radical completo, c) plantas establecidas en invernadero de 7 meses.

Siguiendo este protocolo se puede tener éxito en el enraizamiento de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar Biloxi, logrando hasta un 80% de enraizamiento.

Retribución social

Propagar plantas de arándano por medio de enraizamiento de esquejes en invernadero o campo es una opción para los productores, ya que permite obtener planta de calidad, tiene diversas ventajas en las que se destacan: obtención de plantas clonales o idénticas a las plantas madres. El método es económico, no se requiere herramienta especializada para realizar la propagación, herramientas necesarias fácil de conseguir, se puede obtener planta en corto tiempo (siete meses lista para trasplante en campo), no existe problemas de incompatibilidad con porta injertos, la planta que se obtiene es uniforme, la técnica de propagación puede ser replicable por productores siempre y cuando reciban la capacitación adecuada, fabricando cámaras de enraizamiento se puede tener control de temperatura, humedad relativa y luminosidad, nutrición, control de plagas y enfermedades, de esta forma se incrementa el porcentaje de enraizamiento.

El protocolo generado es replicable y puede ser aplicado por los productores interesados en la producción de arándano variedad Biloxi.

Impacto e indicadores

Para que la producción de frutos de arándano sea rentable, en primer lugar, se requiere obtener planta sana y productiva, acondicionar el suelo o sustrato, llevar a cabo fertilización y podas. Para los pequeños productores, la venta de arándano se puede considerar un ingreso adicional. Esto porque el precio de los frutos es de aproximadamente \$1500 (mil quinientos pesos mexicanos) por kilogramo del productor al comercializador. En caso de que el pequeño productor no lo pueda colocar en un mercado selecto, puede consumirlo y obtener los beneficios de un alimento funcional, así como comercializarlo entre los habitantes de su localidad. La venta de plántula puede representar otro ingreso: al menudeo el precio de cada planta varía de \$50 a \$100, dependiendo de la calidad. El indicador directo son ingresos adicionales por la venta de plántula de arándano sobre el ingreso sin considerar la venta de las mismas.

Se sugiere realizar una evaluación de los gastos generados para llevar a cabo el protocolo desarrollado en diferentes comunidades, estudios de mercado, análisis, de esta forma identificar los costos por unidad y determinar la cantidad de plántulas a producir.

Innovación, impacto e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador general de políticas públicas	Indicadores específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Generación de protocolo de enraizamiento de esquejes para un programa de plantaciones clonales de arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) cultivar Biloxi.	Productores	Agrícola	Agrícola económico	Precio de plántula comercial/precio de plántula por explante	Económica	Número de explantes enraizados/número de explantes por lote. Impacto económico en los productores o comunidad

Exclusión del apacentamiento como estrategia de reconversión del pastizal calcifilo en el sureste de Coahuila, México

Lilith Contreras-Olivar¹; Juan A. Encina Domínguez^{1*}; José A. Hernández-Herrera¹; Aarón Sandoval- Martínez²; José Javier Ochoa-Espinoza¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro, Buenavista, Saltillo; Coahuila. C.P. 25315.

² Protección de la Fauna Mexicana A.C. Emilio Castelar, Zona Centro, Saltillo; Coahuila. C.P. 25000.

* Autor por correspondencia: jaencinad@gmail.com

Problema

Los pastizales en Norteamérica se distribuyen desde el sur de Canadá hasta el centro de México y están dominados por especies de zacates con escasos arbustos esparcidos. En el estado de Coahuila los pastizales representan alrededor del uno por ciento de la superficie estatal. En las zonas semiáridas del noreste de México, los pastizales naturales constituyen una importante fuente económica y de provisión de forraje para el sustento de la ganadería extensiva. Esta vegetación, se localiza dentro de terrenos de propiedad ejidal, donde se practica el apacentamiento del ganado bovino, equino y caprino sin un esquema de pastoreo ordenado. Debido a la falta de un sistema planificado de manejo del apacentamiento, se han generado alteraciones en la composición vegetal del pastizal, observando disminución en la presencia de especies forrajeras deseables, tales como *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths, *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. y *Achnatherum editorum* (E. Fourn.) Valdés-Reyna & Barkworth, caracterizadas por su gustosidad y valor nutritivo. Estas especies han sido sustituidas progresivamente por arbustos y hierbas perennes de baja gustosidad como *Mimosa biuncifera* Benth. y *Zinnia acerosa* (DC.) A. Gray, así como por especies de tipo ruderal oportunista como *Salvia reflexa* Hornem., *Solanum elaeagnifolium* Cav. y *Machaeranthera pinnatifida* (Hook.) Shinnery, cuya proliferación está asociada a la degradación del hábitat, compactación del suelo y disturbios recurrentes. Este remplazo suele recurrir como respuesta a la presión de pastoreo continuo, que favorece a especies menos apetecibles para el ganado y con mayor capacidad de colonizar espacios abiertos tras el disturbio.

Cómo citar: Contreras Olivar, L., Encina Domínguez, J. A., Hernández Herrera, J. A., Ochoa Espinoza, J. J., & Sandoval Martínez, A. (2026). Exclusión del apacentamiento como estrategia de reconversión del pastizal calcifilo en el sureste de Coahuila, México. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.484>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 47-50.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Figura 1. Pastizal calcifilo con apacentamiento extensivo de ganado bovino en el sureste de Coahuila.

Solución planteada

El establecimiento de áreas de exclusión es una estrategia de rehabilitación y consiste en seleccionar áreas del agostadero dónde se evidencia sobre apacentamiento y de esta forma someterlas a descanso al impedir el acceso de ganado por un periodo de tiempo suficiente para promover la recuperación de la cubierta vegetal y el crecimiento de raíces en beneficios de la mejora en la estabilidad del suelo. Las prácticas de manejo como la exclusión del ganado y la rotación del pastoreo contribuyen a restaurar la cubierta vegetal en los pastizales. Para estudiar el efecto de la exclusión en pastizales degradados con apacentamiento continuo, se instaló una exclusión de 250 ha⁻¹ delimitada con cerco de alambre de púa, en las que se ha restringido el acceso del ganado por al menos los últimos dos años. Con esta actividad se promueve la recuperación de la comunidad original de plantas a través del incremento de la cobertura vegetal, un aumento en la diversidad de especies y mejoría en las propiedades físicas y químicas del suelo.

Elementos clave para la instalación de una parcela de exclusión (Figura 2).

- Ubicación estratégica: Inicialmente se debe hacer una evaluación del predio para seleccionar áreas con alto grado de degradación o valor ecológico.
- Tamaño adecuado y tipo de cercado: Se recomienda comenzar con superficies mínimas de 1.0 ha⁻¹, según la extensión del predio. Para el tipo de cerca se pueden diferentes materiales como postes (metálicos o de madera), alambre de púa, cercos eléctricos o delimitaciones naturales.
- Duración del descanso y monitoreo: Para registrar cambios significativos en la vegetación, se recomienda un periodo de descanso de tres a cinco años continuos. Adjunto a un monitoreo fotográfico y cuantitativo, que permita identificar los cambios en la cobertura vegetal, aparición de nuevas especies y recuperación del suelo.

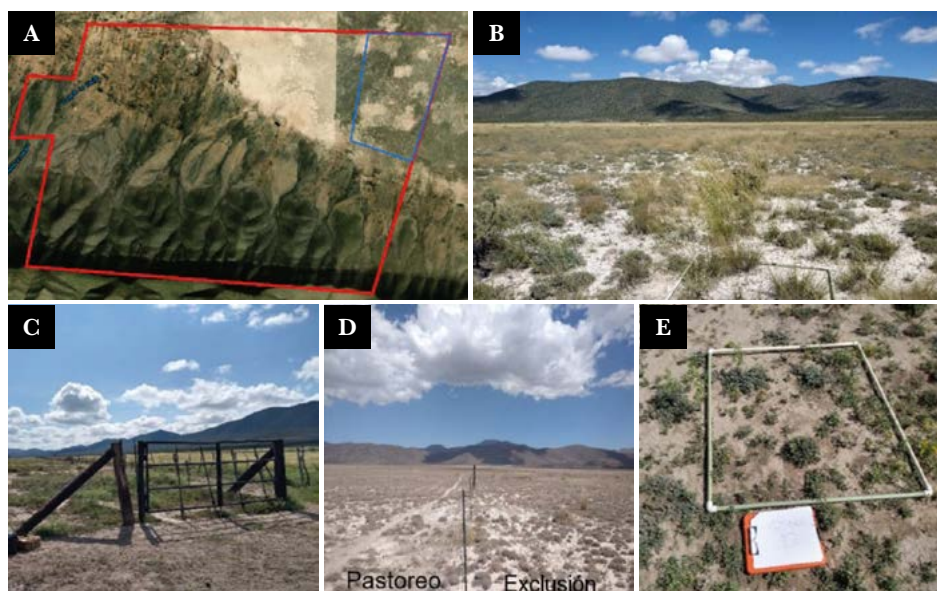


Figura 2. Instalación de una parcela de exclusión A) Ubicación estratégica, B) Tamaño adecuado de la parcela, C) Cerca de alambre y postes de madera, D) Exclusión de apacentamiento a dos años, E) Cuadrante de evaluación.

En el sureste de Coahuila la topografía presenta cuencas endorreicas, con suelos profundos, alto contenido de yeso, pH alcalino, escasa materia orgánica y precipitación errática (menor a 300 mm anuales) que alberga el pastizal calcifilo; el estrato herbáceo está dominado por zacates cortos como *Muhlenbergia villiflora* Hitchc., *M. torreyi* (Kunth) Hitchc. ex Bush y *Achnatherum editorum*. Un pastizal de este tipo se localizó en los ejidos El Fraile y La India del municipio de Saltillo, el valle tiene una altitud media de 1980 m con una elevada carga animal y sin programa de manejo del apacentamiento. Debido a esto, en algunos sitios se tiene una cobertura vegetal escasa y en otras áreas se ha propiciado la invasión de *Zinnia acerosa* y *Tiquilia canescens* (A. DC.) A.T. Richardson, especies no apetecibles por el ganado.

Después de dos años de exclusión, se registró un incremento en la densidad y dominancia de especies de zacates perennes propios del pastizal calcifilo; se han registrado 17 especies en el área de exclusión, de las cuales *Machaeranthera crutchfieldii* B.L. Turner es endémica de suelos yesosos. En áreas aledañas con apacentamiento continuo se contabilizaron 22 especies. Las malezas ruderales registradas son seis especies entre las cuales sobresale *Solanum elaeagnifolium* y *Salvia reflexa*, sin embargo, crecen de forma aislada. Por lo anterior, las exclusiones pueden generar un impacto positivo en un tiempo relativamente corto promoviendo la rehabilitación de este tipo de pastizales (Figura 3).

Retribución social

Debido a las condiciones ambientales y edáficas, esta vegetación constituye un hábitat frágil, susceptible a daños si no se implementan acciones adecuadas de prevención, manejo y restauración de las áreas de pastoreo. Las exclusiones del apacentamiento representan una opción viable y económica para la recuperación de la cubierta vegetal y la capacidad productiva de los pastizales, con lo cual se beneficia de forma directa a los productores de los ejidos que practican el apacentamiento extensivo con un incremento del hato ganadero. Además, se promueve dentro de esta población el establecimiento continuo de exclusiones o áreas de descanso con superficie variada y de forma rotacional dentro de las áreas de agostadero.

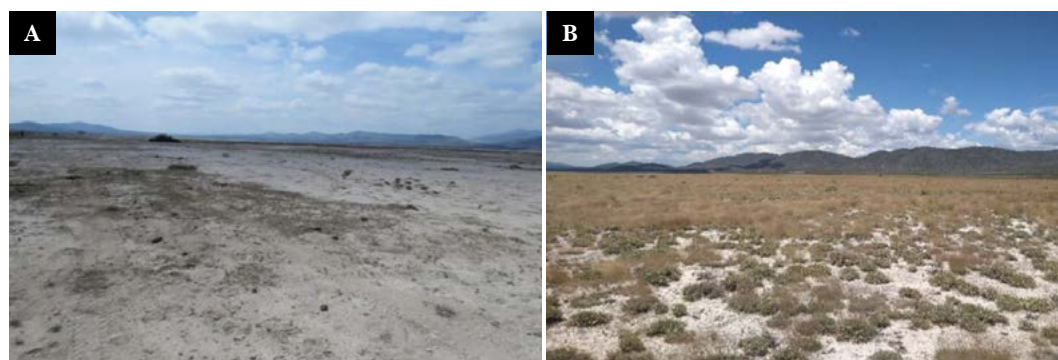


Figura 3. Efecto de la exclusión en la cubierta vegetal en zonas de pastizales A) zona sin exclusión y B) con exclusión.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico	Competitividad Recursos Humanos	Número de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Comunidades Agrarias	Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico

Islas de calor urbano: el refugio del vector del dengue (*Aedes aegypti*)

Salazar-Olvera, Laura, G.¹; Rodríguez-Herrera, Jorge, G.¹; Dzul-Manzanilla, Felipe, A.²; Martínez-Montoya, Juan, F.¹; Rössel-Ramírez, David, W.³; Peredo-Rivera, Ernesto^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México, C.P. 78622.

² Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México, C.P. 62100.

³ Teach México Universidad Tecnológica, Ciudad de México, C.P. 11520.

* Autor para correspondencia: peredo.ernesto@colpos.mx

Las Islas de Calor Urbano (ICU) son áreas de la ciudad que llegan a convertirse en un punto muy caluroso (Figura 1). Para ejemplificarlo, es como si se entrará a una habitación al atardecer. Afuera el aire comienza a refrescar, pero dentro todavía se siente un calor abrumador, como si el techo y las paredes acumularan la energía del sol, y esta se disipará lentamente.

Algo parecido ocurre en las ciudades ya que estas, emplean materiales como el cemento, el asfalto, el hormigón, utilizan colores oscuros, techos planos, que no disipan el calor tan rápido, si no que suelen mantenerlo, propiciando que, al atardecer, las ciudades en ciertos puntos aun sigan emitiendo calor. Éstas ICU suelen relacionarse con componentes económicos, de salud y ambientales. Respecto a lo económico, en

Cómo citar: Salazar-Olvera, L. G., Rodríguez-Herrera, J. G., Dzul-Manzanilla, F. A., Martínez-Montoya, J. F., Rössel-Ramírez, D. W., & Peredo-Rivera, E. (2026). Islas de calor urbano: el refugio del vector del dengue (*Aedes aegypti*). *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.633>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 51-56.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International

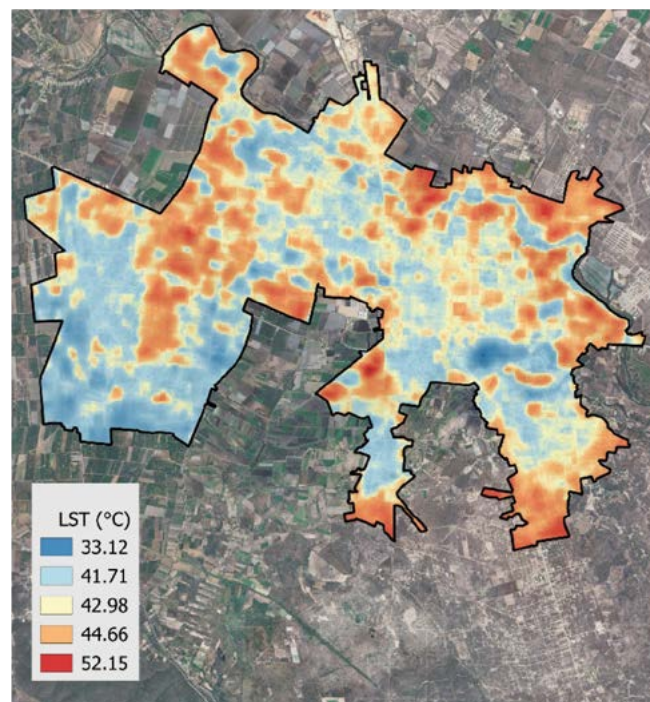


Figura 1. Isla de Calor Urbano (ICU), Rioverde, San Luis Potosí. Fuente: Salazar-Olvera, Laura, G.

las zonas más calurosas de la ciudad, algunos de las personas suelen encender sistemas para enfriar sus inmuebles como es el caso de aires acondicionados o ventiladores, los cuales son utilizados por más tiempo que de lo habitual, elevando así el consumo de energía eléctrica y propiciando un mayor consumo de recursos. En México, el consumo eléctrico total de energía puede aumentar alrededor de 30% en verano debido al uso de sistemas de enfriamiento. Sin embargo, hay familias de bajos recursos económicos, las cuales habitan viviendas mal aisladas, con techos de lámina o concreto y en ocasiones, suelen presentar un escaso acceso a áreas verdes, por lo que invertir en un servicio extra, no suele ser una opción.

Con respecto a los componentes de salud y ambiental, ambos se relacionan de forma significativa, ya que las altas temperaturas incrementan el riesgo de golpes de calor, deshidratación y complicaciones cardiovasculares; los cuales pueden conducir a problemas graves si no se recibe atención médica urgente. Los grupos más vulnerables son niñas y niños, personas mayores y población con enfermedades preexistentes. En México, durante el año 2023, se reportaron más de 100 defunciones asociadas a golpes de calor. Con el calor, al sudar, el humano pierde agua y sales minerales, que si no se reponen el organismo se deshidrata. Asimismo, los vasos sanguíneos se dilatan (se abren) para intentar enfriar el cuerpo, lo que lleva a que el corazón bombe más sangre y más rápido, lo cual se relaciona con problemas cardiovasculares. El incremento de temperatura también perjudica a los ecosistemas naturales, ya que los árboles se estresan, crecen menos, se enferman más fácil y algunos mueren. Menos árboles representa menos sombra, menos humedad, menos oxígeno y más calor. Las ICU no sólo significan incremento de la temperatura del aire, también, calientan el suelo y el pavimento haciendo que el agua de lluvia se evapore más rápido.

Hay un problema que va de la mano con las ICU, ya que crean el hogar perfecto para insectos que provocan enfermedades en el ser humano, tal como *Aedes aegypti*, mosquito vector del dengue, chikunguña y zika. Tan solo en México, para el año 2024, se reportaron alrededor de 46 115 casos de dengue, en 30 estados de la república mexicana. Pero ¿qué es el dengue?, Primero debemos entender que los mosquitos, son insectos voladores, que se encuentran en casi todas las regiones del mundo, excepto en la Antártida. Los géneros de mosquitos de mayor importancia médica son los *Aedes* y surgen en lugares con mucho aire caliente y donde además existe la posibilidad de acumulación de agua en pequeños depósitos y/o charcos, estos lugares se convierten en criaderos perfectos e infinitos; aunado a esto, si se agrega la falta de depredadores que los combatan, se incrementa su periodo de vida y se vuelven factores que afectan a la gente por más tiempo. Cabe mencionar que bajo estas condiciones suelen vivir en promedio hasta 30 días y aunque parece ser un ciclo de vida corto, en ese breve tiempo, el mosquito pasa por sus cuatro etapas: huevecillo, larva, pupa y adulto entre 7 a 10 días (Figura 2). Comprender esta dinámica (Figura 3) es fundamental para su control, ya que permite identificar los puntos del ciclo donde las intervenciones pueden ser más efectivas.

Pero ¿es el dengue un mosquito entonces? La respuesta es, no. El dengue es un virus que surgió en la naturaleza y circulaban entre mosquitos y animales (principalmente primates). Es por ello, que no todos los mosquitos *Aedes* nacen con el virus, si no que este virus lo

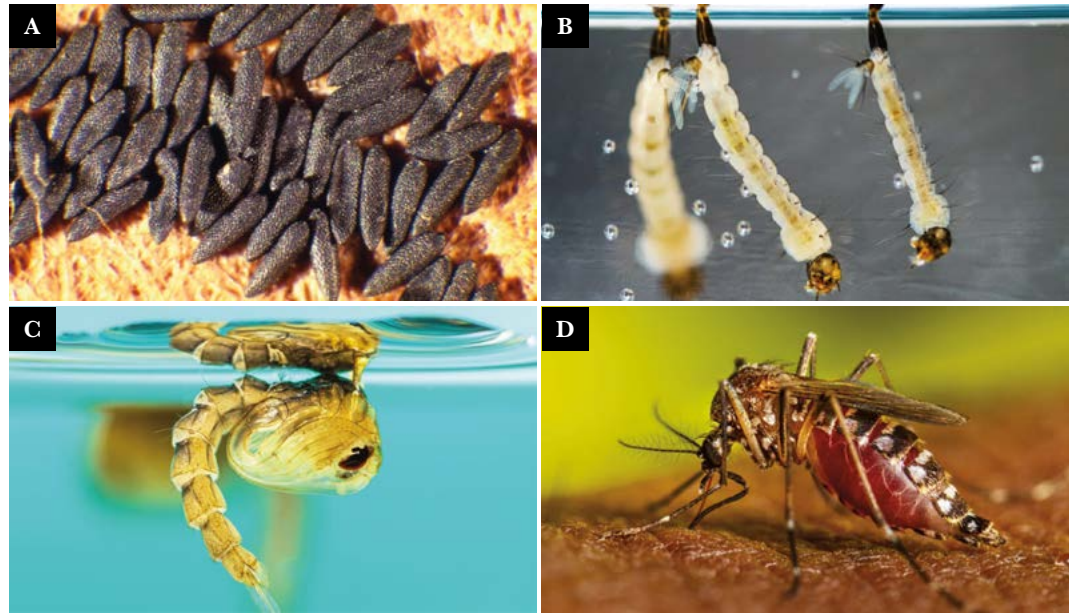


Figura 2. Etapas de desarrollo del mosquito *Aedes aegypti*. A) Huevecillos, B) Larva, C) Pupa, D) Adulto.
Fuente: <https://www.cdc.gov/mosquitoes/es/about-mosquito-bites/ciclo-de-vida-de-los-mosquitos-aedes.html>

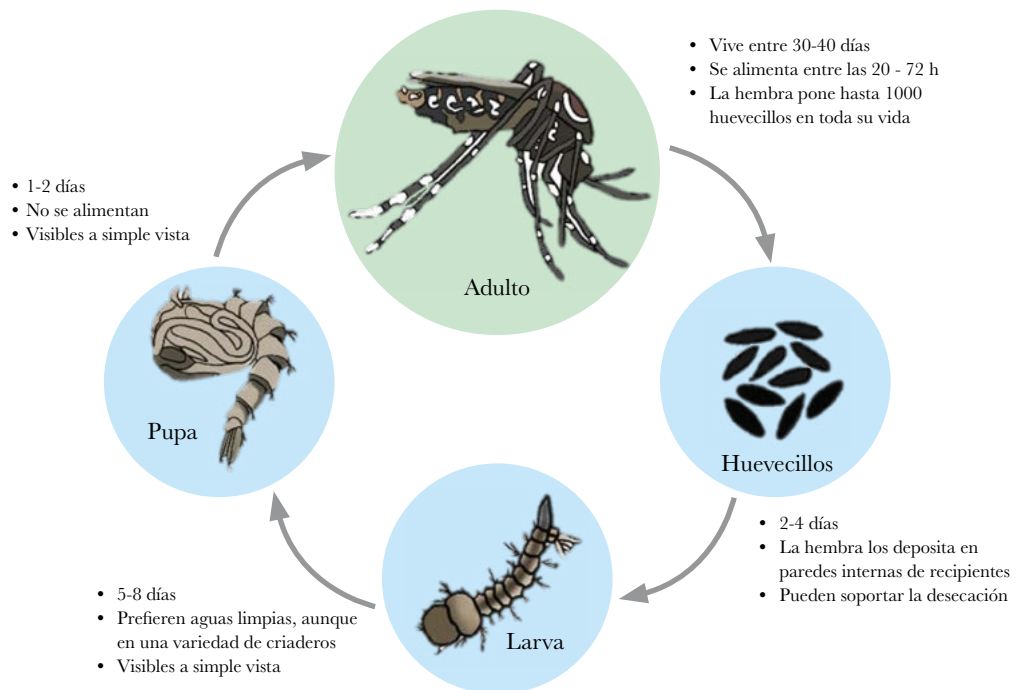


Figura 3. Ciclo de vida de *Aedes aegypti*. Imagen: Salazar-Olvera, Laura, G.

adquieren los mosquitos al picar a un humano con dengue, pero solo afectan las hembras ya que son las únicas que se alimentan de sangre; los machos se alimentan de néctar y no representan un riesgo sanitario. En una hembra infectada, el virus llega a su estómago y, si logra atravesar la pared intestinal, se multiplica hasta llegar a sus glándulas salivales. En

ese momento, el mosquito se vuelve infectante y puede transmitir el virus en picaduras posteriores. Aunque el virus no suele matar al mosquito, sí modifica su fisiología y su comportamiento; vive menos tiempo, pone menos huevecillos y pica con más insistencia porque el virus altera sus sensores de saciedad. Es decir, el virus modifica su comportamiento para propagarse mejor.

En el estado de San Luis Potosí, ciudades como Rioverde y Ciudad Valles presentan condiciones climáticas y urbanas propicias para la formación de ICU. La combinación de temperaturas elevadas, alta densidad urbana, superficies impermeables y pocas áreas verdes, forman un mosaico de microclimas donde el mosquito encuentra su lugar favorito. No todas las colonias o calles registran el mismo nivel de calor; por ello, es posible que ciertos sectores funcionen como áreas más favorables para la presencia del mosquito *Aedes aegypti*. Esta variabilidad espacial es relevante para la vigilancia epidemiológica y la planeación territorial. Si la urbanización continúa expandiendo superficies de concreto y asfalto, y si continúa el cambio climático con el consecuente incremento, frecuencia e intensidad de las olas de calor, las ICU tenderán a intensificarse y, con ellas, el riesgo de consolidar ambientes adecuados para los mosquitos vectores.

El manejo de las islas de calor urbano no sólo implica la reducción de la temperatura, requiere atender sus repercusiones económicas, de salud y ambientales. Por eso, se requieren diversas medidas que, aplicadas de forma conjunta, pueden ayudar a construir ciudades más adaptables y resilientes. Frente a este escenario, una primera línea de acción consiste en generar conocimiento local con alta resolución espacial y temporal. Analizar

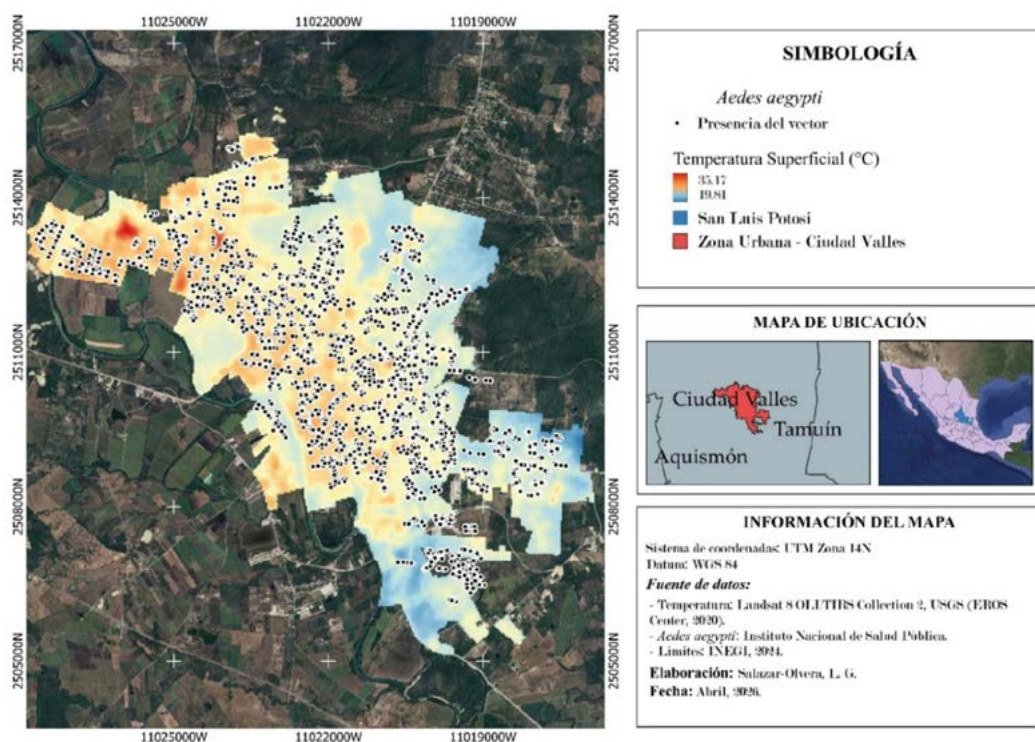


Figura 4. Temperatura superficial y presencia de *Aedes aegypti* en Ciudad Valles, San Luis Potosí.

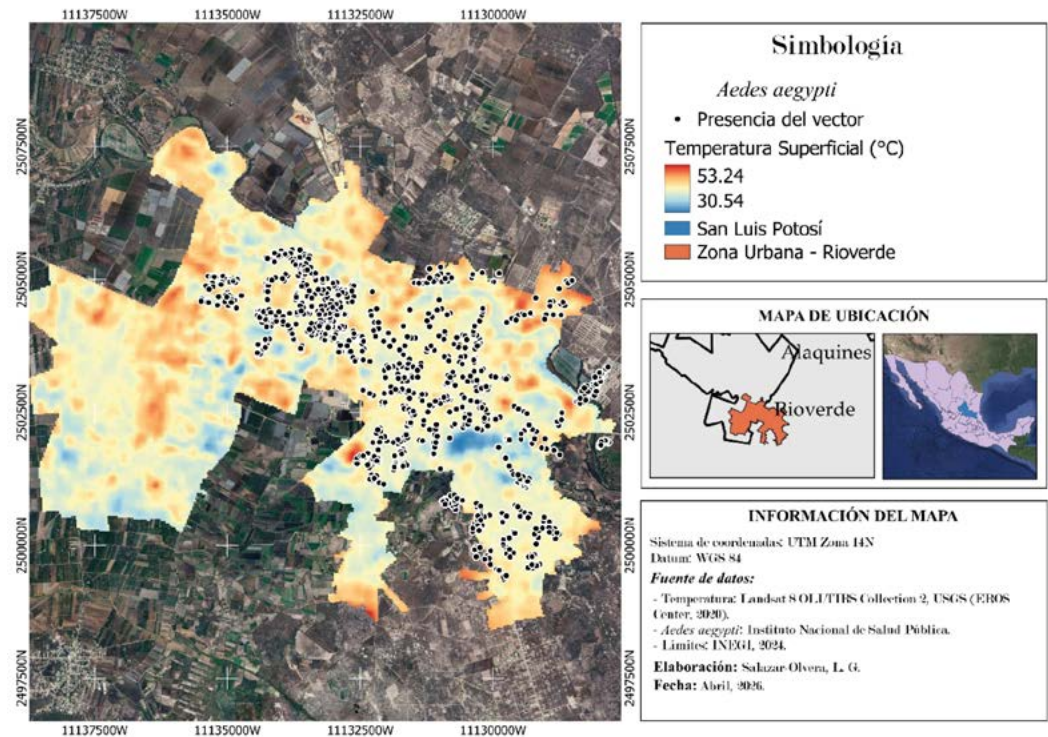


Figura 5. Temperatura superficial y presencia de *Aedes aegypti* en Rioverde, San Luis Potosí.

la relación entre temperatura superficial, estructura urbana y presencia de *Aedes aegypti*, delimitando zonas prioritarias y así, diseñar estrategias de prevención mejor focalizadas. Una segunda línea de acción es incrementar la infraestructura verde. El establecimiento de áreas arboladas, la creación de parques, los jardines urbanos y los techos con vegetación contribuyen a disminuir la temperatura por el sombreado y la evapotranspiración. Además de refrescar el ambiente, estos espacios mejoran la calidad del aire y fortalecen la salud ambiental de la ciudad, lo cual resulta clave para lidiar con el mosquito *Aedes*. La gestión del agua constituye otro pilar de intervención. Evitar depósitos sin tapa, optimizar el drenaje urbano y promover acciones comunitarias para eliminar encharcamientos disminuye las oportunidades de reproducción de *Aedes*. Estas medidas deben acompañarse de educación y participación ciudadana, ya que la prevención sostenida depende de cambios cotidianos en el espacio doméstico, forma de actuar y pensar de la población en cada barrio o colonia. Cuando las personas comprenden la relación entre el calor urbano y enfermedades transmitidas por mosquitos, se fortalecerán las acciones preventivas desde lo local y se lograrán cambios duraderos.

En conjunto, estas estrategias muestran que enfrentar el calor urbano no es sólo una tarea ambiental, sino una vía para proteger la salud pública. En conclusión, abordar e investigar las islas de calor urbano permite reducir exposición térmica, mejorar la habitabilidad y fortalecer la prevención del virus del dengue y de otras enfermedades transmitidas por mosquitos, desde una perspectiva territorial e intersectorial.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Generación de conocimiento sobre la relación entre islas de calor urbano y la presencia del mosquito <i>Aedes aegypti</i> para mejorar estrategias de prevención del dengue.	Instituciones de salud pública, gobiernos municipales y estatales, universidades. Instituciones de investigación y dependencias de salud.	Terciario (servicios de salud) Cuaternario: (investigación científica)	Social Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Número de publicaciones científicas; número de tesis; generación de información para toma de decisiones. Desarrollo de metodologías de análisis espacial. Desarrollo de información útil para políticas públicas.	Aplicación de técnicas científicas para el análisis del riesgo de dengue. Transferencia de conocimiento científico. Reducción del riesgo sanitario asociado al dengue.
Procesos	Implementación de métodos de análisis espacial y temperatura superficial para identificar zonas urbanas con condiciones favorables para el mosquito.	Gobierno, sector salud y comunidad					
Innovación Sostenible	Uso de información ambiental y climática para apoyar estrategias de prevención del dengue y gestión del ambiente urbano.						

Integración de productores en una organización formal para la comercialización de productos deshidratados

Almeraya-Quintero Silvia X.¹; Cuevas-Reyes Venancio^{2*}; Borja-Bravo Mercedes³; Sánchez-Toledano Blanca I.⁴; Guajardo-Hernández Lenin G.¹; Jolalpa-Barrera José L.²

¹ Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5, Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56264.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. km. 13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco, Coatlinchán. Texcoco Edo de México. C.P. 56250.

³ Campo Experimental Pabellón-INIFAP. Km 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas Pabellón de Arteaga, Ags. C.P. 20660.

* Autor responsable: cuevas.venancio@inifap.gob.mx

Problema

La comercialización de productos de agropecuarios resulta especialmente complicada para los productores en pequeña escala, sin embargo, se trata un eslabón crucial en la cadena de valor agropecuaria. Dentro de los principales problemas que surgen, cuando no existe una organización de productores que realice la comercialización de sus productos adecuadamente, son: falta de acceso a mercados, precios bajos, desperdicio de productos, uso ineficiente de los recursos, entre otros. Dichos problemas repercuten negativamente a los productores, la economía local y la seguridad alimentaria. A través del Proyecto Estratégico 319195, financiado por el CONAHCYT, se identificó a un grupo de productores, usuarios de la Planta de Termo Solar ubicada en Zacatecas, que generan productos agropecuarios deshidratados, cuentan con experiencia para realizar su actividad, pero requieren organizarse para generar estrategias de comercialización.

Solución planteada

Investigadores del INIFAP (Cevamex, Aguascalientes, Zacatecas) y del Colegio de Postgraduados (Campus montecillo), realizaron talleres participativos, durante los meses de abril y agosto del 2024, con productores de alimentos deshidratados de la franja agrícola zacatecana (Calera, Fresnillo, Loreto, Morelos y Zacatecas). En dichos talleres se destacó la importancia de organizarse y de contar con una imagen comercial, que se refiere al conjunto de apreciaciones, símbolos y características que un cliente vincula con una marca o producto, es un elemento determinante para generar confianza, lealtad y valor agregado.

Cómo citar: Almeraya-Quintero, S. X., Cuevas-Reyes, V., Borja-Bravo, M., Sánchez-Toledano, B. I., Guajardo-Hernández, L. G., & Jolalpa-Barrera, J. L. (2026). Integración de productores en una organización formal para la comercialización de productos deshidratados. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.638>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1), Enero-Febrero, 2026. pp: 57-60.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Un aspecto fundamental de reflexión en los talleres fue contar con una imagen comercial, como grupo organizado, que fuera más allá de la estética visual y que los vinculara al territorio y al conocimiento local que poseen. De esta forma se trabajó sobre ¿qué es un emprendimiento y cuál es su importancia?; ¿qué actividades están implicadas en un emprendimiento de deshidratado?; se identificaron a los diferentes actores que involucra esta actividad (proveedores de bienes y servicios, distribuidores, entre otros); las regulaciones que se deben atender; y, sobre los diferentes tipos de emprendedores relacionados al sector agropecuario. Todo lo anterior para reconocer que trabajar de manera organizada facilita y fortalece sus actividades.

Como producto de los talleres se conformó al grupo de productores para la comercialización de sus productos, generaron propuestas de nombre, quedando el de “SOLDEZAC”, cuyo slogan es “*Del sol de Zacatecas a tu paladar*”. Con dicha imagen han tenido oportunidad de presentarse a diferentes recintos (ferias regionales, congresos, demostraciones, entre otras) para mejorar sus ventas y darse a conocer como marca confiable que comercializa productos agropecuarios deshidratados mediante la utilización de tecnologías limpias, como el secado solar. SOLDEZAC ya como grupo organizado generaron, a través de los talleres participativos, su misión, visión y objetivos necesarios para generar la imagen comercial, quedando de la siguiente manera:

- **Misión:** Ofrecer productos deshidratados de alta calidad y nutritivos que preserven la esencia del campo zacatecano, manteniendo sus características naturales y de buen sabor, contribuyendo a una alimentación saludable y sostenible.
- **Visión:** Ser líderes en la industria de deshidratación, reconocidos por nuestra capacidad de innovar, por ofrecer productos de calidad que satisfagan las expectativas de nuestros consumidores y por contribuir a una alimentación saludable.
- **Meta:** Ser reconocidos como el principal proveedor de productos agroalimentarios deshidratados sostenibles en el mercado del centro-norte de la república mexicana en los próximos tres años, destacándonos por nuestra innovación en el uso de energías limpias y nuestro compromiso con prácticas agrícolas responsables, atrayendo en el futuro a más y nuevos clientes de estados en el ámbito nacional.



Figura 1. Talleres Participativos.



Figura 2. Logotipo y muestra de algunos productos.



Figura 3. Emprendimientos asociados a Soldezac.



Figura 4. Participación en eventos regionales como grupo organizado.

El proceso de organización entre productores requiere del convencimiento de los mismos para integrarse para un bien común, en este caso, el principal objetivo era mejorar las ventas de los productos agroalimentarios deshidratados. El grupo Soldezac logro conjuntar el interés mutuo, cooperación y confianza para constituirse en una organización formal con una visión de emprendimiento en el sector de la transformación y valor agregado de productos deshidratados del campo.

Innovación, Impactos e Indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Registro solicitado y concedido
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Productores independientes			Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)	Económico	Educación
Servicios	Cambia el concepto de un servicio, canal de interacción con el cliente, sistema de prestación de servicios, o conceptos tecnológicos que, de forma individual, pero muy posiblemente en combinación, conducen a una o más funciones renovadas o totalmente nuevas de servicio.	Comunidades Agrarias				Comercio	Número de publicaciones
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio	Poblaciones en particular				Generación de empleos	Número de familias beneficiadas
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible					Capacitación	Empresas rurales formadas Empresas formadas Desarrollo de productos y servicios para la sociedad Exportación incremento (%)

Bases ecológicas para la conservación del peyote queretano en México

Romero-Jiménez, Humberto¹; Tarango-Arámbula, Luis Antonio^{1*}; López-Serrano, Pablito Marcelo²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, C.P. 78600, Salinas de Hidalgo, S.L.P., México.

² Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango 34239, México.

* Autor de correspondencia: ltarango@colpos.mx

Problema

Lophophora diffusa (conocido como peyote queretano) es una especie endémica de México, perteneciente a la familia Cactácea, cuya distribución es restringida y fragmentada. A nivel nacional está clasificada como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que a nivel internacional se considera Vulnerable (Vu) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Las principales presiones sobre sus poblaciones se relacionan con la extracción ilegal, motivada tanto por su valor ornamental como por la creencia errónea de que posee las mismas propiedades químicas y curativas que *Lophophora williamsii*, especie que contiene mezcalina y presenta una distribución más amplia en el norte de México y el sur de Estados Unidos. Diversos autores han propuesto la recategorización de *L. diffusa* a una categoría de mayor riesgo, tanto en la NOM-059 como en la Lista Roja de la UICN, debido a la disminución de sus poblaciones, la fragmentación de su hábitat y la extracción no regulada. A pesar de su importancia biológica y cultural, aún existe un conocimiento limitado sobre su ecología, dinámica poblacional y patrones de distribución espacial. Su conservación también es importante para las comunidades rurales donde la especie ocurre, ya que la permanencia de este tipo de recursos biológicos contribuye al mantenimiento del patrimonio natural local y puede favorecer estrategias de manejo, conservación y aprovechamiento compatible con el contexto regional. En este sentido, resulta prioritario fortalecer los estudios orientados a caracterizar sus requerimientos ecológicos y su presencia en el territorio, con el fin de generar bases sólidas para su conservación a largo plazo.

Cómo citar: Romero-Jiménez, H., Tarango-Arámbula, L. A., & López-Serrano, P. M. (2026). Bases ecológicas para la conservación del peyote queretano en México. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.641>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 61-64.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Solución planteada

Una alternativa metodológica para generar información sobre la ecología y la distribución del peyote queretano es el uso de modelos de distribución de especies basados en registros de presencia, como el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt). Este modelo integra Sistemas de Información Geográfica, los cuales permiten la captura, integración, análisis y visualización de datos espaciales georreferenciados, facilitando la interpretación de patrones espaciales.

MaxEnt estima la probabilidad de presencia de la especie en función de las condiciones ambientales asociadas a sus registros conocidos. Entre sus principales ventajas destacan su eficiencia computacional, facilidad de uso y la capacidad de generar resultados consistentes incluso con un número limitado de registros. Asimismo, el uso de bases de datos de acceso abierto reduce los costos asociados al trabajo de campo.

Para este estudio se emplearon registros de presencia del peyote queretano en México, obtenidos del Global Biodiversity Information Facility, plataforma internacional de acceso abierto sobre biodiversidad. Como variables ambientales se utilizaron parámetros bioclimáticos, incluyendo temperatura mínima, máxima y promedio, elevación, precipitación, radiación solar, velocidad del viento y presión de vapor, obtenidos de WorldClim.

La capacidad predictiva del modelo se evaluó mediante el área bajo la curva (AUC), que indica qué tan bien el modelo diferencia entre presencia y ausencia de la especie.

El modelo de distribución potencial generado mediante MaxEnt presentó un alto desempeño predictivo (AUC=0.989), lo que indica un buen ajuste entre la ocurrencia del peyote queretano y las variables ambientales. En cuanto a la contribución de las variables, la radiación solar mostró el mayor aporte durante el proceso de modelado (33.7%), seguida de la temperatura media (16.2%) y la temperatura mínima (13.8%). Sin embargo, al evaluar la importancia por permutación, la temperatura mínima destacó como el factor más determinante (37.6%), seguida de la temperatura media (23.5%) y la velocidad del viento (16.8%), mientras que la radiación solar presentó una menor importancia (9.4%). Estos resultados sugieren que, aunque la radiación contribuyó significativamente al ajuste del modelo, la temperatura mínima es la variable que contiene mayor información independiente para explicar la distribución de la especie (Cuadro 1).

Espacialmente, las áreas con mayor idoneidad ambiental se concentran en regiones es-

Cuadro 1. Contribución de las variables bioclimáticas al modelo de predicción de presencia del peyote queretano (*Lophophora diffusa*).

Variable	Contribución (%)	Importancia por permutación
Radiación solar	37.7	9.4
Temperatura promedio	16.2	23.5
Temperatura mínima	13.8	37.6
Velocidad del viento	12.4	16.8
Presión de vapor de agua	10.4	0.4
Elevación	5.7	0
Precipitación	5.6	7
Temperatura máxima	2.3	5.2

pecíficas del centro-norte de México, mientras que la mayor parte del territorio presenta baja probabilidad de presencia, lo que refleja los requerimientos ecológicos particulares y la distribución restringida de la especie (Figura 1). Este análisis representa un primer acercamiento al entendimiento de la distribución de la especie, y sienta las bases para estudios futuros que integren mayor información y permitan profundizar en su ecología, conservación y manejo.

Retribución social

Los resultados proporcionan información clave para orientar estrategias de conservación del peyote queretano, apoyando la delimitación de áreas prioritarias, la regulación de su aprovechamiento y toma de decisiones de instituciones tales como SEMARNAT y CONABIO. Asimismo, contribuye al diseño de políticas públicas y programas de manejo sostenible en beneficio de comunidades rurales donde esta especie ocurre. El presente estudio se desarrolló por el M.C. Humberto Romero Jiménez, estudiante del Posgrado en Ciencias Innovación en Manejo de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí.

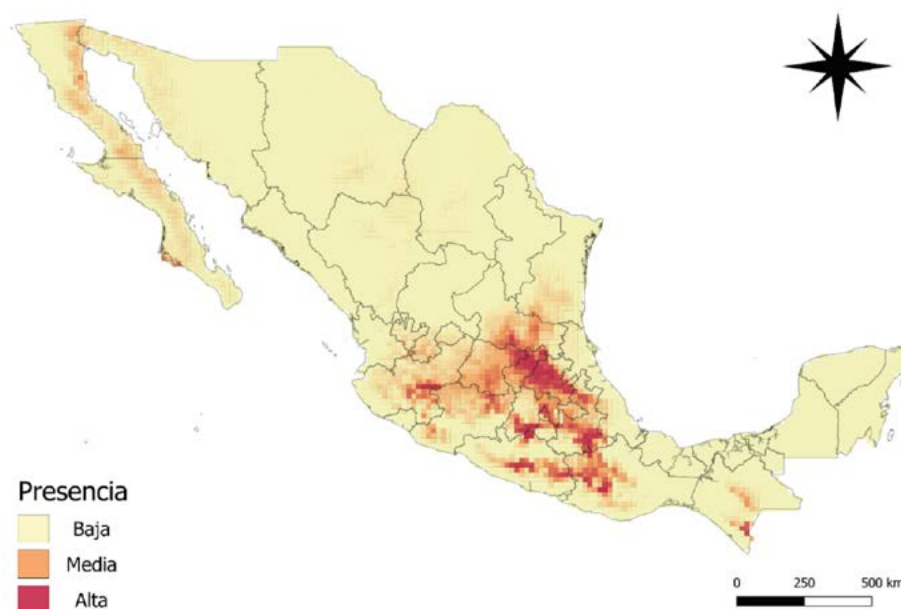


Figura 1. Zonas potenciales de distribución de *Lophophora diffusa* en México (Elaborado a partir de datos de presencia <https://doi.org/10.15468/dl.uywvpc>).

Innovación, Impactos e Indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Gobierno de los Estados Productores independientes	Terciario: Servicios que se prestan a la sociedad: Comercio, Transporte, Educación, Ocio, etc.	Social Ambiental	Ciencia y Tecnología Educación Responsabilidad Ambiental	Conservación Recursos Naturales Capacitación	Número de publicaciones Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo	Poblaciones rurales Zonas turísticas	Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planificación financiera, de informática y de investigación científica.				

El frijol (*Phaseolus* spp.): aprovechamiento tradicional del grano en el estado de Guerrero

Antúnez-Ocampo, Oscar M.^{1*}; Cruz-Izquierdo, Serafín³; Espinosa-Rodríguez, Mariana⁴, Sabino-López, Juan E.⁴; Solís-Bonilla, José L.²; Palemón-Alberto, Francisco⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Iguala. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. C. P. 40000.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Rosario Izapa. Carretera Tapachula-Cacahoatán km 18, Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Tapachula, Chiapas, México. C. P. 30870.

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

⁴ Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Periférico Poniente S/N Frente a la Colonia Villa de Guadalupe, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. C. P. 40000.

* Autor para correspondencia: antunez.oscar@inifap.gob.mx

Problema

En México, la población entre 1980 y 2021 incrementó 62.17 millones de habitantes, es decir 90%, al ser de 66.8 millones en 1980 a 128.97 millones en 2021. Todo ello, a pesar de factores como la mortalidad, emigración internacional y confinamiento por el Covid-19. En este sentido, los millones de personas ejercen una presión sobre la demanda de alimentos que produce el país y a la vez, lo que hace falta se tiene que importar desde el exterior. La producción de alimentos en México, está ligada al consumo y con el ingreso, situación que presenta una diferencia en el ingreso-gasto alimenticio, que incide en la dieta de los mexicanos. En este contexto, el patrón alimenticio de la población mexicana era con base en maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus* spp.) (año 1996; consumo de 22 kg de frijol); sin embargo, el modelo ha cambiado, ya que aumentó el consumo de alimentos de alto contenido calórico (grasa de origen animal y almidones procesados), lo que redujo el consumo de tortilla y frijol (año 2023; consumo de 9.9 kg de frijol), situación que ha incrementado problemas en el sistema digestivo. A pesar de la diversa gastronomía mexicana, se ha reportado que la población consume 214 kg per cápita de alimentos ultra procesados cada año; el cual se ve afectado en función del ingreso económico que se tenga; es decir, a mayor ingreso corresponde mayor consumo de productos procesados industrialmente. Esta situación, posiciona a México con la mayor ingesta de estos productos en América Latina, y a escala internacional se encuentra entre los cuatro primeros. Estudios científicos señalan que el consumo constante de alimentos procesados deriva enfermedades crónicas

Cómo citar: Antúnez-Ocampo, O. M., Cruz-Izquierdo, S., Espinosa-Rodríguez, M., Sabino-López, J. E., & Solís-Bonilla, J. L. (2026). El frijol (*Phaseolus* spp.): aprovechamiento tradicional del grano en el estado de Guerrero. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.642>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 65-68.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



degenerativas provocando el incremento de la mortalidad de la población en general. Los cambios en los hábitos alimenticios y factores socioeconómicos y culturales de la población mexicana han sustituido alimentos tradicionales, como el frijol por alimentos procesados de fácil preparación y productos de origen animal. A pesar de que el frijol es un alimento ancestral y económico, resulta necesario difundir sus propiedades benéficas relacionadas con la concentración de diversos fitoquímicos con potencial funcional y su efecto sobre enfermedades crónico-degenerativas; así como, la elaboración de alimentos a base de frijol.

Solución planteada

El frijol común es uno de los cultivos prioritarios y se encuentra dentro del marco de la soberanía alimentaria de México, en virtud de que representa un alimento básico para la población rural y urbana del país, ya que el grano provee la mayor cantidad de proteína (14 a 33%). Una porción (90 g o ½ taza de frijoles cocidos) proporciona de 7 a 8 g de proteína, casi el 15% de la ingesta dietética recomendada de proteína para un adulto de 70 kg; lo cual es relevante porque en México existe un nivel elevado de desnutrición (energético-proteínica), principalmente en las zonas rurales y urbanas marginales de los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán, teniendo en cuenta que la comunidad indígena representa el 23% de la población nacional. De la planta se pueden consumir las flores, semillas, vainas tiernas (ejotes) y maduras (Figura 1), generando gran variedad de platillos y que pueden prepararse de una sola planta o de varias. Esto hace que el frijol sea un ingrediente ancestral de la cocina mexicana que se consume de diferentes formas, como frijoles charros, refritos o cocidos con hoja santa o epazote, sobre molletes, en tamales, en tlacoyos, en tacos, en caldos o hervidos (Figura 2) y ensaladas.

En la región Montaña ubicada en la provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur, el pueblo originario de los Na savi consumen el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) principalmente como batido, remolido y martajado. Otras formas de consumo son el pozo-frijol (Figura 2c), figuras de masa de frijol, el molido-arriero, atole xoco, apozonques, chile-ajo y molido para mermelada.



Figura 1. a) Ejotes de frijol Chapararro en la localidad de El Potrerillo, Malinaltepec; b) frijol Negro en la localidad de Tierras Blancas, Tecpan de Galeana, Guerrero, México.

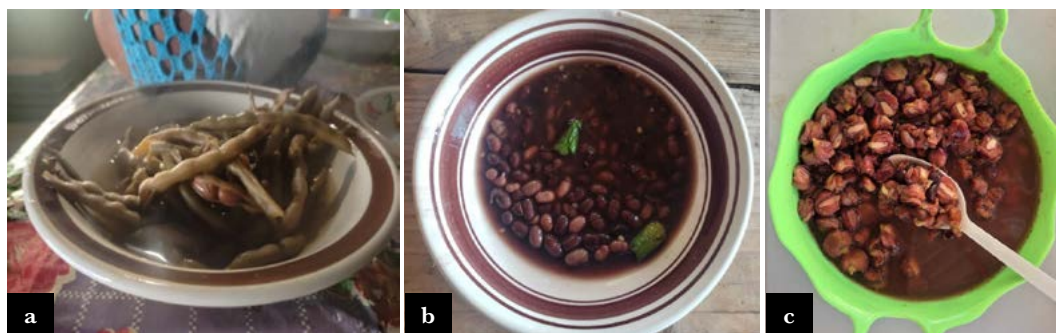


Figura 2. Consumo de frijoles en región Montaña del estado de Guerrero: a) Frijoles a la olla, b) ejotes hervidos en la en la localidad de El Potrerillo, Malinaltepec, c) Pozole de frijol en Atlixnac.

En municipios de la Costa Chica de Guerrero pertenecientes a provincia biogeográfica Planicie Costera, los pobladores consumen el frijol con arroz, hervido, remolido para tamal (Figura 3a) y martajado; mientras que, en la región Norte, pertenecientes a las provincias biogeográficas Faja Volcánica Transmexicana y Cuenca del Balsas, se consume el atole de frijol, molido para tamales o gorditas de maíz (Figura 3c), frijoles a la olla, atole de masa con frijol y refritos. Todas estas formas de consumo hacen reconocer al frijol como cultivo tradicional en varias regiones, además de ser un factor primordial de la alimentación, ya que representa un pilar en la cultura gastronómica guerrerense. En Tierra Caliente, los frijoles comba (*Phaseolus lunatus* L.) resaltan porque forman parte del alimento tradicional de la región, ya que sustituyen al frijol común; se consumen hervidos (en grano), martajados, en tamales y al acompañar cualquier guiso con chile, carne de puerco o pollo.

La importancia de continuar con el consumo de frijol en las áreas rurales, indígenas y urbanas es por su efecto positivo en la salud humana, ya que contiene almidón, ácido α -linolénico y minerales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc. También, contiene compuestos bioactivos como ácidos fenólicos, flavonoles, isoflavonas, taninos, antocianinas y procianidinas; propiedades benéficas para la prevención y control de la obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer.

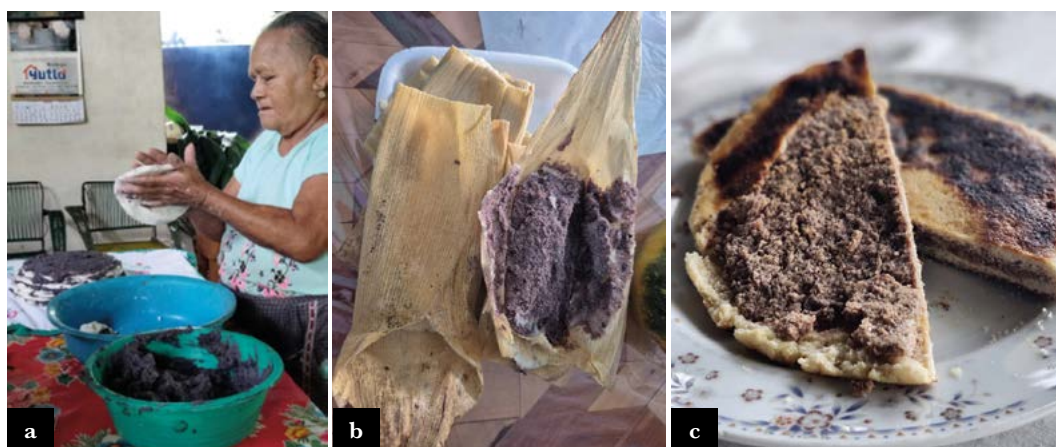


Figura 3. Alimentos a base maíz y frijol: a) tamal de frijol con hojas de milpa en Ayutla de los Libres, b) tamal de frijol con hojas de mazorca en Atlixnac, c) tlaxcal o gordita de frijol en Iguala de la Independencia.

Innovación, Impactos e Indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Recursos Humanos Comercio Generación de empleos Capacitación	Número de familias beneficiadas Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio	Productores independientes					
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Comunidades Agrarias Poblaciones en particular					
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo						

Cultivo de frijol (*Phaseolus* spp.) en Guerrero: panorama de los sistemas de producción

Antúnez-Ocampo, Oscar M.^{1*}; Cruz-Izquierdo, Serafín³; Solís-Bonilla, José L.²; Palemón-Alberto, Francisco³; Sabino-López, Juan E.⁴; Espinosa-Rodríguez, Mariana⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Iguala. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. C. P. 40000.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Rosario Izapa. Carretera Tapachula-Cacahoatán km 18, Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Tapachula, Chiapas, México. C. P. 30870.

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56264.

⁴ Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Periférico Poniente S/N Frente a la Colonia Villa de Guadalupe, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. C. P. 40000.

* Autor para correspondencia: antunez.oscar@inifap.gob.mx

Problema

En México, el género *Phaseolus* L., presenta amplia diversidad de formas silvestres y cultivadas, teniendo alrededor de 40 especies nativas del país, que se distribuyen en su mayoría a lo largo de la Sierra Occidental entre los 500 y 1,800 m de altitud. La producción de frijol se remonta desde la época prehispánica, y actualmente se realiza extensivamente en casi todas las condiciones agroecológicas y sistemas de producción. La producción de frijol en México es inestable e insuficiente (2022: 1,142,399.58 ha/538,694.83 t, 2023: 450,328.93 ha/274,463.34 t, 2024: 1,050,258.04/547,192.67 t), ya que se importa del 10 al 30% del consumo total y el 70% de la producción nacional proviene de pequeños y medianos productores, quienes cultivan alrededor de 20 variedades mejoradas y 50 nativas, con la mayor producción en el ciclo primavera-verano, debido a que el 86% de la superficie cultivada con esta especie es de temporal. En el estado de Guerrero, el frijol es uno de los cultivos esenciales en zonas rurales por su contribución en la alimentación, en la conservación del medio ambiente, en la economía local y la vinculación social de las comunidades para favorecer su desarrollo sustentable. No obstante, la situación del abandono de los terrenos agrícolas por la migración de agricultores y la falta de tecnologías para la producción de cultivos, está provocando la pérdida o extinción de materiales nativos. En el caso del frijol, la superficie cultivada va disminuyendo año con año, debido a la incidencia de factores abióticos y bióticos como sequía (cambio climático), presencia de plagas y enfermedades; así como, la introducción de variedades mejoradas

Cómo citar: Antúnez-Ocampo, O. M., Cruz-Izquierdo, S., Solís-Bonilla, J. L., Palemón-Alberto, F., Sabino-López, J. E., & Espinosa-Rodríguez, M. (2026). Cultivo de frijol (*Phaseolus* spp.) en Guerrero: panorama de los sistemas de producción. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.643>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 69-73.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



(de diferente tamaño y cocción del grano) distintas a las que comúnmente se cultivan; el deficiente manejo de la semilla (almacenamiento); el poco interés de las nuevas generaciones de campesinos por conservar, manejar y aprovechar la diversidad de frijoles y el reemplazo de los mismos por otros cultivos (maíz, hortalizas, frutales). Tal situación, está favoreciendo la erosión del germoplasma de frijol, por la pérdida acelerada de los agroecosistemas y de la agricultura tradicional en Guerrero, consecuencia de la implementación de proyectos de modernización rural. De continuar esta tendencia, se puede tener la desaparición total de algunos materiales de alto potencial productivo, económico y social.

Solución planteada

Para el año 2024, el estado de Guerrero se posicionó en el noveno lugar a nivel nacional con 9554.14 t en una superficie cosechada de 12284.49 ha, superando a Veracruz (8,390.43 t), Hidalgo (6,342.54 t), Jalisco (4,353.30 t), Michoacán (2,477.99 t) y Tamaulipas (2,252.88 t). La producción de frijol en Guerrero es diversa debido a la gran diversidad de climas presentes en las regiones del estado; así como, a los diferentes niveles de tecnificación (Figura 1), siendo los factores que propician la existencia de una amplia gama de técnicas y métodos empleados para el manejo del cultivo del frijol.

En cada región de Guerrero se cultivan diversos tipos de frijol, destacando el común (*Phaseolus vulgaris* L.) (Figura 2a), comba (*Phaseolus lunatus* L.) (Figura 2b) y ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) (Figura 2c), donde cada uno se siembra en diferente época del año. Al respecto, la siembra puede desarrollarse en primavera-verano (bajo condiciones de temporal o secano) y otoño-invierno (cultivo a base de riego), en tres formas principalmente: 1) monocultivo, es el establecimiento de un sólo cultivo en una parcela (Figura 3), 2) intercalado con maíz (*Zea mays* L.), que consiste en sembrar hileras o franjas de frijol y maíz intercaladas entre sí durante la misma temporada, en la misma parcela (Figura 4), y 3) asociado con maíz, que es la siembra conjunta de frijol y maíz en una parcela (Figura 5), predominando en los productores guerrerenses el sistema intercalado y asociado. También, se tiene la milpa, un sistema tradicional de policultivo sustentable que consiste en la asociación simultánea de maíz, frijol, calabaza (*Cucurbita* spp.), quelites (*Amaranthus*



Figura 1. Producción de frijol en la región Norte (a) y Centro (b) del estado de Guerrero, México.



Figura 2. Tipos de frijoles cultivados en el estado de Guerrero: a) frijol común (*Phaseolus vulgaris*); b) frijol comba (*P. lunatus*); c) frijol ayocote (*P. coccineus*).



Figura 3. Parcelas establecidas bajo el sistema de frijol en monocultivo en las localidades de Pata de Venado (a), Tierra Blancas (b), Acapetlahuaya (c).



Figura 4. Parcelas establecidas bajo el sistema de frijol intercalado con maíz/hortalizas en las localidades de Tierras Blancas (a), Carrizal de la Vía (b), Pipincatla (c).

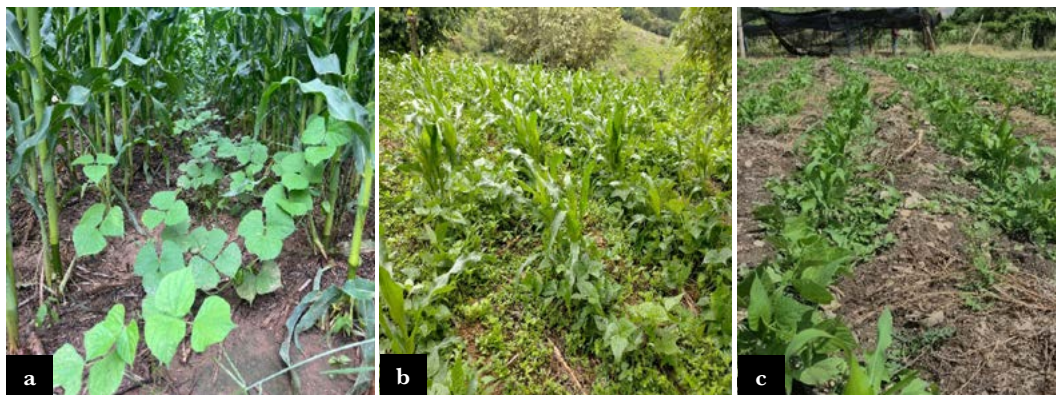


Figura 5. Parcelas establecidas bajo el sistema frijol asociado con maíz en las localidades de Apipilulco (a), Pata de Venado (b), La Hacienda (c).

spp.) y hortalizas, que dan lugar a productos básicos de la dieta tradicional guerrense, principalmente de áreas rurales. Estos sistemas de producción se basan en el hábito de crecimiento de los tipos de frijol, siendo el tipo arbustivo o de mata el más cultivado y en menor frecuencia el de guía.

La preferencia del productor por el tipo arbustivo se debe al ciclo corto para la obtención de cosecha, y que puede ser la razón principal de su alta frecuencia en diversas comunidades; además, tiene la ventaja de sembrarlos en forma intercalada con maíz para obtener producción de ambos cultivos. Mientras que, los frijoles de guía tienden a ser de ciclo intermedio a tardío (>120 días) y necesitan de tutores (sistema asociado), ya que sin soporte casi no producen grano.

En zonas altas (1,000 a 2,800 m de altitud) de la región Montaña, los productores prefieren cultivar el frijol ayocote con respecto a otros tipos de frijol (como el frijol común), por el tamaño de la vaina y del grano, el cual lo asocian a un mayor rendimiento, y por el cual obtienen un mejor precio de venta, además de que presenta mayor adaptación a las condiciones de producción, en ocasiones restrictivas de la región, como la falta o el exceso de precipitación (sequías, inundaciones), temperaturas bajas (2 a 5 °C) y presencia de heladas (0 a -2 °C).

La comercialización de la cosecha del cultivo de frijol varía entre regiones del estado, pero la mayor parte se destina para el autoconsumo. Algunos campesinos emplean una cantidad menor de su cosecha para la venta, con vecinos de la comunidad, en los mercados locales y regionales cercanos, y en algunos casos realizan el trueque por otros alimentos. Por ejemplo, en la comunidad de Copanatoyac el frijol común conocido localmente como Chaparro (*P. vulgaris*), es la principal actividad económica (mano de obra) y estrategia de sobrevivencia (fuente de alimento-proteína) de las familias campesinas de origen ancestral Na savi. Por otro lado, los residuos del cultivo también llamados paja, se utilizan para alimentar el ganado bovino o caprino.

Innovación, Impactos e Indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Recursos Humanos Comercio Generación de empleos Capacitación	Número de familias beneficiadas Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio	Productores independientes	Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)				
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Comunidades Agrarias					
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo	Poblaciones en particular					

Higuerilla (*Ricinus communis* L.) como bioinsecticida: ¿una alternativa realmente sustentable?

Karen Nayeli Cedillo González¹; Luis Antonio Tarango Arámbula^{1*}; Cristian Nava-Díaz²; Jorge Cadena Iñiguez¹; Jorge David Cadena Zamudio³

¹ Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí, C. de Iturbide 73, 78622 Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado de Fitopatología, Km. 36.5 Carretera México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56264.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Recursos Genéticos. Blvd. de la Biodiversidad #400 Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, 47600.

* Autor de correspondencia: ltarango@colpos.mx

Cómo citar: Cedillo González, K. N., Tarango Arámbula, L. A., Nava-Díaz, C., Cadena Iñiguez, J., Cadena Zamudio, J. D., & Méndez Gallegos, S. de J. (2026). Higuerilla (*Ricinus communis* L.) como bioinsecticida: ¿una alternativa realmente sustentable?. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.644>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 75-79.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International

Problema

Para producir alimentos demandados por una población humana en continuo crecimiento, la agricultura intensiva moderna ha incrementado significativamente el uso de plaguicidas sintéticos como estrategia de control de plagas. En el centro y el norte de México, los sistemas hortícolas dependen en gran medida de estos insumos, lo que ha generado efectos ambientales adversos. Los principales impactos ambientales son la contaminación de suelos y cuerpos de agua, la disminución de polinizadores y de fauna benéfica, la generación de resistencia en insectos plaga y el riesgo de bioacumulación de compuestos tóxicos en el suelo. En este contexto, *Ricinus communis* L. (higuerilla) ha sido propuesta como fuente de compuestos con actividad insecticida, y se utiliza como extracto vegetal y aceite como bioinsecticida dentro de esquemas de Manejo Integrado de Plagas (MIP). Sin embargo, aún existe un vacío en la evaluación integral de su sustentabilidad desde un enfoque multidimensional. El objetivo de esta propuesta fue analizar la congruencia entre el uso de *Ricinus communis* L. como bioinsecticida y los principios internacionales de sustentabilidad.

Solución planteada

Se realizó un análisis conceptual de los principios establecidos en instrumentos internacionales y de las acciones propuestas para la implementación de *Ricinus communis* L. como bioinsecticida en sistemas agrícolas mexicanos. El análisis se estructuró considerando las siguientes dimensiones: ambiental, social, económica y de gobernanza. En este contexto, se proponen indicadores de seguimiento para evaluar la congruencia práctica



entre el uso del bioinsecticida y los principios internacionales establecidos en la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano (1972), la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (2002), el Protocolo de Kioto (1997) y el Protocolo de Nagoya (2010).

Asimismo, se realizó un análisis de la congruencia entre los principios establecidos en los instrumentos internacionales de sustentabilidad y las acciones asociadas al uso de *Ricinus communis* L. como bioinsecticida. A partir de este análisis, se identificaron indicadores ambientales, sociales, económicos y de gobernanza que permiten evaluar si la implementación de esta alternativa agrícola contribuirá efectivamente a los objetivos de sustentabilidad global, en particular en términos de reducción de la contaminación, fortalecimiento del desarrollo rural y uso responsable de los recursos biológicos. Este enfoque permite traducir conceptos cualitativos de sustentabilidad en métricas comparables, lo que facilita su interpretación y aplicación en contextos reales.

En el Cuadro 1 se especifica la relación entre el objetivo del estudio y los indicadores de sustentabilidad, y en el Cuadro 2 se describe la congruencia entre instrumentos internacionales de sustentabilidad en el uso de *Ricinus communis* L. como bioinsecticida.

Cuadro 1. Relación entre el objetivo de esta propuesta y los indicadores de sustentabilidad en el uso de *Ricinus communis* L. como bioinsecticida.

Instrumento internacional	Principio relevante	Relación con el objetivo de esta propuesta	Aplicación en el uso de <i>Ricinus communis</i> L. como bioinsecticida
Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano (1972)	Principios 1, 2 y 6: Derecho a un ambiente sano; prevención de la contaminación; manejo racional de recursos naturales	Permite evaluar si el uso de bioinsecticidas contribuye a la sustentabilidad ambiental	Sustitución de plaguicidas sintéticos por extractos vegetales menos contaminantes
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992)	Principios 10, 15 y 17: Principio precautorio; participación pública; evaluación de impacto ambiental	Permite analizar si el bioinsecticida se implementa bajo criterios científicos y con participación social	Evaluación de toxicidad, capacitación de productores e inclusión en Manejo Integrado de Plagas
Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (2002)	Principio 4: Integración de dimensiones ambiental, social y económica del desarrollo sostenible	Permite identificar la contribución del bioinsecticida al desarrollo sostenible	Reducción de contaminación, protección de la salud agrícola y disminución de costos productivos
Protocolo de Kioto (1997)	Art. 2 y 10 : Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Permite evaluar la contribución del bioinsecticida a la mitigación del cambio climático	Sustitución de agroquímicos derivados del petróleo por insumos vegetales
Protocolo de Nagoya (2010)	Art. 5 y 6: Acceso a recursos genéticos; distribución justa de beneficios; protección del conocimiento tradicional	Permite analizar la gobernanza y equidad en el uso de recursos biológicos	Uso legal del recurso genético y reconocimiento del conocimiento tradicional asociado a <i>Ricinus communis</i>

Cuadro 2. Congruencia entre instrumentos internacionales e indicadores de sustentabilidad en el uso de *Ricinus communis* L. como bioinsecticida.

Instrumento internacional	Principio relevante	Aplicación en el uso de <i>Ricinus communis</i> L. como bioinsecticida	Dimensión de sustentabilidad	Indicadores de evaluación
Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano (1972)	Principios 1, 2 y 6: Derecho a un ambiente sano; prevención de la contaminación; manejo racional de los recursos naturales	Sustitución parcial de plaguicidas sintéticos por bioinsecticidas vegetales para reducir contaminación en suelo y agua	Ambiental	Reducción del uso de plaguicidas sintéticos; niveles de residuos químicos en suelo; recuperación de fauna benéfica
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992)	Principios 10, 15 y 17: Principio precautorio; participación pública; evaluación de impacto ambiental	Evaluación de toxicidad del extracto vegetal, capacitación a productores e integración en programas de Manejo Integrado de Plagas	Ambiental y social	Número de productores capacitados; monitoreo de organismos no objetivo; implementación de prácticas de MIP
Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (2002)	Principio 4: Integración de dimensiones ambiental, social y económica del desarrollo sostenible	Producción agrícola sostenible mediante reducción de agroquímicos y fortalecimiento de capacidades locales	Ambiental, social y económica	Reducción de costos de producción; disminución de intoxicaciones humanas; incremento de adopción de prácticas sostenibles
Protocolo de Kioto (1997)	Art. 2 y 10: Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero; desarrollo sostenible	Sustitución de insumos petroquímicos por bioinsecticidas vegetales y promoción de prácticas agrícolas sostenibles	Ambiental	Reducción indirecta de emisiones de CO ₂ ; superficie agrícola con prácticas sostenibles; evaluación de huella de carbono
Protocolo de Nagoya (2010)	Art. 5 y 6: Acceso a recursos genéticos; distribución justa y equitativa de beneficios; protección del conocimiento tradicional	Uso legal del recurso genético de <i>Ricinus communis</i> L. y reconocimiento del conocimiento tradicional asociado a su uso	Social y legal	Existencia de permisos de acceso; acuerdos de distribución de beneficios; participación de comunidades locales

Los indicadores de sustentabilidad identificados en los Cuadros 1 y 2 se transformaron en variables cuantitativas mediante una escala ordinal de congruencia (1=baja, 2=media, 3=alta). Con base en esta codificación, se construyó una matriz de evaluación multicriterio de la congruencia entre indicadores de sustentabilidad y principios internacionales que permitió estimar un índice de sustentabilidad por dimensión (ambiental, social, económica y de gobernanza) para identificar los indicadores que contribuyen en mayor medida a la variabilidad del sistema de sustentabilidad evaluado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Matriz de evaluación multicriterio de indicadores de sustentabilidad y principios internacionales.

Instrumento	Ambiental	Social	Económico	Gobernanza
Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano	3	1	1	1
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo	3	3	1	2
Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible	3	3	3	2
Protocolo de Kioto	3	1	2	1
Protocolo de Nagoya	2	3	2	3

Escala aplicada: congruencia baja=1, congruencia media=2 y congruencia alta=3.

Dado el carácter conceptual del análisis, no se aplicaron pruebas de consistencia interna, como el alfa de Cronbach; en su lugar, se privilegió un enfoque de evaluación multicriterio basado en la integración de indicadores. En este sentido, el estudio se sustenta en un análisis de congruencia conceptual, por lo que no se emplearon pruebas inferenciales, sino métricas orientadas a la integración y la comparación de indicadores.

La matriz de evaluación multicriterio mostró que la dimensión ambiental presentó los valores más altos de congruencia, mientras que las dimensiones sociales, económicas y de gobernanza presentaron valores intermedios, lo que sugiere que la implementación del bioinsecticida basado en *R. communis* L. se encuentra más alineada con los objetivos ambientales que con los aspectos socioeconómicos e institucionales (Cuadro 3).

Retribución social

La presente propuesta constituye una retribución integral social, desarrollada en el marco del curso IRN 617-Fundamentos de Sustentabilidad Aplicados a la Investigación: Estudio de Caso, y tuvo como propósito generar conocimiento útil y aplicable que fortalezca los procesos de investigación con enfoque sustentable.

Esta propuesta conceptual puede ser utilizada como herramienta para evaluar la sustentabilidad de iniciativas públicas y privadas, y se pone al servicio de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, centros públicos de investigación, organizaciones no gubernamentales, y comunidades rurales y urbanas, orientada a la atención de problemáticas socioambientales mediante estrategias integrales y contextualizadas. En este sentido, la propuesta se materializa en el fortalecimiento del desarrollo rural sostenible mediante la integración de beneficios ambientales, sociales y económicos derivados del uso de *Ricinus communis* L., contribuyendo al bienestar de las comunidades agrícolas y promoviendo la transición hacia sistemas productivos más resilientes y sustentables, en concordancia con los principios internacionales de sustentabilidad y su aplicación en el contexto agrícola de México.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación	Competitividad Recursos Humanos Comercio	Patentes solicitadas y concedidas Numero de tesis Número de publicaciones
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Comunidades Agrarias	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)		Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Generación de empleos Capacitación	Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo		Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planificación financiera, de informática y de investigación científica. Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				

Rescate de Maíces Criollos por los Sembradores de la Sierra de Zongolica: un ejercicio participativo

Yamaris Swaby Quao¹; Pérez-Vázquez Arturo^{1*}; Escamilla-Prado Esteban²

¹ Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Carretera Federal Xalapa-Veracruz, km 88.5, Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. C. P. 91690.

² Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Académico Regional Sede Huatusco Carretera Federal Huatusco Xalapa Km 6.5, Ver. C. P. 94100.

* Autor para correspondencia: parturo@colpos.mx

Cómo citar: Swaby Quao, Y., Pérez-Vázquez, A., & Escamilla-Prado, E. (2026). Rescate de Maíces Criollos por los Sembradores de la Sierra de Zongolica: un ejercicio participativo. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.645>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero, 2026. pp: 81-83.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International

Problema

México es el centro de origen, diversificación y domesticación del maíz (*Zea mays* L.), cultivo ancestral, cuya diversidad está relacionado con las diversas comunidades indígenas del país. La Sierra de Zongolica, Veracruz, presenta una alta riqueza biocultural, sin embargo los maíces criollos enfrentan una posible erosión genética provocada por la introducción de variedades híbridas comerciales y el cambio climático, que comprometen la pureza y presencia de los maíces. Estos maíces poseen una plasticidad fenotípica superior, pero su valor cultural y nutricional es subestimado o se carecen estudios actualizados. Esta falta de información, sumada a la presión por uniformizar los granos, pone en riesgo la soberanía alimentaria y la resiliencia de los agroecosistemas milpa en regiones indígenas.

Solución planteada

La estrategia de intervención se basa en el Programa Sembrando Vida (PSV) como una plataforma de conservación *in situ* de los maíces criollos y otro tipo de agrobiodiversidad. A través del sistema de Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF), se ha logrado reconfigurar la dinámica productiva, que favorecen el cultivo y preservación de los maíces criollos. Este modelo permite que los procesos evolutivos continúen en respuesta a las presiones ambientales actuales, y mediante el trabajo arduo de mejoramiento genético indígena. Un



componente fundamental en este proceso son las Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC), los cuales son espacios de la interacción constante entre técnicos y sembradores que ha permitido sistematizar el conocimiento tradicional, transformando la percepción del maíz de un simple cultivo de subsistencia a un activo único y valioso para asegurar la soberanía alimentaria.

El Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, mediante talleres participativos ha realizado la caracterización morfológica de la diversidad de los maíces criollos en la sierra de Zongolica, Veracruz. Esto ha permitido vincular los saberes indígenas y la ciencia a través de un fitomejoramiento participativo. Este tipo de talleres permite que el agricultor encuentre un valor diferenciado en sus maíces criollos, convirtiéndose en celosos guardianes de su diversidad de maíces criollos.

Por tanto, se propuso realizar un taller participativo para la identificación y caracterización de maíces criollos, con las CACs de la Sierra de Zongolica. El taller se consolidó como un ejercicio de retribución social y de encuentro de sembradores en la Sierra de Zongolica. Un factor importante en este ejercicio fue la participación de los Técnicos del PSV, particularmente de la coordinación de la Ruta 15 del PSV.

Al llegar, los sembradores, guardianes de una herencia milenaria, identificaron la identidad de sus maíces, colocando sobre mesas de trabajo mazorcas que usualmente cultivan en sus predios y que son el testimonio vivo de su cultura ancestral. Este primer ejercicio permitió visualizar la diversidad de colores y formas de maíces que estas comunidades han preservado a través de los siglos.

La fase de instrucción fue encabezada por los investigadores del COLPOS, quienes brindaron la orientación metodológica tanto al coordinador de ruta como a los técnicos y sembradores. En un diálogo que trascendió lo técnico, se explicó cómo la realizar la caracterización morfológica. Este acompañamiento fomentó un diálogo horizontal y bilíngüe, donde el lenguaje técnico de la academia se entrelazó con el náhuatl para definir las características distintivas de cada material genético, asegurando que toma de datos fuera precisa y profundamente respetuosa de la historia de sus maíces.

Además, se realizó el ejercicio de consulta sobre tolerancia de sus maíces a eventos climáticos extremos. Los sembradores nahuas escucharon con atención la importancia de vincular sus observaciones empíricas respecto a la tolerancia de sus maíces a bajas temperaturas, sequías recurrentes, olas de calor, entre otras.

Toda la información recabada fue sistematizada en papelógrafos distribuidos por cada CAC, convirtiéndose en el registro visual de una memoria genética colectiva. En estos lienzos, los sembradores y técnicos compilaron desde el origen familiar de la semilla hasta su comportamiento ante fenómenos climáticos extremos. Estos papelógrafos sirvieron como fuente primaria para una valoración técnica posterior. Este proceso de documentación no solo facilitó la agrupación de razas y variedades, sino que sentó las bases para el Catálogo Comunitario de Maíces Nativos, un documento que servirá de legado biocultural para que la Sierra de Zongolica siga floreciendo en cada surco.

El taller concluyó degustando una diversidad de platillos elaborados con los maíces criollos, además de explicaciones sobre la forma de elaborar cada platillo.



Figura 1. Taller participativo de maíces criollos en la Sierra de Zongolica.



Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Productores independientes Comunidades Agrarias Poblaciones en particular	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Recursos Humanos Comercio Capacitación	Número de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				

Achiote: un tesoro que une sabor y bienestar

Lucero del Mar Ruiz Posadas¹; Luz Adela Guerrero Lagunes¹; Juan Francisco Aguirre Medina³; Jorge Cadena Íñiguez²; Mitzy Irais Rodríguez Juárez¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56264. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

² Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí, C. de Iturbide 73, C.P. 78622. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

³ Universidad Autónoma de Chiapas.

* Autores de correspondencia: lucpo@colpos.mx guerrero.luz@colpos.mx

Problema

Conocido como annatto, es una especia natural obtenida de las semillas de un arbusto cuyo nombre científico es *Bixa orellana* L. originario de América Central y del Sur, ha sido utilizado durante siglos en la cocina tradicional mexicana y caribeña

La industria del achiote

Las tendencias actuales del comercio internacional están presionando por el uso de insumos naturales que contribuyan al desarrollo sustentable y a la producción de productos que no afecten la salud.

En este sentido, su uso y consumo en la industria alimenticia se presenta como una oportunidad al utilizarlo como pigmento natural (debido a la presencia de bixina), substituyendo el uso de colorantes nocivos para la salud. Como condimento, se utiliza en quesos, frijoles, mantequilla, diversos platillos y otros alimentos.

Su actividad biológica comprobada como antimicrobiano, permite su uso como conservador en la industria cárnica.

En los últimos años se han realizado estudios para validar su efecto antiproliferativo

Valor agregado

También conocido como valor añadido, consiste en la transformación de la materia prima a un producto, con la finalidad de darle un mayor valor comercial, sin perder de vista la calidad de su origen.

La transformación permite tener diversos productos con una vida de anaquel mayor al producto original.

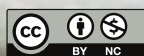
Cómo citar: Ruiz Posadas, L. del M., Guerrero Lagunes, L. A., Aguirre Medina, J. F., Cadena Íñiguez, J., & Rodríguez Juárez, M. I. (2026). Achiote: un tesoro que une sabor y bienestar. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.632>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Íñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 85-90.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



El uso de empaques amigables con el ambiente o de vidrio reutilizables, llaman la atención de los compradores.

La formación de asociaciones es un gran camino para lograr la transformación y dar valor agregado a los cultivos.

Lo anterior promueve el acceso a nuevos mercados y la obtención de mejores ingresos, mejorando la economía local.

En las industrias cosmética, textil, farmacéutica y maderera, se utiliza como colorante, dando a los productos tonalidades que van del terracota al naranja.

Sus componentes fitoquímicos apoyan su uso en la medicina tradicional abriendo una ventana para la elaboración de productos como cremas, bálsamos y geles.

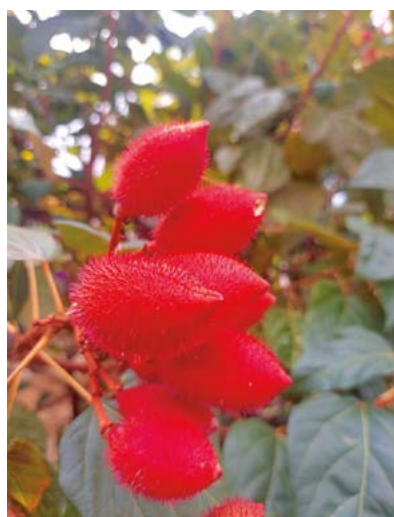
Achiote

Se ha utilizado desde la época prehispánica como un ingrediente base para muchos platillos del sureste de México.

Las semillas contienen una gran cantidad de compuestos entre los que se encuentran los carotenoides, flavonoides, terpenos, fenoles y alcaloides, que le confieren su color y propiedades biológicas

Propiedades y usos del achiote

- Colorante de cosméticos, telas, madera y piel.
- Colorante en la industria alimenticia.
- Ayuda a bajar el azúcar en la sangre (extracto acuoso).
- Antioxidante: previene algunos daños celulares.
- Antimicrobiano: utilizado principalmente en la industria cárnica.
- Anti ulceroso (extracto hidroalcohólico).
- Anti cancerígeno: para algunos tipos de cáncer usando hojas y semillas.
- Cicatrizante.
- Cerco vivo para evitar la erosión de terrenos.





Obtención del colorante

Materiales

- 1 taza de semillas secas de achiote.
 - 2 tazas de agua purificada.
- Colador de malla fina o .25 m de manta cruda.

Procedimiento

- Remojar las semillas en las dos tazas de agua por 2 horas.
- Posterior al remojo hervir por media hora a fuego bajo.
- Filtrar con un colador de malla fina o la manta.
- Se obtiene un líquido de color rojizo, que es el colorante de achiote.
- Almacenar en un frasco de vidrio.
- Etiquetar con el nombre de la especie y la fecha.
- Almacenar en un lugar fresco y oscuro hasta su uso que debe ser máximo en una semana.



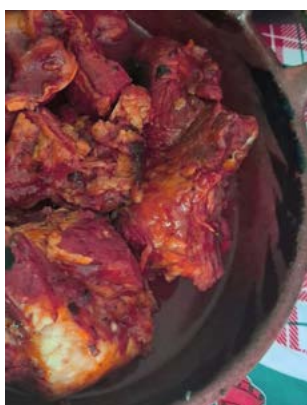
Tinción de textiles con colorante de achiote

Materiales para 1 playera

- 1 cucharada de jabón roma en 2 litros de agua caliente, para el primer lavado.
- 3 L de agua.
- 15 g de alumbre.
- 250 mL de colorante de achiote.

Procedimiento

- Lavar la prenda con agua caliente y jabón Roma, para quitar las gomas, enjuagar.
- Colocar la prenda en 2 L de agua hirviendo con 10% de alumbre (10 gramos por 1 litro de agua), hervir mínimo 30 minutos.
- Retirar la prenda.
- Disolver 250 mL de colorante de achiote en 1.75 L agua hirviendo.
- Agregar la prenda.
- Hervir mínimo 30 minutos. Entre más tiempo se deja, toma un color más intenso.



Recado rojo

Ingredientes

- 100 gr de semillas de achiote.
- ½ cda de comino.
- 1 cdita de orégano.
- 12 pimientos negros.
- 2 pimientos gordas.
- 3 dientes de ajo grandes.
- ½ taza de agua con 2 cdas de vinagre blanco.

Procedimiento

- Remojar en el agua y vinagre las semillas desde la noche anterior.
- Licuar perfectamente todos los ingredientes hasta obtener un preparado muy terso.
- Pase por un colador muy fino.
- Vaciar en moldes hasta que seque la pasta.
- Empaquetar y etiquetar.

El recado rojo impregna sabores apimentados y un leve sabor ahumado a aves, carnes y pescados, además, todo lo que toca lo transforma en tonos rojizos.

Tascalate*Ingredientes*

- 2 tazas de maíz.
- 1 puño de cacao.
- 2 cdas de semillas de achiote.
- Azúcar al gusto.

Procedimiento

- Se seleccionan los granos de cacao, tostando con cuidado sobre el fuego y pulverizando en un molino o metate.
- Se prepara el maíz, tostándolo hasta que adquiera un tono dorado. Se muele hasta convertirlo en polvo fino.
- Las semillas de achiote se muelen hasta convertirlas en polvo.
- Una vez que todos los ingredientes están listos, se mezclan hasta obtener una mezcla homogénea. Es en este momento que se puede agregar un toque de canela en polvo si lo desea.
- Finalmente, se agrega agua caliente o fría y azúcar al gusto.

**Aceite de achiote***Ingredientes*

- ½ taza de semillas de achiote.
 - 1 litro de aceite puede ser oliva o cualquiera que tengan.
- Se pueden agregar especias al gusto (ajo, pimienta, cebolla, hierbas aromáticas, etc.).

Procedimiento

- Se calienta el aceite junto con las semillas a fuego medio hasta que las semillas empiecen a desprender su color.
- Se sofríe el achiote durante unos cinco minutos hasta que el aceite adquiera un tono rojizo.
- Se retira del fuego y se deja reposar para enfriar.



Oleato de achiote

Se utiliza en la industria cosmética para bálsamos, cremas pomadas y geles.

Materiales

- 1 frasco de vidrio con capacidad de medio litro.
Semillas de achiote (cantidad necesaria).
Aceite comestible (puede ser cártamo, de oliva).
- 1 olla con agua para baño María.

Procedimiento

- Esterilizar el frasco de vidrio y su tapa en agua hirviendo. Dejar secar.
- Colocar una cantidad de semillas de achiote en el frasco de vidrio.
- Cubrirlas con aceite a que sobresalga aproximadamente 2 cm sobre el nivel de las semillas.
- Poner el frasco en baño María a fuego medio, evitar que el agua hierva.
- Dejarlo 20 minutos con agitación frecuente hasta que el aceite tome una tonalidad casi roja.
- Sacar el frasco del agua y dejar enfriar, tapar y almacenar lejos de la luz o cubierto con papel periódico o aluminio.



Bálsamo labial de achiote

Materiales

- 1 recipiente pequeño de vidrio o metal resistente al calor.
- 1 cacerola con agua para baño María.
- 3.5 o 4 g de Cera de abeja.
- 2 g Manteca de Karité o de Mango.
- 3 g Oleato de achiote.
- 3 g Manteca de cacao.
- 1 g Vitamina E.
- 1 g Aceite de coco o almendras.
- 0.5 g Miel de abeja.

Procedimiento

- Poner a fundir en el contenedor pequeño, la cera de abeja, la manteca de cacao y la manteca de karité.
- Tener cuidado de que el recipiente en donde se colocaron las grasas no esté en contacto con el agua, sólo con el vapor.
- Retirar el contenedor de la olla.
- Añadir el resto de los ingredientes y mezclar muy bien.
- Verter la mezcla a tarros o envases ecológicos para labiales.
- Etiquetar.

Ungüento para el dolor

Éste producto es una excelente ayuda para el tratamiento de dolores musculares.

Materiales

5 g Oleato de árnica.

8 g Oleato de achiote.

8 g Oleato de romero.

2 g Mentol al 4% en alcohol.

5 g Cera de abeja.

10 gotas Aceite esencial de romero.

5.5 g Manteca de cacao.

1 g Vit. E.

Procedimiento






- Poner todos los ingredientes, excepto el aceite esencial de romero y la Vit E, en un recipiente de vidrio o acero inoxidable.
- Colocarlos a baño María a que se derritan la cera y la manteca.
- Quitar del baño Maria y mezclar los ingredientes para que baje un poco la temperatura.
- Añadir el aceite de romero y la Vit E que sirve como conservador antioxidante.
- aceites de romero, achiote y árnica.



Agradecimientos

Al Colegio de Postgraduados, al SECIHTI y a la Universidad Autónoma de Chiapas por el apoyo para la realización del proyecto sobre algunas líneas cancerígenas, lo que apoyaría su uso de manera complementaria al tratamiento médico.

El chimal patrimonio biocultural del Semidesierto Queretano y propuesta de acciones para su conservación

Ortiz-Martínez, L. Eder¹ ; González-Santos, Rosalinda^{1*} ; Hernández-Sandoval, Luis¹ ; Herrera-Paniagua, Patricia¹ ; Nicolás-Garibay, Claudia S.² 

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, Laboratorio de Botánica- Banco de Germoplasma. Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Querétaro, Querétaro. C.P. 76230.

² Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Oficina de representación en Querétaro. Calle Ignacio Pérez No. 50 Sur, Col. Centro, C.P. 76000, Santiago de Querétaro, Querétaro.

* Autor para correspondencia: rosalin.gonzalez@uaq.mx

Introducción

En el municipio de Tolimán, Querétaro, México, se elabora anualmente una ofrenda denominada chimal. Este rito forma parte de las tradiciones que refuerzan la identidad, fortalecen el tejido comunitario e incentivan el flujo de recursos económicos gracias al gran número de visitantes locales y foráneos que atrae. La materia prima para la construcción del chimal es la cucharilla (*Dasylium acrotrichum* (Schiede) Zucc.), una especie enlistada como amenazada en la NOM-059-SEMARNAT 2010 (SEMARNAT 2010). La importancia biocultural de la cucharilla contrasta con el escaso número de estudios etnobotánicos, ecológicos y demográficos de sus poblaciones. Este documento recaba información obtenida durante el levantamiento del chimal en septiembre del 2025, datos de la representación en Querétaro de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e información bibliográfica. El objetivo es ofrecer una descripción biocultural del chimal y una propuesta de acciones para la conservación de la tradición y la especie.

El chimal o k'ami

El chimal es una ofrenda que se levanta anualmente en los atrios de capillas, templos e iglesias de distintas comunidades genéricamente llamadas otomí-chichimecas (López-Ugalde, 2025), integradas por comunidades ñoñhö (otomí), éza'r (jonaces) y xi'uy-xi'oi (pames) de los estados de Guanajuato y Querétaro. Esta ofrenda es tejida con hojas de cucharilla y carrizo (*Phragmites australis*), montada en dos grandes postes de oyamel (*Abies religiosa*) y decorada con panes, tortillas y cosechas locales (Figura 1a). La palabra chimal deriva del náhuatl *chimalli*, que significa y representa al escudo que portaban los guerreros mexicas (Viccon-Esquivel *et al.*, 2022). Por otro lado, el nombre *hñoñho* (otomí del noreste) para esta ofrenda es *k'ami*, que

Cómo citar: Ortiz-Martínez, L. E., González-Santos, R., Hernández-Sandoval, L., Herrera-Paniagua, P., & Nicolás-Garibay, C. S. (2026). El chimal patrimonio biocultural del Semidesierto Queretano y propuesta de acciones para su conservación. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.640>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 91-95.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



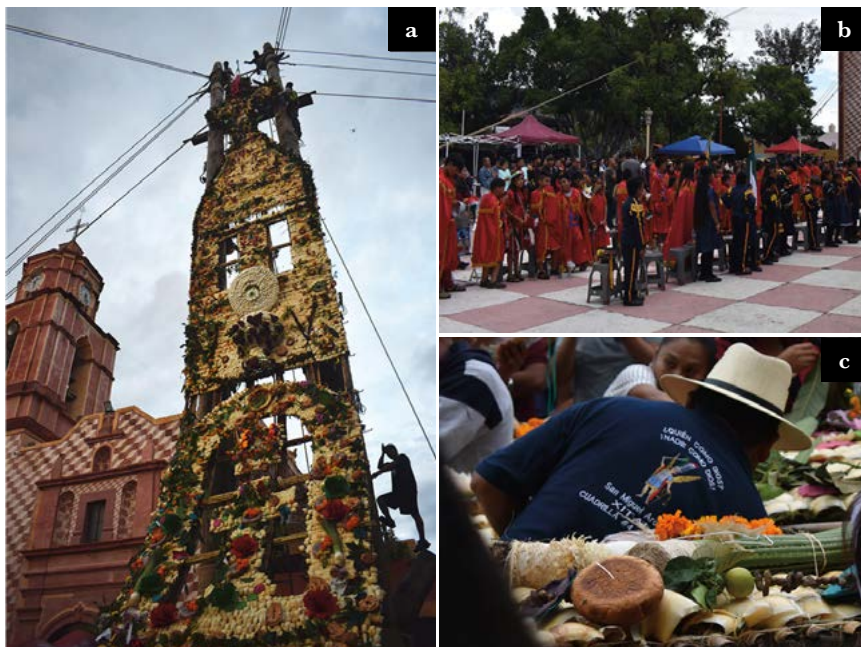


Figura 1. a. Levantamiento del chimal. b. Cuadrillas de danza. c. Cuelga de ofrendas en el chimal. San Miguel Tolimán, Tolimán, Querétaro, 2025.

significa verdor y hace referencia al color verde de la vegetación después de las lluvias. El chimal de la comunidad de San Miguel Tolimán destaca no solo por sus dimensiones de 22 m de alto, sino por ser uno de los momentos cumbre de una de las tradiciones otomí-chichimecas reconocidas por la UNESCO desde 2009 como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad (UNESCO 2009).

Una tradición con más de medio siglo de historia

De acuerdo con los testimonios recabados, además de una ofrenda, el chimal es un símbolo de la recepción de la religión católica después de una férrea resistencia que los antepasados ofrecieron contra la evangelización. Lo cual comprendió una alianza entre misiones franciscanas y grupos ñoñhō provenientes del señorío de Jilotepec para someter y asentar a los grupos nómadas chichimecas que habitaban la región (Mendoza *et al.*, 2006). Es así como el chimal integra la identidad tolimense en expresiones del mestizaje entre las culturas ñoñhō, chichimeca y española. Lo anterior se hace evidente durante las “danzas de la conquista” que forman parte importante de la tradición.

Aunque el templo de San Miguel Arcángel se construyó entre los siglos XVII y XVIII, el registro documental indica que el primer chimal en honor a San Miguel se levantó en 1940 a 11 kilómetros de distancia en Higuera (Ugalde-Vega, 2013), hoy barrio de Casa Blanca. Antiguamente el chimal era construido anualmente frente a la capilla familiar del mayor a cargo, donde también se resguardaba a la figura histórica de San Miguel Arcángel. Según relató el colaborador Anselmo Luna (27 de septiembre de 2025), fue en 1975 en que se modificó la tradición y el chimal se comenzó a instalar permanentemente frente al Templo de San Miguel.

Fiesta patronal de tres meses

La fiesta patronal de San Miguel Arcángel inicia desde el último día de junio, cuando desde los cinco barrios principales de Tolimán, San Miguel, El Molino, Casas Viejas, Casa Blanca (Higueras) y Las Lomas inician una peregrinación por las capillas familiares. Cada barrio tiene a su propio arcángel y es recibido durante dos días en los que se le vela y se ofrece posada a los asistentes. El simbolismo de este rito radica en que las capillas familiares ñoño son recintos en los que se comunican con sus antepasados y son un eslabón entre los mortales y el mundo de los dioses (Ugalde-Vega, 2013).

Los preparativos para vestir al chimal con su nueva ofrenda inician a principios de septiembre. Las personas encargadas de conseguir las cucharillas, carrizo y otros materiales para el chimal cumplen el cargo de xitales, palabra derivada de *xita*, que en *hñoño* y significa ancestro. La obtención de los materiales debe cumplirse antes del 16 de septiembre y, de acuerdo con los xitales, es una tarea cada vez más difícil debido a que hay menos cucharillas y éstas se encuentran en terrenos de más difícil acceso. Los preparativos continúan el día 21 de septiembre con la bajada del chimal del año anterior para quitar las hojas secas de cucharilla y reparar los segmentos de carrizo que lo requieran. Posteriormente, el 25 de septiembre se reúnen los representantes de las cuadrillas de los cinco barrios para decorar al chimal con su nueva ofrenda. La actividad la encabezan los cargueros, cargo de mayor jerarquía, y cada cuadrilla se encarga de vestir un segmento de cuatro metros del chimal. Esta cooperación en la elaboración de la ofrenda es una expresión de importancia de la reciprocidad para los ñoño, pues en ella se manifiesta el esfuerzo colectivo, el intercambio de trabajo y recursos para el pedimento de favores comunes como la fertilidad o el buen temporal (Borja-Cruz, 2021).

El día 27 de septiembre inicia el levantamiento del chimal con la peregrinación de los cinco arcángeles viajeros de cada cuadrilla hacia el templo de San Miguel Arcángel. Las cuadrillas de la danza tienen su momento estelar después de tres meses de practicar sus danzas y versos. Ataviados de los trajes rojos del frente indígena y la bandera de México, el monarca y chimal, ahora en forma de guerrero, enfrentan simbólicamente mediante versos al frente colonizador español encabezado por Cortés y Alvarado, quienes visten trajes azules y la bandera española (Figura 1b). Posteriormente, el chimal es sahumado y trasladado a la plaza del templo donde se le colocan las ofrendas personales: flores, frutos, pan y tortillas (Figura 1c), para después ser bendecido con aguardiente y pulque. Finalmente, el chimal es levantado por un grupo de voluntarios coordinados por los cargueros. Durante los siguientes días se celebran las danzas y ritos católicos hasta el 29 de septiembre. El 30 de septiembre se lleva a cabo la ceremonia de cambio de sonajas con la que se renuevan las cuadrillas de danza de los cinco barrios. La celebración anual termina el 1 de octubre con la ceremonia de cuelgas y descuelgas que consiste en el relevo anual de los cargueros.

¿Qué es la cucharilla?

Dasyllirion acrotrichum es una especie de la familia Asparagaceae. Son plantas arbustivas, perenes, policárpicas y dioicas cuyas rosetas foliares formadas por hojas con márgenes aserrados alcanzan hasta 1.5 m de diámetro (Figura 2a). Su hábitat natural son los matorrales xerófilos y bosques de encino de zonas áridas y semiáridas del centro de México

(Hernández-Sandoval, 2020; Viccon-Esquivel *et al.*, 2022). Algunas de sus características biológicas, como sus ciclos de vida largos, lento crecimiento y bajas tasas de reclutamiento natural (Mandujano *et al.*, 2025) las hacen vulnerables a perturbaciones antropogénicas. Entre estas destacan el cambio de uso de suelo para actividades mineras y obras de infraestructura, el sobrepastoreo y la sobrecolecta, observadas durante los recorridos en campo en el año 2025 y señaladas por Viccon-Esquivel *et al.*, 2022 (Figura 2 b,c).

Paradoja entre la conservación de la tradición y la cucharilla

La sobreexplotación de algunas poblaciones de cucharilla preocupa a usuarios, autoridades ambientales y académicos. De acuerdo con datos de la representación de SEMARNAT en Querétaro, durante el periodo 2009-2024, bajo las especificaciones de la Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (DOF, 2014), se autorizó el aprovechamiento de 3,312 plantas para ritos y ceremonias tradicionales en el estado. En específico para el chimal de la fiesta patronal de San Miguel Arcángel se autorizó un promedio anual de 124 plantas. En entrevistas que se aplicaron a 36 colaboradores durante la fiesta patronal del año 2025, 99% (35) reconocieron la creciente dificultad para conseguir la cucharilla. Ante la pregunta sobre la posibilidad de sustituir la planta con otro material, la respuesta fue una negativa rotunda. Solo tres personas manifestaron apertura a la sustitución de la cucharilla, refiriendo que pronto será necesario.

Propuesta de acciones para la conservación de la tradición y la cucharilla

La cucharilla es un elemento irremplazable en la tradición del chimal en San Miguel Tolimán, pero su estatus como especie amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 obliga a tomar acciones para su uso sustentable. La categoría amenazada plantea un peligro de extinción en el corto o mediano plazo, si siguen operan-



Figura 2. a. *Dasyliirion acrotrichum*. b. Destrucción de hábitat por actividades mineras. c. Ganadería de libre pastoreo. Tolimán, Querétaro 2025.

do los factores que inciden negativamente en el deterioro o modificación de su hábitat o en la viabilidad y tamaño de sus poblaciones (SEMARNAT, 2010). Por lo cual, se proponen acciones para su conservación y aprovechamiento sustentable conforme al segundo plan de acción mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura de la FAO (2012) (Figura 3). Este plan contempla la participación conjunta de centros educativos y de investigación, autoridades gubernamentales y usuarios del recurso.

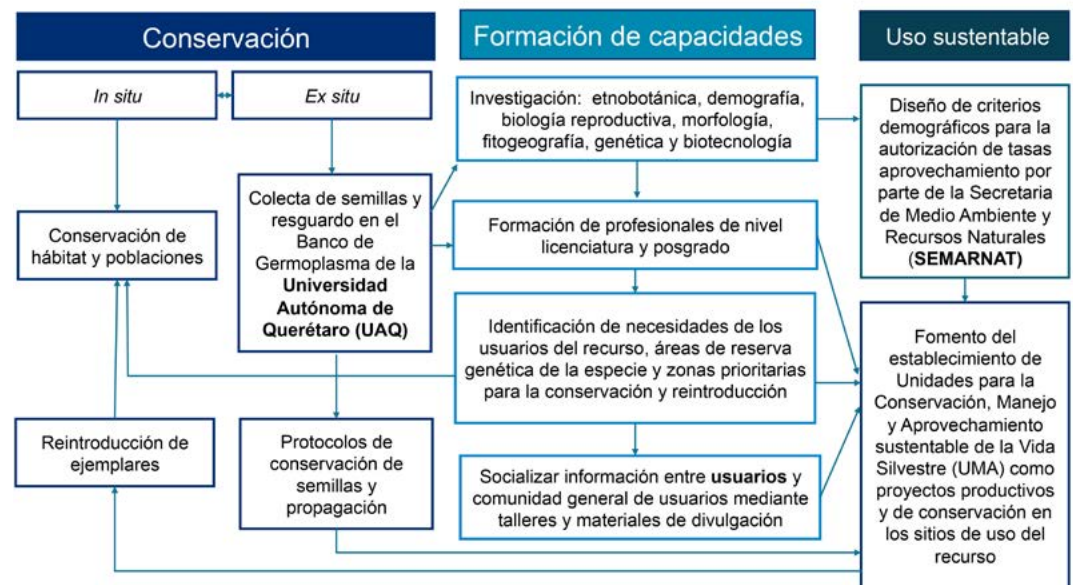


Figura 3. Propuesta de acciones para la conservación y uso sustentable de la cucharilla (*Dasyilirion acrotrichum*) en Tolimán, Querétaro, México.

Conclusión

El chimal es parte de la identidad e historia de las comunidades ñoñhō y mestizas del semidesierto queretano. Sin embargo, la extracción de la cucharilla de su hábitat natural sin programas de manejo, junto con otras actividades antropogénicas que impactan negativamente a sus poblaciones pueden comprometer la continuidad de la tradición. La importancia biocultural de chimal hace necesaria la colaboración entre usuarios del recurso, autoridades y academia en el desarrollo, divulgación e implementación de acciones para la conservación de la tradición y el manejo sustentable de la cucharilla.

Agendas de investigación

Agenda de investigación-innovación en la producción y aprovechamiento del betabel

Guerrero-Rodríguez, Juan¹; Gómez-González, Adrián^{1*}; Olmos-Oropeza, Genaro¹; Cortez-Romero, César¹; Crosby-Galván, María Magdalena²

¹ Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, C.P. 78600. Salinas de Hidalgo, SLP, México.

² Colegio de Postgraduados. Km. 36.5, carretera México-Texcoco, Montecillo. C.P. 56264. Estado de México.

* Autor para correspondencia: agomez@colpos.mx

Línea de investigación 1

Potencial productivo del betabel (*Beta vulgaris* L.) bajo condiciones de fertirriego en Salinas, San Luis Potosí.

Contexto general del tema

En las zonas áridas y semiáridas del centro-norte de México, la producción agrícola se ve limitada por la escasez de agua, la baja fertilidad de los suelos y la dependencia de cultivos tradicionales con rendimientos variables. El fertirriego ha surgido como una alternativa tecnológica que permite mejorar la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes. El betabel (*Beta vulgaris* L.) es un cultivo con alto potencial productivo y buena adaptabilidad; sin embargo, existe poca información local sobre su comportamiento agronómico bajo condiciones de fertirriego en regiones como Salinas, San Luis Potosí, lo que limita su adopción por parte de los productores.

Cómo citar: Guerrero-Rodríguez, J., Gómez-González, A., Olmos-Oropeza, G., Cortez-Romero, C., & Crosby-Galván, M. M. (2026). Agenda de investigación-innovación en la producción y aprovechamiento del betabel. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.639>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 99-108.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International

Objetivo general

- Evaluar el potencial productivo del betabel (*Beta vulgaris* L.) cultivado bajo condiciones de fertirriego en Salinas, San Luis Potosí.

Objetivos específicos

- Cuantificar la producción de biomasa del betabel bajo fertirriego.
- Determinar la producción de materia verde y materia seca.
- Analizar la adaptación del cultivo a las condiciones edafoclimáticas locales.



Metas

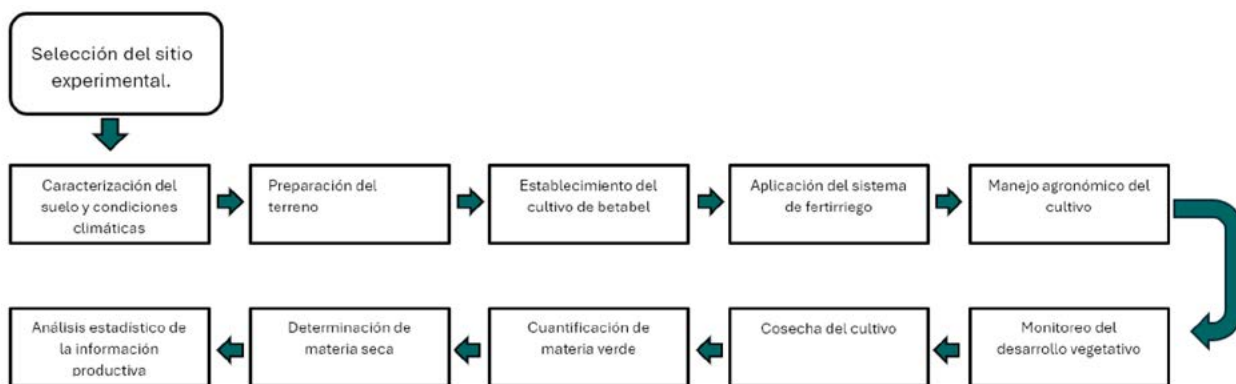
- Generar información productiva del betabel en Salinas, S.L.P.
- Obtener al menos un ciclo productivo documentado bajo fertirriego.
- Elaborar un documento técnico con resultados productivos.

Hipótesis

- El betabel presenta un alto potencial productivo bajo fertirriego en las condiciones agroclimáticas de Salinas, San Luis Potosí.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (Productos)
¿El betabel puede producir suficiente biomasa en Salinas, S.L.P. bajo fertirriego?	¿Cuál es el potencial productivo del betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) cultivado bajo fertirriego en las condiciones agroclimáticas de Salinas, San Luis Potosí?	Potencial productivo del betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) bajo condiciones de fertirriego en Salinas, San Luis Potosí.	<p>Evaluar la producción de biomasa del betabel bajo fertirriego.</p> <p>Cuantificar la producción de materia verde y materia seca.</p> <p>Analizar la adaptación del cultivo a las condiciones locales.</p>	<p>Variables agronómicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emergencia de plántulas - Altura de planta - Número de hojas - Diámetro de raíz - Desarrollo vegetativo <p>Variables productivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producción de materia verde (t ha⁻¹) - Producción de materia seca (t ha⁻¹) - Rendimiento total por hectárea <p>Variables de manejo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lámina de riego aplicada - Frecuencia de fertirriego - Dosis de fertilización <p>Variables ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de suelo - Temperatura - Precipitación - Condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo 	<p>Análisis de varianza (ANOVA)</p> <p>Comparación de medias</p>	<p>Se espera que el betabel presente un buen potencial productivo bajo fertirriego en condiciones de Salinas, S.L.P., siendo esta una zona árida.</p> <p>Se espera que la producción de materia seca pueda ser comparable con la reportada en otras regiones semiáridas, lo que permitiría validar su adaptación local.</p> <p>Se espera identificar las variables que influyen de mayor manera en el rendimiento del cultivo (agua, fertilización, suelo).</p>	<p>Artículo científico sobre productividad del betabel en zonas áridas.</p> <p>Tesis de maestría.</p> <p>Manual técnico para productores agrícolas de la región.</p> <p>Base de datos productiva para futuras investigaciones.</p>

Línea de investigación 2

Evaluación del betabel (*Beta vulgaris* L.) como forraje para la alimentación de animales de granja

Contexto general del tema

La disponibilidad de forrajes de calidad es uno de los principales factores que limitan la productividad pecuaria en zonas áridas. El uso de cultivos alternativos con alto rendimiento y valor nutricional representa una estrategia viable para fortalecer los sistemas de producción animal. El betabel ha sido utilizado como forraje en diferentes regiones; sin embargo, su potencial nutricional y productivo bajo condiciones de fertirriego en zonas áridas no ha sido suficientemente documentado, particularmente para animales de granja.

Objetivo general

- Evaluar el potencial del betabel como forraje para la alimentación de animales de granja.

Objetivos específicos

- Determinar la composición bromatológica del betabel.
- Evaluar su valor nutricional como forraje.
- Comparar su calidad con forrajes convencionales utilizados en la región.

Metas

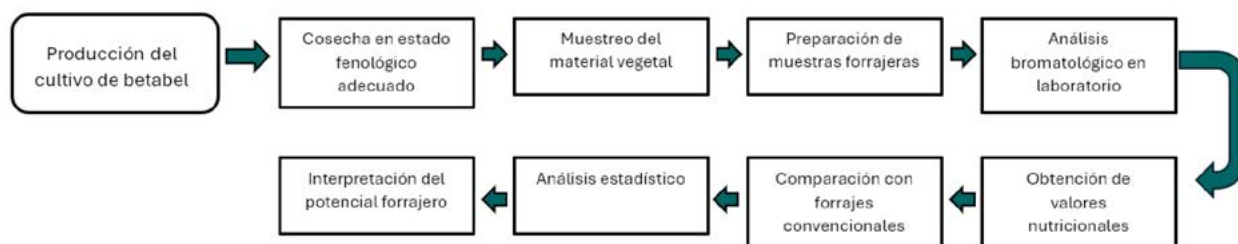
- Obtener análisis bromatológicos del betabel.
- Comparar al menos un forraje convencional con betabel.
- Generar recomendaciones para su uso forrajero.

Hipótesis

- El betabel presenta características nutricionales adecuadas para su uso como forraje en animales de granja.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (Productos)
¿El betabel puede utilizarse como forraje para animales de granja?	¿El betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) presenta características nutricionales adecuadas para su uso como forraje en animales de granja?	Evaluación del betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) como forraje para la alimentación de animales de granja.	Determinar la composición bromatológica del betabel forrajero. Evaluar su valor nutricional para la alimentación animal. Comparar su calidad con forrajes convencionales.	Variables bromatológicas del betabel forrajero: - Contenido de materia seca - Proteína cruda - Fibra detergente neutro (FDN) - Fibra detergente ácido (FDA) - Cenizas Variables nutricionales: - Energía estimada - Fracción fibrosa del forraje	ANOVA Pruebas de comparación de medias Análisis descriptivo	Se espera que el betabel presente valores nutricionales competitivos frente a forrajes tradicionales. Podrían encontrarse diferencias en la calidad bromatológica dependiendo del estado fenológico del cultivo. El betabel podría posicionarse como forraje alternativo o complementario, especialmente en épocas de escasez. Se espera discutir la viabilidad del uso del betabel como forraje desde un enfoque productivo y nutricional.	Artículo científico sobre valor nutricional del betabel forrajero. Recomendaciones técnicas para alimentación animal. Manual de uso del betabel como forraje. Documento técnico de divulgación para productores pecuarios.

Línea de investigación 3

Efecto de la densidad de siembra en la producción de biomasa y calidad forrajera del betabel (*Beta vulgaris* L.)

Contexto general del tema

La densidad de siembra es un factor clave que influye directamente en el rendimiento y calidad de los cultivos forrajeros. Un manejo inadecuado puede provocar competencia entre plantas, afectando la producción de biomasa y su valor nutricional. En el caso del betabel, existe información limitada sobre la densidad óptima de siembra bajo fertirriego en zonas áridas, lo que hace necesario generar conocimiento que permita optimizar su manejo agronómico.

Objetivo general

- Determinar el efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad forrajera del betabel.

Objetivos específicos

- Evaluar diferentes densidades de siembra del betabel.
- Cuantificar la producción de materia seca en cada densidad.
- Analizar el efecto de la densidad en la calidad nutricional.

Metas

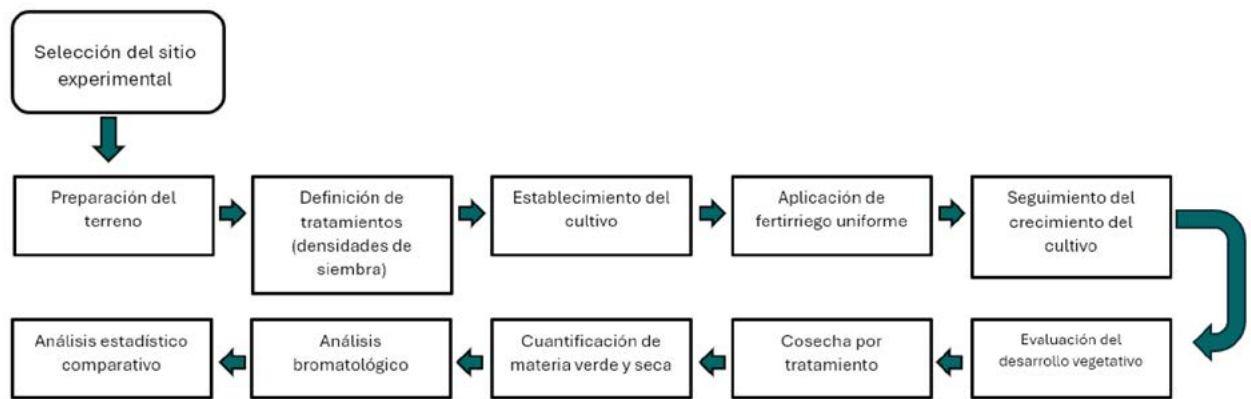
- Identificar la densidad óptima de siembra.
- Obtener información comparativa entre densidades.
- Generar recomendaciones técnicas de manejo.

Hipótesis

- La densidad de siembra influye significativamente en la producción y calidad forrajera del betabel.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (Productos)
¿El betabel puede utilizarse como forraje para animales de granja?	¿El betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) presenta características nutricionales adecuadas para su uso como forraje en animales de granja?	Evaluación del betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) como forraje para la alimentación de animales de granja.	Determinar la composición bromatológica del betabel forrajero. Evaluar su valor nutricional para la alimentación animal. Comparar su calidad con forrajes convencionales.	Variables de establecimiento del cultivo: - Densidad de siembra (plantas ha ⁻¹) - Distancia entre surcos - Distancia entre plantas Variables productivas: - Producción de materia verde - Producción de materia seca - Rendimiento por unidad de superficie Variables de calidad forrajera: - Proteína cruda - FDN - FDA Variables de competencia entre plantas: - Altura de planta - Diámetro de raíz - Uniformidad del cultivo	ANOVA Pruebas de comparación de medias Análisis descriptivo	Se esperan diferencias significativas en la producción de biomasa entre densidades de siembra. Densidades altas podrían incrementar rendimiento, pero afectar la calidad nutricional. Densidades bajas podrían favorecer calidad, pero disminuir producción total. Se espera identificar una densidad óptima que equilibre producción y calidad forrajera.	Artículo científico sobre densidad de siembra en betabel forrajero. Paquete tecnológico de manejo de densidad de siembra. Modelo de manejo agronómico. Capítulo de tesis

Línea de investigación 4

Comparación de variedades de betabel (*Beta vulgaris* L.) para producción forrajera bajo fertirriego.

Contexto general del tema

Las variedades de un cultivo presentan respuestas diferenciadas a las condiciones ambientales y de manejo. La selección varietal adecuada es fundamental para maximizar la producción y calidad forrajera. En el caso del betabel, existen diversas variedades comerciales y forrajeras, pero se desconoce cuál presenta mejor desempeño productivo y nutricional bajo fertirriego en zonas áridas como Salinas, San Luis Potosí.

Objetivo general

- Comparar el rendimiento y la calidad forrajera de diferentes variedades de betabel bajo fertirriego.

Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento forrajero de distintas variedades de betabel.
- Determinar diferencias en la composición bromatológica.
- Identificar la variedad con mayor potencial productivo.

Metas

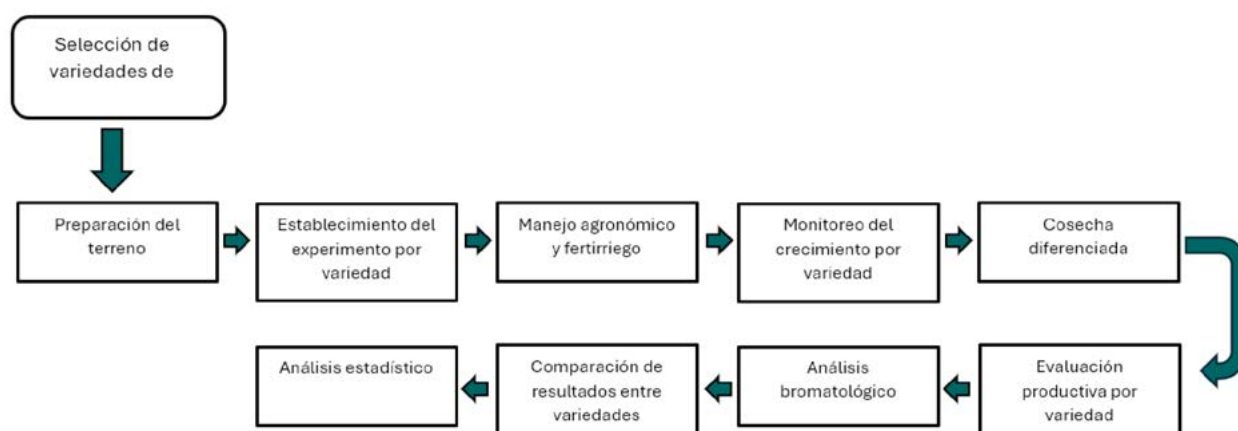
- Evaluar al menos dos variedades de betabel.
- Generar información varietal regional.
- Emitir recomendaciones para selección de variedades.

Hipótesis

- Existen diferencias significativas en la producción y calidad forrajera entre variedades de betabel.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (Productos)
¿El betabel puede utilizarse como forraje para animales de granja?	¿El betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) presenta características nutricionales adecuadas para su uso como forraje en animales de granja?	Evaluación del betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) como forraje para la alimentación de animales de granja.	Determinar la composición bromatológica del betabel forrajero. Evaluar su valor nutricional para la alimentación animal. Comparar su calidad con forrajes convencionales.	Variables varietales: - Variedad de betabel - Tipo de betabel (forrajero o comercial) Variables productivas por variedad: - Producción de biomasa - Producción de materia seca - Rendimiento por hectárea Variables nutricionales por variedad: - Proteína cruda - FDN - FDA - Contenido de cenizas Variables de adaptación: - Desarrollo vegetativo - Respuesta al fertirriego - Adaptación a condiciones locales	ANOVA factorial Comparación de medias Análisis multivariado	Se esperan diferencias productivas y nutricionales entre variedades. Algunas variedades podrían mostrar mejor adaptación a las condiciones de Salinas, S.L.P. La discusión se centrará en la eficiencia productiva y nutricional de cada variedad. Se espera identificar las variedades con mayor potencial forrajero bajo fertirriego.	Artículo científico Recomendaciones para productores. Base de datos Lineamientos para selección de semillas en zonas áridas.

Línea de investigación 5

Producción y aprovechamiento del jugo de betabel (*Beta vulgaris* L.) y su calidad nutricional y funcional

Contexto general del tema

El aprovechamiento agroindustrial de cultivos agrícolas permite generar valor agregado y diversificar los sistemas productivos. El jugo de betabel es un producto con potencial nutricional y funcional; sin embargo, su rendimiento y calidad dependen de factores agronómicos y varietales. En regiones áridas, el uso del betabel para la producción de jugo representa una alternativa poco explorada que podría contribuir al desarrollo agroindustrial local.

Objetivo general

- Evaluar la producción y calidad del jugo de betabel obtenido bajo fertirriego.

Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de jugo de betabel.
- Evaluar la calidad fisicoquímica del jugo.
- Analizar su potencial como producto con valor agregado.

Metas

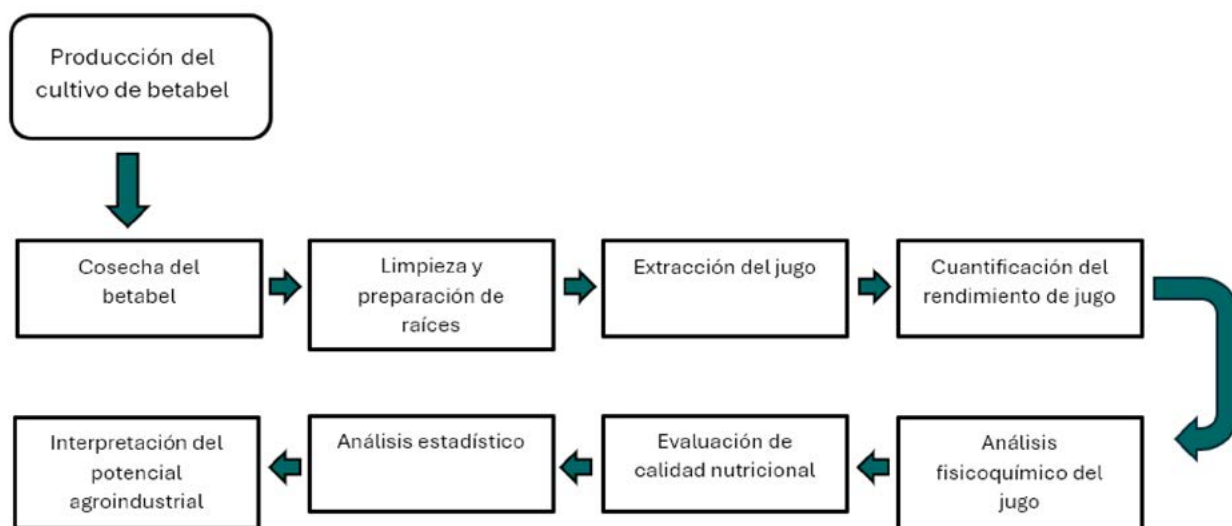
- Obtener jugo de betabel a partir de la producción local.
- Caracterizar su calidad nutricional.
- Generar una propuesta básica de aprovechamiento agroindustrial.

Hipótesis

- El betabel producido bajo fertirriego presenta un buen rendimiento y calidad adecuada para la elaboración de jugo.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	VARIABLES	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (Productos)
¿El betabel puede utilizarse como forraje para animales de granja?	¿El betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) presenta características nutricionales adecuadas para su uso como forraje en animales de granja?	Evaluación del betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) como forraje para la alimentación de animales de granja.	Determinar la composición bromatológica del betabel forrajero. Evaluar su valor nutricional para la alimentación animal. Comparar su calidad con forrajes convencionales.	Variables de producción de jugo: - Rendimiento de jugo (%) - Volumen de jugo obtenido - Relación pulpa-jugo Variables fisicoquímicas del jugo: - pH - Sólidos solubles totales (°Brix) - Color - Acidez titulable Variables nutricionales del jugo: - Contenido de azúcares - Contenido de compuestos funcionales - Valor nutricional estimado	ANOVA Estadística descriptiva Análisis de correlación	Se espera que el betabel presente buen rendimiento de jugo bajo condiciones de fertirriego. Podrían observarse diferencias en calidad fisicoquímica según la variedad. El jugo de betabel podría destacarse por su potencial nutricional y funcional. La discusión se enfocará en su viabilidad agroindustrial y de valor agregado.	Artículo científico sobre calidad del jugo de betabel. Propuesta de proceso agroindustrial. Manual técnico para elaboración de jugo. Desarrollo de producto con valor agregado. Posible registro de marca o modelo de negocio.

Línea de investigación 6

Aprovechamiento del residuo sólido del jugo de betabel (bagazo) como insumo en la alimentación animal

Contexto general del tema

La agroindustria genera subproductos que, en muchos casos, son desaprovechados o considerados residuos. El residuo sólido del jugo de betabel podría representar una fuente alternativa de alimento para animales de granja, contribuyendo a la reducción de desperdicios y al fortalecimiento de sistemas de producción sustentables. No obstante, existe escasa información sobre su valor nutricional y viabilidad como insumo alimenticio.

Objetivo general

- Evaluar el potencial del residuo del jugo de betabel como insumo para la alimentación animal.

Objetivos específicos

- Caracterizar nutricionalmente el residuo del jugo de betabel.
- Comparar su valor nutricional con forrajes convencionales.
- Analizar su viabilidad en la alimentación de animales de granja.

Metas

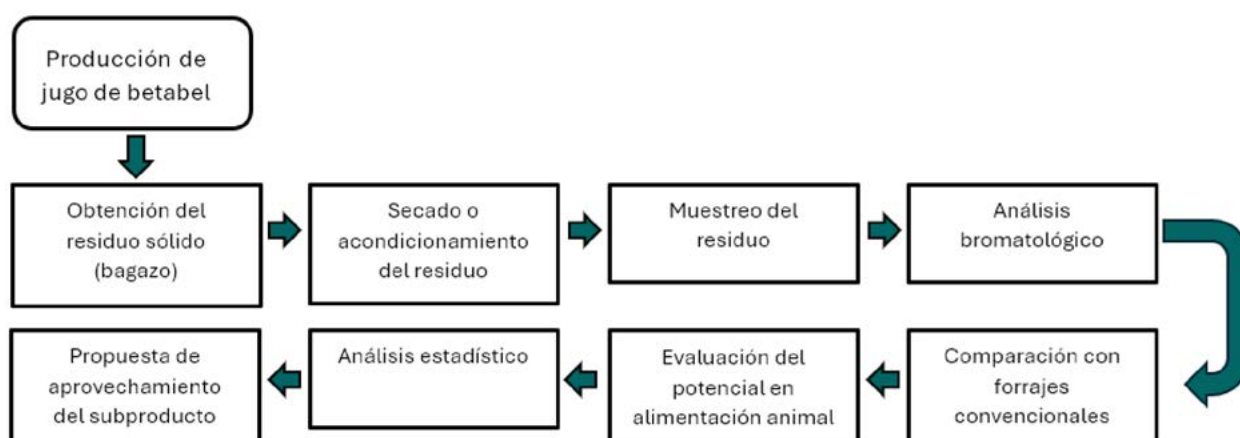
- Obtener análisis bromatológicos del residuo.
- Evaluar su potencial de uso en alimentación animal.
- Generar una propuesta de aprovechamiento del subproducto.

Hipótesis

- El residuo del jugo de betabel presenta características nutricionales que permiten su aprovechamiento en la alimentación animal.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	VARIABLES	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (Productos)
¿El betabel puede utilizarse como forraje para animales de granja?	¿El betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) presenta características nutricionales adecuadas para su uso como forraje en animales de granja?	Evaluación del betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.) como forraje para la alimentación de animales de granja.	Determinar la composición bromatológica del betabel forrajero. Evaluar su valor nutricional para la alimentación animal. Comparar su calidad con forrajes convencionales.	VARIABLES del residuo sólido (bagazo): - Contenido de materia seca - Humedad - Rendimiento de residuo VARIABLES bromatológicas del residuo: - Proteína cruda - FDN - FDA - Cenizas VARIABLES de aprovechamiento: - Comparación con forrajes convencionales - Potencial de inclusión en dietas animales	ANOVA Comparación de medias Análisis descriptivo	Se espera que el residuo sólido del jugo conserve valor nutricional aprovechable. Podría presentar niveles adecuados de fibra y energía para animales de granja. El uso del residuo permitiría reducir desperdicios y costos de alimentación. La discusión se enfocará en el enfoque de economía circular y sustentabilidad.	Artículo científico sobre aprovechamiento de residuos agroindustriales. Propuesta de uso del bagazo en dietas animales. Manual de aprovechamiento de subproductos del betabel.

Agenda de investigación-innovación en la evaluación de fuentes nutrimentales para cultivos agrícolas

Ashley Ximena Casillas-Rivas¹; Jorge Cadena-Iñiguez¹; Víctor Manuel Ruiz-Vera¹; Dalia Abigail García-Flores¹; María Azucena Ortega-Amaro^{2*}

¹ Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide #73, C.P. 78600, Salinas de Hidalgo, SLP, México.

² Coordinación Académica Región Altiplano Oeste, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera Salinas-Santo Domingo # 200, C.P. 78600, Salinas de Hidalgo, S.L.P México

* Autor de correspondencia: azucena.ortega@uaslp.mx

Línea de investigación 1

Mejoramiento fisicoquímico del suelo mediante enmiendas orgánicas

Contexto general del tema

Los cultivos básicos, como el maíz, frijol y trigo, constituyen la base de la seguridad alimentaria, especialmente en zonas rurales donde representan la principal fuente de alimento e ingreso económico. Sin embargo, la productividad de estos cultivos se ha visto limitada por la degradación del suelo, la disminución de la materia orgánica y uso excesivo de fertilizantes químicos, lo que ha generado problemas ambientales y reducción de la fertilidad del suelo a largo plazo. En este contexto, las enmiendas orgánicas representan una alternativa sostenible para mejorar las propiedades del suelo, aumentar la disponibilidad de nutrientes y favorecer el crecimiento de los cultivos, mejorando el rendimiento y la estabilidad productiva en sistemas agrícolas de pequeña escala.

Objetivo general

- Evaluar en qué medida las enmiendas orgánicas mejoran las propiedades fisicoquímicas del suelo y el crecimiento del cultivo.

Objetivos específicos

- Medir los cambios en pH, conductividad eléctrica y materia orgánica del suelo tras la aplicación de enmiendas orgánicas.
- Comparar las condiciones iniciales y finales del suelo.
- Cuantificar la dosis de enmienda orgánica aplicada al suelo.

Cómo citar: Casillas-Rivas, A. X., Cadena-Iñiguez, J., Ruiz-Vera, V. M., García-Flores, D. A., & Ortega-Amaro, M. A. (2026). Agenda de investigación-innovación en la evaluación de fuentes nutrimentales para cultivos agrícolas. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.634>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 109-128.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



- Determinar qué enmienda aporta mayor riqueza de microorganismos benéficos o patógenos al suelo.
- Analizar el efecto en el desarrollo vegetal de las enmiendas orgánicas mediante parámetros de crecimiento.

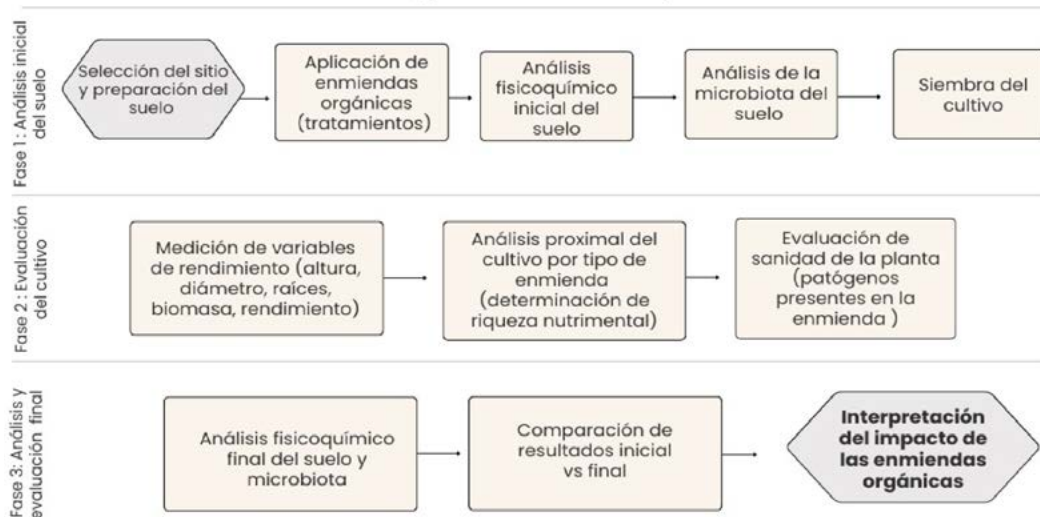
Metas

- Generar información científica sobre el efecto de las enmiendas orgánicas en la calidad del suelo.
- Identificar la enmienda orgánica más eficiente para mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo.
- Proponer una alternativa agrícola sostenible para el manejo y conservación del suelo.

Hipótesis

- El uso de enmiendas orgánicas mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo, incrementando la retención y disponibilidad de nutrientes, lo que favorece el crecimiento vegetal.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
En qué medida las enmiendas orgánicas mejoran las propiedades fisicoquímicas del suelo	En que magnitud la aplicación de enmiendas orgánicas modifican las propiedades del suelo	Mejoramiento fisicoquímico del suelo mediante enmiendas orgánicas	Medición de cambios en pH, conductividad eléctrica y materia orgánica Comparar condiciones del suelo iniciales y finales	Cuantificar la aplicación de enmienda orgánica al suelo cuál aporta mayor riqueza de microorganismos benéficos o patógenos al suelo. Análisis fisicoquímico del suelo (pH, CE, materia orgánica) Variables de crecimiento vegetal.	Prueba de T y ANOVA	Se analizará el potencial de las enmiendas orgánicas como mejoradores del suelo, evaluando su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y su viabilidad como alternativa sostenible frente a fertilizantes químicos.	Artículo científico de divulgación, tesis de maestría, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas.

Línea de investigación 2

Influencia de enmiendas orgánicas en el rendimiento de cultivos básicos

Contexto general del tema

El rendimiento de los cultivos básicos está directamente relacionado con la fertilidad del suelo y disponibilidad de nutrimentos. El uso de enmiendas orgánicas ha sido propuesto como una alternativa sostenible para mejorar la productividad agrícola, ya que pueden aportar nutrimentos, mejorar la estructura del suelo y favorecer el desarrollo del cultivo. Sin embargo, los efectos pueden variar según el tipo de enmienda aplicada, por lo que es necesario evaluar su influencia en el rendimiento agronómico de los cultivos básicos y bajo condiciones locales.

Objetivo general

- Determinar la influencia de diferentes tipos de enmiendas orgánicas en el rendimiento de cultivos básicos.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de las enmiendas orgánicas en el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Comparar el rendimiento obtenido entre los diferentes tratamientos con enmiendas orgánicas.
- Analizar la relación entre la mejora de las propiedades del suelo y el rendimiento del cultivo mediante la evaluación de variables agronómicas como altura de planta, biomasa y rendimiento.

Metas

- Identificar la enmienda orgánica que genera mayor rendimiento en cultivos básicos.
- Generar información científica sobre el efecto de las enmiendas orgánicas en la productividad agrícola.
- Proponer alternativas sostenibles para mejorar el rendimiento de los cultivos básicos.

Hipótesis

- Los diferentes tipos de enmiendas orgánicas influyen significativamente en el rendimiento de los cultivos básicos, al mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo, incrementando la biomasa y la producción del cultivo.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Como influyen diferentes tipos de enmiendas orgánicas en el rendimiento de cultivos básicos	Como afectan distintos tipos de enmiendas orgánicas en el rendimiento agronómico	Influencia de enmiendas orgánicas en el rendimiento de cultivos básicos	Determinar el efecto de las enmiendas en el crecimiento del cultivo. Comparar el rendimiento obtenido entre tratamientos.	Tipo de enmienda orgánica Análisis del rendimiento de los cultivos básicos (altura, biomasa, rendimiento)	ANOVA y análisis multivariado	Se discutirá que enmienda genera mayor rendimiento y su relación con la nutrición del cultivo	Artículo científico de divulgación, tesis de maestría, alternativa agrícola sostenible, informe técnico.

Línea de investigación 3

Efecto de la composta orgánica en la fertilidad del suelo y la productividad de cultivos básicos.

Contexto general del tema

La fertilidad del suelo es un factor determinante para la productividad de los cultivos básicos. La aplicación de composta orgánica se ha propuesto como una alternativa sostenible para mejorar las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, incrementar la actividad microbiana y favorecer el crecimiento de los cultivos. Sin embargo, es necesario evaluar su efecto real sobre la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos básicos en un sistema local.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación de composta orgánica sobre la fertilidad del suelo y el rendimiento de cultivos básicos.

Objetivos específicos

- Evaluar los cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo tras la aplicación de composta orgánica.
- Analizar la respuesta biológica del suelo ante la incorporación de composta.
- Determinar el efecto de la composta en el crecimiento y rendimiento del cultivo.
- Cuantificar la dosis de composta aplicada como enmienda orgánica.

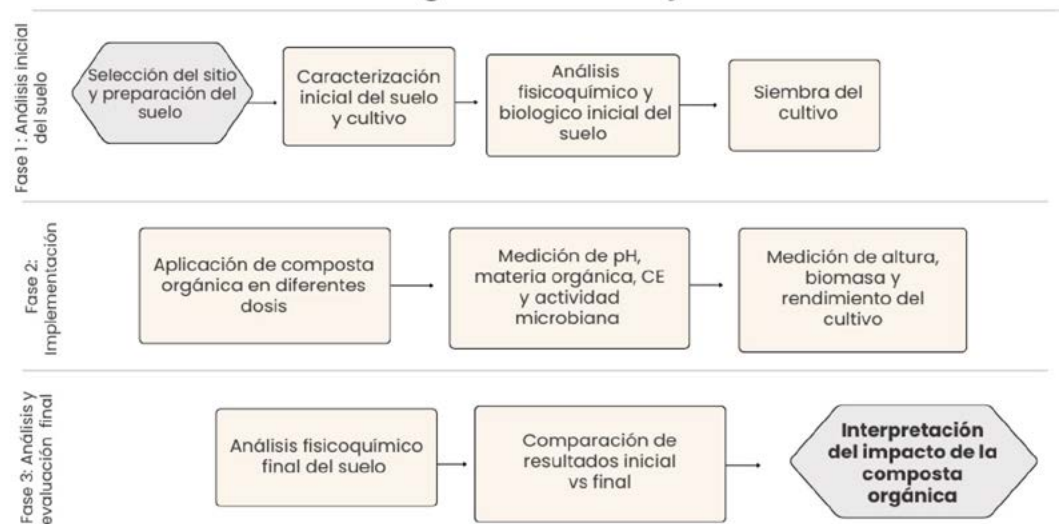
Metas

- Determinar la efectividad de la composta orgánica como mejorador de la fertilidad del suelo.
- Identificar su impacto en la actividad microbiana del suelo.
- Generar información científica para el manejo sostenible del suelo y los cultivos básicos.

Hipótesis

- La aplicación de composta orgánica mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo en comparación con el manejo convencional, incrementando la fertilidad y el rendimiento de los cultivos básicos.

Diagrama de flujo



Línea de investigación 4

Impacto de enmiendas orgánicas obtenidas por biodigestión en la calidad del suelo y la productividad agrícola

Contexto general del tema

La biodigestión de residuos orgánicos genera digestato, un subproducto con alto potencial como enmienda orgánica para mejorar la calidad del suelo. Este material puede aportar nutrientes, mejorar las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo y reducir la presencia de patógenos. Sin embargo, es necesario evaluar su efecto real sobre la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos básicos, así como compararlo con otras enmiendas orgánicas tradicionales.

Objetivo general

- Evaluar el impacto de las enmiendas orgánicas obtenidas mediante biodigestión como enmienda orgánica en la calidad fisicoquímica y biológica del suelo y la productividad de cultivos básicos.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la enmienda orgánica biodigestora sobre las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.
- Determinar la influencia del digestato en la sanidad, vigor y rendimiento del cultivo.
- Comparar la eficiencia del digestato frente a otras enmiendas orgánicas.
- Cuantificar la dosis de digestato aplicada como enmienda orgánica.

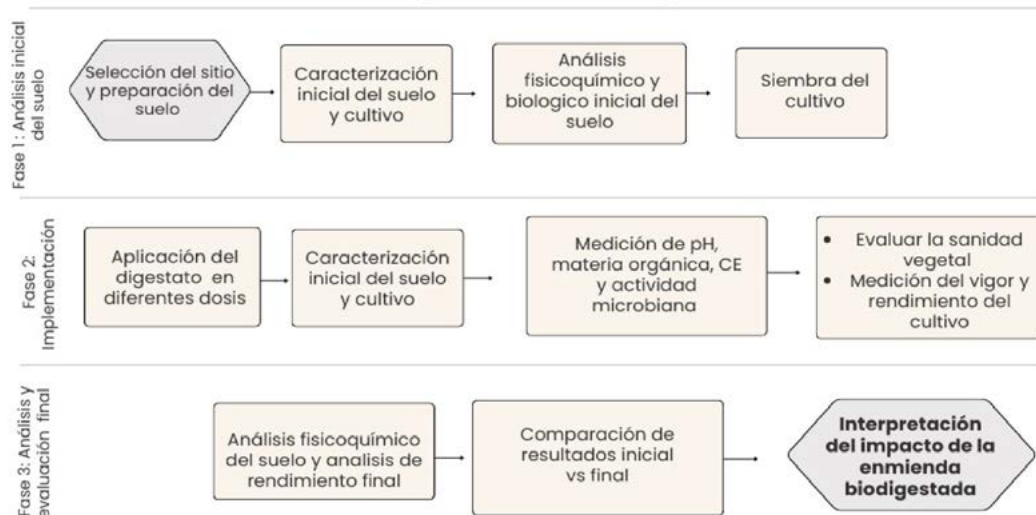
Metas

- Determinar la efectividad del digestato como alternativa sostenible para mejorar la calidad del suelo.
- Identificar su impacto en la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana del suelo.
- Generar información científica para el manejo sustentable del suelo y cultivos básicos.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas biodigestadas mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, incrementa la sanidad vegetal y aumenta el rendimiento de los cultivos básicos.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Cómo influye el uso de enmiendas orgánicas obtenidas mediante biodigestión en la calidad del suelo y la productividad de los cultivos básicos	Cómo afectan las enmiendas orgánicas provenientes de procesos de biodigestión a las propiedades del suelo y al rendimiento de cultivos básicos	Impacto de enmiendas orgánicas obtenidas por biodigestión en la calidad del suelo y la productividad agrícola	<p>Evaluar el efecto de la enmienda orgánica biodigestada sobre las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.</p> <p>Determinar la influencia de la enmienda orgánica biodigestada en la sanidad, vigor y rendimiento del cultivo.</p> <p>Comparar la eficiencia de la enmienda orgánica biodigestada frente a otras enmiendas orgánicas.</p>	<p>Cuantificar la aplicación de digestato como enmienda orgánica (biodigestión).</p> <p>Análisis fisicoquímico antes y después de la enmienda orgánica biodigestada (pH, nutrientes disponibles, actividad microbiana, sanidad vegetal, rendimiento).</p>	Se aplicará análisis de varianza (ANOVA), pruebas de comparación de medias y análisis multivariado para evaluar diferencias entre tratamientos y enmiendas	Se analizará el potencial del digestato como alternativa sustentable para mejorar la calidad del suelo y la productividad agrícola, considerando su aporte nutrimental, reducción de patógenos y su eficiencia comparada con otras enmiendas orgánicas.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 5

Influencia de las enmiendas orgánicas en la salinidad en cultivos agrícolas

Contexto general del tema

La salinidad del suelo es uno de los principales factores que limitan el crecimiento y rendimiento de los cultivos agrícolas, ya que afecta la absorción de agua y nutrientes, reduce el vigor del cultivo y favorece la aparición de estrés fisiológico. Las enmiendas orgánicas representan una alternativa sostenible para mitigar los efectos de la salinidad, mejorar las propiedades del suelo y promover el desarrollo del cultivo. Sin embargo, es

necesario evaluar la efectividad de diferentes tipos de enmiendas orgánicas en la reducción de la salinidad y su impacto en la productividad del cultivo.

Objetivo general

- Evaluar la influencia de diferentes enmiendas orgánicas en la mitigación de la salinidad del suelo y su efecto en el crecimiento y rendimiento de los cultivos.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de distintas enmiendas orgánicas sobre la conductividad eléctrica y la salinidad del suelo.
- Determinar el impacto de las enmiendas orgánicas en el vigor y rendimiento de los cultivos bajo condiciones de salinidad.
- Comparar la eficiencia de las enmiendas orgánicas en la reducción de los efectos negativos de la salinidad (contenido de clorofila, acumulación de osmólitos).
- Clasificar las enmiendas orgánicas según su capacidad para mitigar la salinidad del suelo.

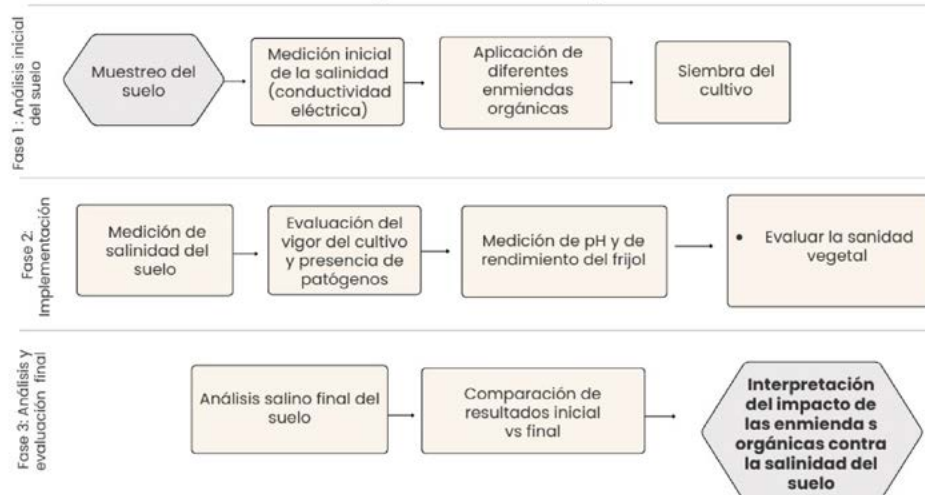
Metas

- Identificar la enmienda orgánica más eficiente para reducir la salinidad del suelo en cultivos agrícolas
- Generar información científica para el manejo de suelos salinos.
- Proponer alternativas sostenibles para el manejo de la salinidad en sistemas agrícolas.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas reduce la salinidad del suelo, mejora el vigor del cultivo y aumenta el rendimiento de cultivos agrícolas, dependiendo del tipo de enmienda aplicada.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
De que manera las enmiendas orgánicas influyen en la salinidad en diferentes cultivos	Como la aplicación de diferentes enmiendas orgánicas contrarresta los efectos de salinidad en cultivos agrícolas	Impacto de las enmiendas orgánicas en la salinidad de cultivos	evaluar el efecto de distintas enmiendas orgánicas sobre las consecuencias de la salinidad en cultivos agrícolas	Calificar las enmiendas orgánicas Tipo de enmienda orgánica aplicada al suelo. Conductividad eléctrica del suelo (salinidad) Vigor del cultivo Rendimiento y presencia de patógenos	Se aplicará análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias entre tratamientos con diferentes enmiendas orgánicas.	Se analizará si la aplicación de enmiendas orgánicas contribuye a la reducción de la salinidad en los cultivos, así como su efecto en la reducción de patógenos y el mejoramiento del vigor del cultivo, considerando el tipo de enmienda aplicada.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 6

Influencia de enmiendas orgánicas en el crecimiento de frijol.

Contexto general del tema

El crecimiento vegetativo del frijol depende en gran medida de la disponibilidad de nutrimentos y de las condiciones del suelo. Las enmiendas orgánicas pueden mejorar la fertilidad del suelo y aportar nutrimentos esenciales, favoreciendo el desarrollo vegetativo del cultivo. Sin embargo, los efectos pueden variar según el tipo de enmienda aplicada, por lo que es necesario evaluar su influencia en el crecimiento del frijol y su relación con el aporte nutrimental.

Objetivo general

- Determinar la influencia de diferentes enmiendas orgánicas en el crecimiento vegetativo y desarrollo del cultivo de frijol.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de distintas enmiendas orgánicas en el desarrollo vegetativo del frijol mediante la medición de variables agronómicas.
- Cuantificar y clasificar los tipos de enmiendas orgánicas aplicadas al cultivo.
- Analizar el aporte nutrimental de las enmiendas orgánicas y su relación con el crecimiento del frijol.
- Comparar el crecimiento del frijol entre tratamientos con diferentes enmiendas orgánicas.

Metas

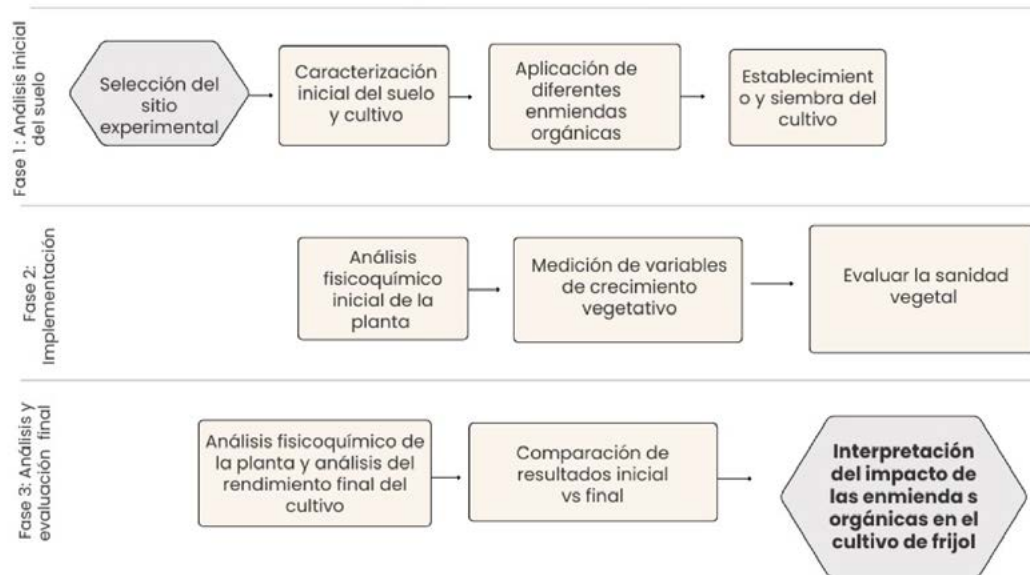
- Identificar la enmienda orgánica que promueve mayor crecimiento vegetativo del frijol.

- Generar información científica sobre el efecto de las enmiendas orgánicas en el crecimiento del cultivo.
- Proponer alternativas sostenibles para mejorar el manejo nutricional del frijol.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas incrementa el crecimiento vegetativo del frijol, dependiendo del tipo de enmienda y su aporte nutrimental.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Como influyen las enmiendas orgánicas en el crecimiento de frijol	cuál es el efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el crecimiento vegetativo del frijol	Influencia de enmiendas orgánicas en el crecimiento de frijol	Evaluar el efecto causado por distintas enmiendas orgánicas en el desarrollo vegetativo del frijol	Cuantifica clasificar el tipo de enmienda orgánica Análisis fisicoquímico de la planta	Se aplicará análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias para evaluar diferencias entre tratamientos.	Se comparará el crecimiento del frijol en función del tipo de enmienda orgánica y su aporte nutrimental, analizando su potencial como alternativa sostenible para mejorar el desarrollo del cultivo.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 7

Efecto de enmiendas orgánicas en la eficiencia del uso de nutrientes

Contexto general del tema

La eficiencia en el uso de nutrientes es un factor clave para el crecimiento y rendimiento de los cultivos básicos, ya que determina qué tan eficientemente las plantas absorben y utilizan elementos esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). En sistemas agrícolas convencionales, el uso excesivo de fertilizantes químicos ha generado problemas ambientales, pérdida de fertilidad y baja eficiencia nutrimental. Las enmiendas orgánicas pueden mejorar la disponibilidad y absorción de estos nutrientes, además de favorecer las propiedades del suelo. Sin embargo, es necesario evaluar cómo diferentes tipos de enmiendas orgánicas influyen en la eficiencia nutrimental de los cultivos básicos, especialmente en condiciones locales.

Objetivo general

- Evaluar la influencia de diferentes tipos de enmiendas orgánicas en la eficiencia del uso de nutrientes en cultivos básicos.

Objetivos específicos

- Evaluar la absorción de nitrógeno, fósforo y potasio en plantas tratadas con enmiendas orgánicas mediante un análisis nutrimental.
- Comparar la eficiencia nutrimental entre tratamientos con diferentes enmiendas orgánicas.
- Analizar la relación entre la eficiencia nutrimental y el rendimiento del cultivo.

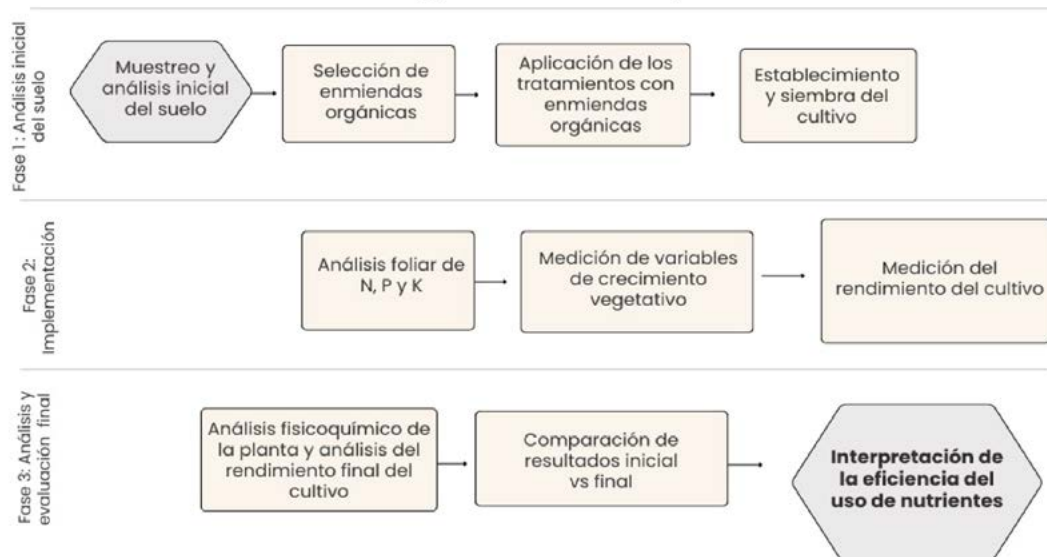
Metas

- Identificar la enmienda orgánica que mejora la absorción y utilización de N, P y K.
- Generar información científica sobre la eficiencia nutrimental en cultivos básicos.
- Proponer estrategias sostenibles para el manejo nutrimental del suelo y los cultivos.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas mejora significativamente la absorción y eficiencia del uso de nutrientes (N, P y K), incrementando el rendimiento de los cultivos básicos, dependiendo del tipo de enmienda aplicada.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Cómo influyen las enmiendas orgánicas en la eficiencia del uso de nutrientes del cultivo?	¿En qué medida diferentes tipos de enmiendas orgánicas mejoran la absorción y utilización de nutrientes en cultivos básicos?	Eficiencia del uso de nutrientes en cultivos básicos bajo aplicación de enmiendas orgánicas.	Evaluar la absorción de N, P y K en plantas tratadas con enmiendas orgánicas. Comparar la eficiencia nutrimental entre tratamientos.	Tipo de enmienda orgánica Contenido de nutrientes en planta, eficiencia nutrimental, rendimiento.	Análisis foliar, análisis de suelo, ANOVA y comparación de medias.	Relación entre aporte nutrimental de la enmienda y rendimiento del cultivo.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 8

Influencia de enmiendas orgánicas en la retención de humedad del suelo.

Contexto general del tema

La disponibilidad y retención de agua en el suelo es un factor crítico para la productividad agrícola, especialmente en regiones con limitaciones hídricas o sequías recurrentes. Las enmiendas orgánicas, como compostas, estiércoles y residuos vegetales, pueden mejorar la estructura del suelo, aumentar la materia orgánica y favorecer la capacidad de retención de humedad. Sin embargo, es necesario cuantificar el efecto de diferentes tipos de enmiendas orgánicas sobre la humedad del suelo y su relación con el crecimiento y rendimiento de los cultivos, con el fin de promover prácticas agrícolas sostenibles y eficientes en el uso del agua.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de diferentes tipos de enmiendas orgánicas en la capacidad de retención de humedad del suelo y su relación con el crecimiento y rendimiento de cultivos básicos.

Objetivos específicos

- Cuantificar la capacidad de campo, punto de marchitez permanente y disponibilidad de agua del suelo antes y después de la aplicación de enmiendas orgánicas.
- Determinar la capacidad de retención de agua del suelo bajo distintos tratamientos con enmiendas orgánicas.
- Comparar el crecimiento y rendimiento del cultivo en función de la humedad del suelo generada por cada tratamiento.
- Identificar la enmienda orgánica que mejora significativamente la retención hídrica del suelo.

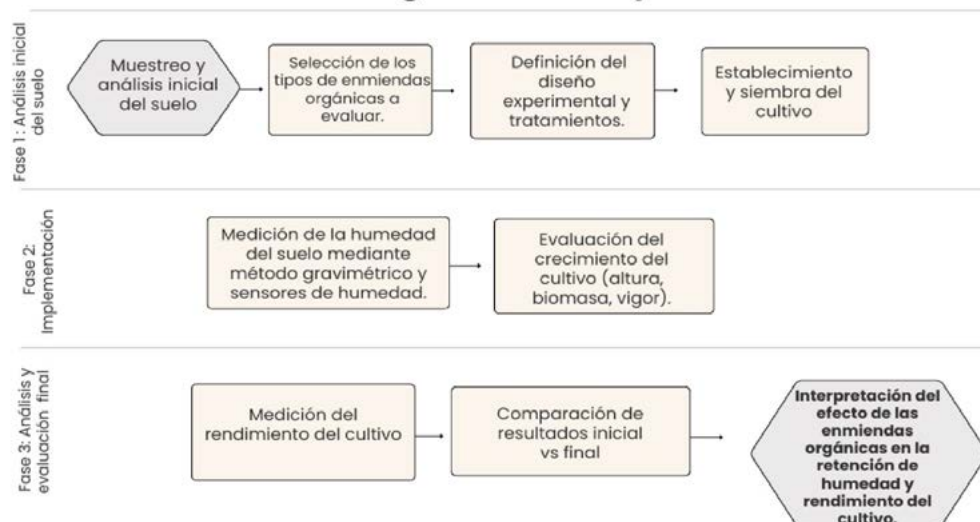
Metas

- Generar información cuantitativa sobre el efecto de las enmiendas orgánicas en la retención de humedad del suelo.
- Identificar la enmienda orgánica más eficiente para mejorar la disponibilidad de agua en el suelo.
- Proponer recomendaciones técnicas para el manejo de enmiendas orgánicas como estrategia de adaptación a la sequía.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas incrementa significativamente la capacidad de retención de humedad del suelo, favoreciendo el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	VARIABLES	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Cómo afectan las enmiendas orgánicas la humedad del suelo?	¿En qué medida la aplicación de enmiendas orgánicas mejora la capacidad de retención de agua del suelo agrícola?	Efecto de enmiendas orgánicas en la retención de humedad del suelo.	Medir la humedad del suelo antes y después de la aplicación de enmiendas. Comparar la retención hídrica entre tratamientos.	Tipo de enmienda orgánica Humedad del suelo, crecimiento y rendimiento.	Mediciones gravimétricas, sensores de humedad, ANOVA.	Se discutirá el potencial de las enmiendas orgánicas para mejorar la estructura del suelo y aumentar su capacidad de retención de agua, destacando su importancia como estrategia de adaptación a condiciones de sequía y manejo sostenible del recurso hídrico en la agricultura.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 9

Mejoramiento de la estructura del suelo mediante enmiendas orgánicas

Contexto general del tema

La estructura del suelo es una propiedad física fundamental que determina la aireación, infiltración de agua, desarrollo radicular y productividad agrícola. La degradación del suelo, causada por el uso intensivo de agroquímicos y la disminución de la materia orgánica, ha provocado la pérdida de estabilidad de agregados y la compactación del suelo, reduciendo su calidad y capacidad productiva.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas sobre la estructura del suelo, considerando la estabilidad de agregados, porosidad y su relación con el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Objetivos específicos

- Medir la estabilidad de agregados del suelo antes y después de la aplicación de enmiendas orgánicas.
- Determinar la densidad aparente y porosidad del suelo en tratamientos con y sin enmiendas.
- Comparar los cambios en la estructura del suelo entre diferentes tipos de enmiendas orgánicas.
- Analizar la relación entre la estructura del suelo, el desarrollo radicular y el rendimiento del cultivo.

Metas

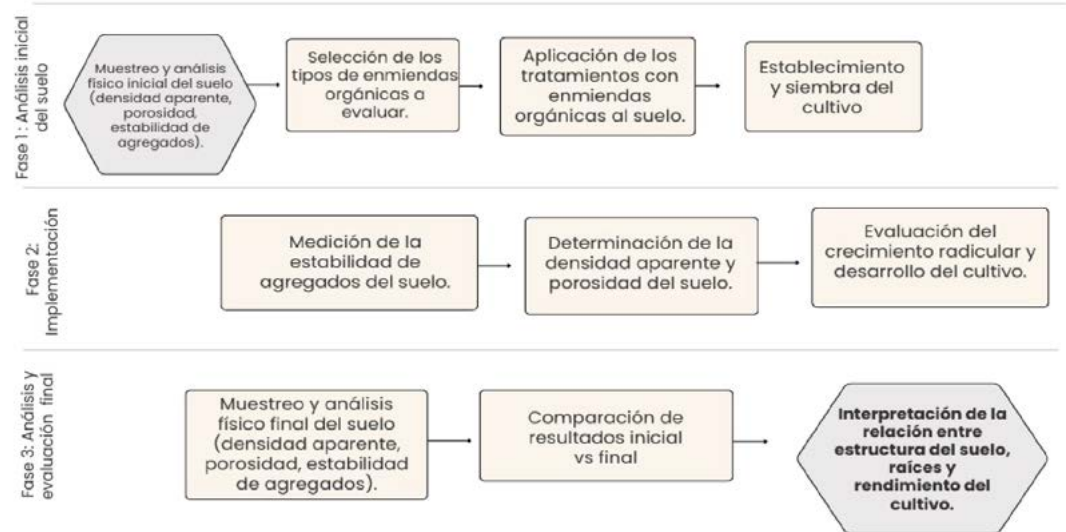
- Cuantificar el efecto de las enmiendas orgánicas en la mejora de la estructura del suelo.
- Identificar la enmienda orgánica más eficiente para aumentar la estabilidad de agregados y la porosidad del suelo.

- Generar recomendaciones técnicas para el manejo de enmiendas orgánicas como alternativa agrícola sostenible.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas mejora la estructura del suelo, aumentando la estabilidad de agregados y la porosidad, lo que favorece el desarrollo radicular y el rendimiento del cultivo.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Cómo influyen las enmiendas orgánicas en la estructura del suelo?	¿Cómo modifican las enmiendas orgánicas la agregación y porosidad del suelo agrícola?	Mejoramiento de la estructura del suelo mediante enmiendas orgánicas.	Medir la humedad del suelo antes y después de la aplicación de enmiendas. Comparar la retención hídrica entre tratamientos.	Evaluar estabilidad de agregados y porosidad del suelo. Comparar tratamientos con y sin enmiendas.	Tipo de enmienda, estabilidad de agregados, densidad aparente ANOVA. Análisis físico del suelo.	Relación entre estructura del suelo, raíces y rendimiento.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 10

Enmiendas orgánicas y carbono del suelo.

Contexto general del tema

El carbono orgánico del suelo (COS) es un indicador clave de la calidad del suelo y desempeña un papel fundamental en la fertilidad, la estructura, la retención de agua y la actividad microbiana. Además, el suelo es uno de los principales reservorios de carbono

terrestre, por lo que su manejo adecuado puede contribuir a la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas en el incremento del carbono orgánico del suelo y su estabilidad, considerando su relación con las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Objetivos específicos

- Medir el carbono orgánico total y las fracciones de carbono del suelo antes y después de la aplicación de enmiendas orgánicas.
- Comparar el contenido de carbono orgánico entre tratamientos con diferentes tipos de enmiendas orgánicas.
- Evaluar la relación entre el carbono orgánico del suelo y variables fisicoquímicas como pH, conductividad eléctrica y materia orgánica.
- Analizar la influencia del tipo de suelo, dosis de enmienda, cultivo y manejo agronómico en el secuestro de carbono.

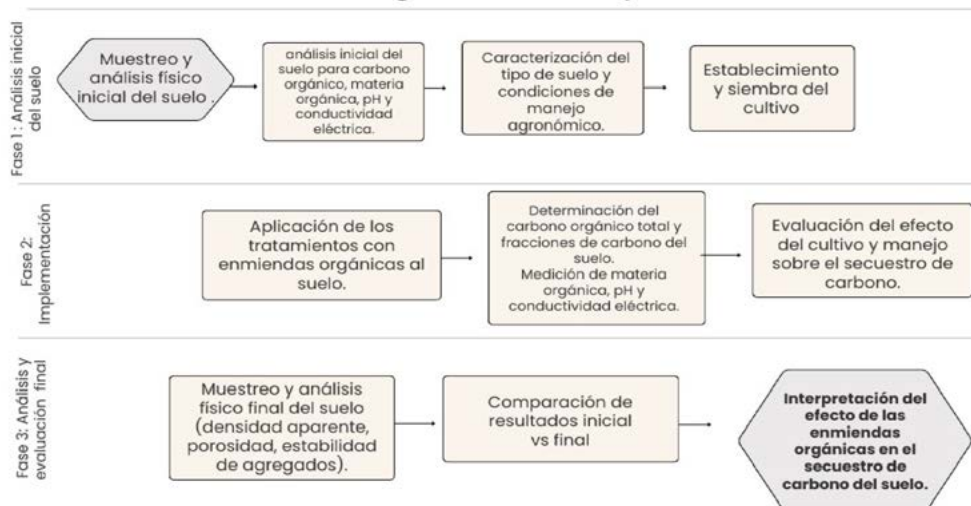
Metas

- Cuantificar el potencial de las enmiendas orgánicas para incrementar el carbono orgánico del suelo.
- Identificar la enmienda orgánica más eficiente para el secuestro de carbono.
- Generar información científica para promover el uso de enmiendas orgánicas como estrategia de mitigación del cambio climático.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas incrementa significativamente el carbono orgánico del suelo y mejora su estabilidad.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Las enmiendas orgánicas aumentan el carbono del suelo?	¿En qué magnitud las enmiendas orgánicas incrementan el carbono orgánico del suelo y su estabilidad?	Secuestro de carbono del suelo mediante la aplicación de enmiendas orgánicas.	Medir carbono orgánico total y fracciones de carbono. Comparar tratamientos.	Tipo de enmienda orgánica Carbono orgánico del suelo Materia orgánica pH Conductividad eléctrica (CE) Tipo de suelo, dosis, cultivo, manejo agronómico	Análisis de C orgánico, ANOVA y análisis multivariado.	Potencial de las enmiendas como estrategia de mitigación del cambio climático.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 11

Efecto supresor de enmiendas orgánicas sobre enfermedades del suelo.

Contexto general del tema

Las enfermedades del suelo causadas por patógenos como hongos, bacterias y nematodos representan una de las principales limitantes en la productividad de los cultivos básicos. El uso intensivo de fungicidas y prácticas agrícolas convencionales ha generado problemas de resistencia, impacto ambiental y desequilibrios en la microbiota del suelo. En este contexto, las enmiendas orgánicas pueden mejorar la salud del suelo, estimular microorganismos benéficos y promover la supresividad natural frente a patógenos. Sin embargo, es necesario evaluar su efecto en la incidencia y severidad de enfermedades, así como su relación con la dinámica de la microbiota del suelo.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas en la incidencia y severidad de enfermedades del suelo, y su relación con la microbiota del suelo en cultivos básicos.

Objetivos específicos

- Evaluar y cuantificar la incidencia y severidad de enfermedades del suelo en tratamientos con y sin enmiendas orgánicas.
- Analizar la actividad y composición de la microbiota del suelo asociada a la aplicación de enmiendas orgánicas.
- Comparar el efecto de diferentes tipos de enmiendas orgánicas en la supresión de patógenos del suelo.
- Relacionar la presencia de microorganismos benéficos con la reducción de enfermedades y el vigor del cultivo.

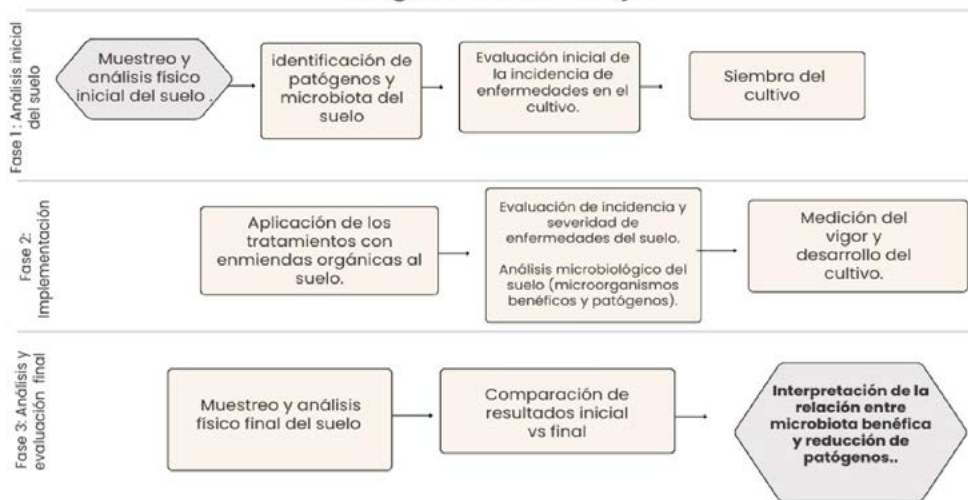
Metas

- Determinar el potencial supresor de las enmiendas orgánicas sobre enfermedades del suelo.
- Identificar la enmienda orgánica más eficiente para reducir la incidencia de patógenos.
- Generar recomendaciones técnicas para el manejo fitosanitario del suelo mediante enmiendas orgánicas.

Hipótesis

- La aplicación de enmiendas orgánicas reduce positivamente la incidencia y severidad de enfermedades del suelo al estimular la microbiota benéfica.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Las enmiendas orgánicas reducen enfermedades del suelo?	¿Cómo influyen las enmiendas orgánicas en la incidencia de patógenos del suelo en cultivos básicos?	Efecto supresor de enmiendas orgánicas sobre enfermedades del suelo.	Evaluar incidencia y severidad de enfermedades. Relacionar con microbiota del suelo.	Tipo de enmienda, incidencia de enfermedades, actividad microbiana.	Evaluación fitosanitaria, análisis microbiológico, ANOVA.	Relación entre microbiota benéfica y reducción de patógenos.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Línea de investigación 12

Interacción enmiendas orgánicas y fertilización química de cultivos básicos

Contexto general del tema

La fertilización mineral ha sido una de las principales estrategias para aumentar la productividad agrícola; sin embargo, su uso excesivo ha generado problemas como degradación del suelo, contaminación ambiental y disminución de la eficiencia del uso de nutrientes. Por otro lado, las enmiendas orgánicas han demostrado mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, contribuyendo a una agricultura más sostenible.

Objetivo general

- Evaluar el efecto combinado de enmiendas orgánicas y fertilización mineral sobre las propiedades del suelo, el crecimiento y el rendimiento de cultivos básicos.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de tratamientos orgánico, químico y combinado sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo, mediante variables agronómicas.
- Determinar las posibles sinergias entre enmiendas orgánicas y fertilización mineral en la disponibilidad de nutrientes del suelo.
- Analizar el efecto de la combinación de fertilización sobre pH, conductividad eléctrica y nutrientes disponibles (N, P, K).
- Comparar la eficiencia del uso de nutrientes entre los diferentes tratamientos de fertilización.

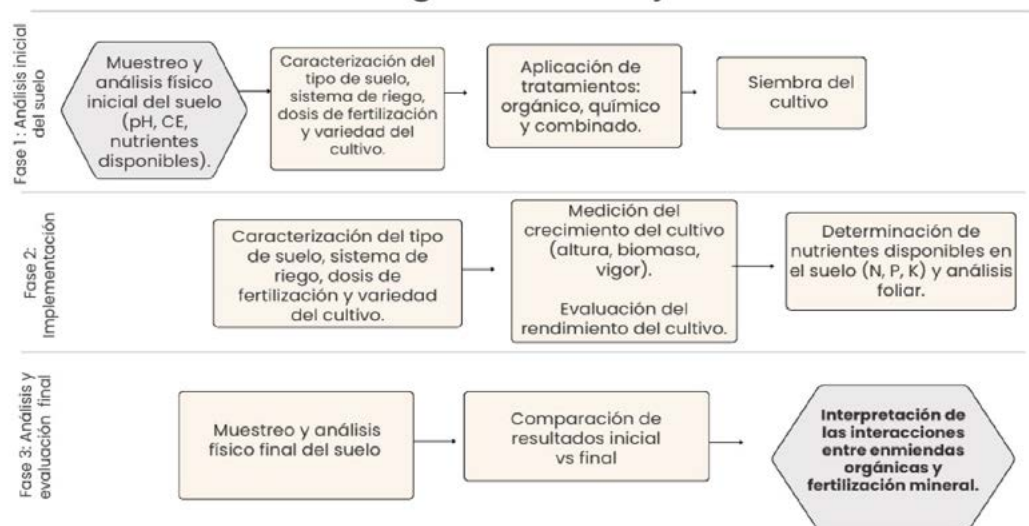
Metas

- Determinar la combinación óptima de enmiendas orgánicas y fertilización mineral para maximizar el rendimiento del cultivo.
- Evaluar el potencial de reducción del uso de fertilizantes químicos mediante la integración con enmiendas orgánicas.
- Generar recomendaciones técnicas para el manejo integrado de la fertilización en cultivos básicos.

Hipótesis

- La combinación de enmiendas orgánicas y fertilización mineral mejora el rendimiento del cultivo y la eficiencia del uso de nutrientes en comparación con la aplicación individual de cada tipo de fertilización.

Diagrama de flujo



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Cómo interactúan las enmiendas orgánicas con fertilizantes químicos?	¿La combinación de enmiendas orgánicas y fertilización mineral mejora el rendimiento del cultivo?	Interacción entre enmiendas orgánicas y fertilización mineral en cultivos básicos.	Evaluar tratamientos orgánico, químico y combinado. Determinar sinergias en rendimiento.	Tipo de enmienda orgánica Fertilización mineral (NPK) pH y CE del suelo Nutrientes disponibles (N, P, K) Crecimiento y rendimiento del cultivo Riego, dosis, tipo de suelo, variedad	Diseño factorial, ANOVA factorial.	Posible reducción del uso de fertilizantes químicos.	Artículo científico, tesis, guía técnica de manejo de composta, alternativa agrícola sostenible, informe técnico, asesorías técnicas

Agenda de investigación-innovación en los usos y aplicaciones del nopal

Juárez-García, Gerardo Gabriel¹; Gómez-González, Adrián^{1*}; Méndez-Gallegos, Santiago de Jesús¹; Ruiz-Vera, Víctor Manuel¹; Sánchez-Macías, Armando²

¹ Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, C.P. 78600. Salinas de Hidalgo, SLP, México.

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Coordinación Académica Región Altiplano Oeste, Campus Salinas, Carretera Salinas-Santo Domingo #200. C.P. 78600. Salinas de Hidalgo, SLP, México.

* Autor para correspondencia: agomez@colpos.mx

Línea de investigación 1

Análisis técnico-agronómico de las técnicas de cultivo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) para alto rendimiento

Contexto general del tema

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es un cultivo con gran importancia agronómica en regiones áridas y semiáridas, debido a su eficiencia en el uso de agua y a su adaptación a condiciones adversas. De esta manera, y con el interés de incrementar la productividad de nopal se han ido desarrollando nuevas técnicas de cultivo y manejo más eficientes. Por lo cual, un análisis técnico-agronómico que integre aspectos como el manejo del suelo, densidad de plantación y fertilización entre otros aspectos es necesario y permanente.

Objetivo general

- Evaluar la eficiencia de las técnicas de cultivo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) para alto rendimiento.

Objetivos específicos

- Identificar el manejo agronómico más eficiente en la producción de nopal para forraje.
- Documentar las técnicas de trasplante más eficientes para el cultivo de nopal.
- Estandarizar mediante una evaluación las prácticas de fertilización para el establecimiento y desarrollo de nopal
- Estandarizar la densidad de plantación adecuada para el alto rendimiento de nopal.

Cómo citar: Juárez-García, G. G., Gómez-González, A., Méndez-Gallegos, S. de J., Ruiz-Vera, V. M., & Sánchez-Macías, A. (2026). Agenda de investigación-innovación en los usos y aplicaciones del nopal. *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.635>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 129-139.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Metas

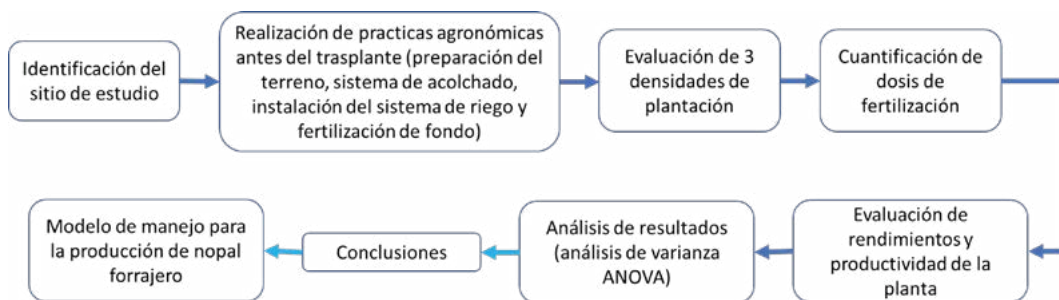
- Determinar la densidad óptima de plantación de nopal mediante el estudio de 3 densidades.
- Conocer las técnicas más eficientes para el trasplante de nopal (tamaño de camas, uso de acolchado, y tamaño de calles).
- Determinar la eficiencia en el manejo agronómico para la producción de nopal para forraje.
- Estandarizar prácticas de fertilización para la producción de nopal.

Hipótesis

- La aplicación de técnicas agronómicas en cultivos de nopal para forraje logra aumentar su eficiencia y productividad.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Titulo	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Cuáles serían los requerimientos técnicos para el establecimiento del cultivo de nopal forrajero	Identificar las técnicas limitantes para el manejo agronómico del cultivo de nopal para forraje.	Análisis técnico-agronómico para las técnicas de cultivo de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) para alto rendimiento	Identificar el manejo agronómico que se le da al cultivo de nopal. Identificar las técnicas de siembra o trasplante del cultivo del nopal. Identificar si se realizan prácticas de fertilización en el cultivo de nopal. Identificar la densidad de plantación óptima para el cultivo de nopal.	Influencia del manejo agrícola en la eficiencia y productividad del cultivo de nopal. Densidad de plantación. Calculo de dosis de fertilización.	Un análisis ANOVA, y un multivariado.	Discutir si el manejo agronómico que se aplica al cultivo de nopal influye en el rendimiento y productividad del mismo. Discutir si hay mejoras en el desarrollo de la planta a partir de una buena aplicación de riego. Discutir si se muestran mejoras a partir de la fertilización del cultivo de nopal. Discutir la influencia de la densidad de plantación de nopal en la producción y en el rendimiento del mismo.	Artículo científico, de divulgación, congreso internacional, tesis, desarrollo tecnológico para la aplicación de técnicas que mejoren la productividad de nopal para forraje.

Línea de investigación 2

Evaluación de fertirriego en el rendimiento y calidad del nopal forrajero (*Opuntia ficus-indica*).

Contexto general del tema

El nopal ha sido considerado como un recurso estratégico en relación a sistemas pecuarios en regiones áridas y semiáridas, debido a su gran eficiencia hídrica y su capacidad en la producción de biomasa bajo condiciones climáticas adversas. Sin embargo, su potencial productivo y nutritivo continúa siendo limitado por cuestiones de un buen manejo agronómico, principalmente con lo asociado con la disponibilidad y sincronización de agua y nutrimentos.

Objetivo general

- Evaluar el efecto del uso de fertirriego en el rendimiento y en la calidad nutritiva del nopal.

Objetivos específicos

- Determinar la lámina y frecuencia de riego óptima para el desarrollo productivo del nopal.
- Evaluar el efecto de brotación de nopal.
- Evaluar el efecto del fertirriego en el tamaño y peso de los cladodios de nopal.
- Evaluación del uso de fertirriego en el rendimiento de materia seca por hectárea (MS/ha).
- Evaluar el contenido nutrimental de cladodios cosechados.

Metas

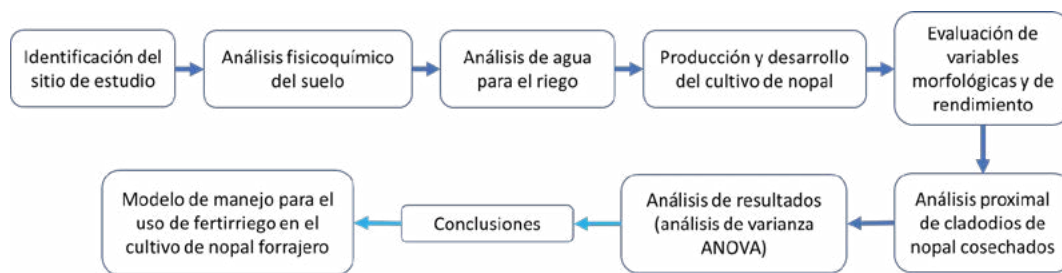
- Identificar la lámina y frecuencia de riego óptimas para la producción de nopal forrajero.
- Identificar el número de brotación que se obtiene a partir del uso de fertirriego.
- Obtener un mayor tamaño y peso de cladodios cosechados.
- Obtener un mayor rendimiento de materia seca por hectárea mediante el uso de fertirriego.
- Obtener un mayor contenido nutrimental de cladodios cosechados.

Hipótesis

- La aplicación de fertirriego lograra generar un aumento en el rendimiento del cultivo de nopal forrajero, así como su optimización en el uso de agua.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Que tanto favorece el uso de fertirriego en el cultivo del nopal.	Definir el efecto del uso de fertirriego en el cultivo de nopal.	Evaluación de fertirriego en el rendimiento y calidad del nopal forrajero (<i>Opuntia ficus-indica</i>).	<p>Evaluar el efecto del fertirriego en el rendimiento de materia fresca y seca por hectárea.</p> <p>Evaluar el efecto de brotación de nuevos cladodios de nopal.</p> <p>Evaluar el contenido nutrimental del nopal.</p> <p>Evaluar el efecto del uso de fertirriego de nopal en el tamaño y peso de los cladodios de nopal.</p> <p>Determinar la lámina y frecuencia de riego óptima para la producción de nopal forrajero.</p>	<p>Análisis fisicoquímico del suelo.</p> <p>Análisis de agua.</p> <p>Análisis proximal de cladodios de nopal cosechados.</p> <p>Evaluar variables como altura, diámetro y rendimiento de materia fresca y verde por hectárea.</p>	Un análisis ANOVA.	<p>Discutir si hay efecto en el rendimiento de materia fresca y seca por hectárea.</p> <p>Discutir el efecto en el contenido nutrimental de cladodios de nopal mediante la aplicación de fertirriego.</p> <p>Discutir cual es la alamina y frecuencia de riego óptima para el desarrollo de nopal para forraje.</p>	Artículo científico, de divulgación, congreso internacional, tesis, un desarrollo tecnológico para el uso de fertirriego en el cultivo de nopal para forraje.

Línea de investigación 3

Efecto de la fertilización orgánica y química en el cultivo de nopal (*Opuntia ficus indica*).

Contexto general del tema

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es un cultivo de una gran importancia estratégica para regiones áridas y semiáridas dada su capacidad de adaptación y producción de biomasa. La fertilización en cultivos es un factor clave para optimizar su rendimiento y calidad nutrimental. En este sentido el uso de abonos químicos ha favorecido el incremento de parámetros productivos en cultivo; sin embargo, su aplicación continua puede alterar la salud del suelo. En comparación a los abonos orgánicos quienes contribuyen a la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Al estimar de manera comparativa la eficiencia de ambos tipos de fertilizantes, se logrará definir las dosis óptimas para la producción de nopal para forraje.

Objetivo general

- Evaluar la eficiencia del cultivo de nopal y su aplicación

Objetivos específicos

- Determinar la dosis de fertilizante a aplicar.
- Determinar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos y químicos en los rendimientos del nopal para forraje.
- Identificar el efecto de aplicar abonos químicos y orgánicos en la calidad nutricional de cladodios cosechados.

Metas

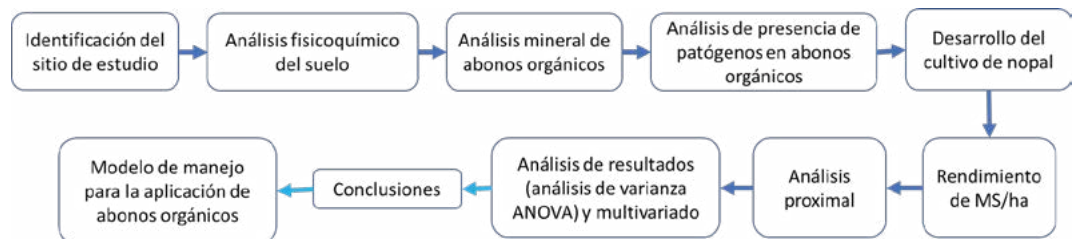
- Identificar la dosis óptima de abono orgánico a utilizar.
- Conocer el efecto de aplicar abonos orgánicos en comparación de los químicos en el rendimiento del nopal forrajero.
- Conocer el efecto de aplicar abonos orgánicos y químicos en la calidad nutricional de cladodios de nopal cosechados.

Hipótesis

- La aplicación de abonos orgánicos logra mejorar los rendimientos y la calidad nutricional del nopal forrajero, logrando a su vez mantener la salud del suelo.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	VARIABLES	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Qué tipo de fertilización es mejor para el cultivo de nopal para forraje.	Definir el efecto en la aplicación de abonos orgánicos o químicos para la producción de nopal.	Efecto de la fertilización orgánica y química en el cultivo de nopal (<i>Opuntia ficus indica</i>).	<p>Determinar la dosis a aplicar.</p> <p>Identificar si se obtienen mejores rendimientos al aplicar abonos orgánicos o al aplicar fertilizantes químicos.</p> <p>Identificar el efecto de aplicar abonos orgánicos o químicos en la calidad nutricional de cladodios cosechados.</p>	<p>Rendimiento de materia seca por hectárea de nopal según el tipo de abono utilizado.</p> <p>Análisis proximal de cladodios de nopal.</p> <p>Análisis fisicoquímico de suelo.</p> <p>Análisis mineral de los abonos orgánicos.</p> <p>Análisis de presencia de patógenos en los abonos orgánicos.</p>	Un análisis ANOVA, y un multivariado.	<p>Discutir el efecto de utilizar abonos orgánicos y químicos en los rendimientos de nopal por ha.</p> <p>Discutir si la calidad del nopal influye a partir de la incorporación de abonos orgánicos o químicos.</p>	Artículo científico, de divulgación, congreso internacional, tesis, un desarrollo tecnológico sobre la forma de dosificar y aplicar los abonos orgánicos y químicos.

Línea de investigación 4

Respuesta productiva y nutricional de cultivares de nopal (*Opuntia* spp.).

Contexto general del tema

El nopal (*Opuntia* spp.) es un recurso forrajero de gran importancia en regiones áridas y semiárida por su capacidad de producir agua y biomasa en condiciones de sequía. En este sentido, la variabilidad entre cultivares se manifiesta a partir del rendimiento de materia seca y en calidad nutrimental del forraje. por lo cual, al evaluar la respuesta productiva y nutrimental de diferentes cultivares permite identificar aquellos cultivares con un mayor potencial en base a la alimentación animal. Por lo cual, al seleccionar cultivares con una alta productividad y valor nutrimental se logrará incrementar su disponibilidad en periodos de escasez, logrando así el fortalecimiento de la sostenibilidad de los sistemas pecuarios.

Objetivo general

- Evaluar la respuesta productiva y la calidad nutricional de cultivares de nopal.

Objetivos específicos

- Identificar el cultivar de nopal con los mayores rendimientos de MS/ha.
- Evaluar el efecto del cultivar de nopal en relación contenido nutrimental.
- Determinar el cultivar con mayor productividad de nopal para forraje.

Metas

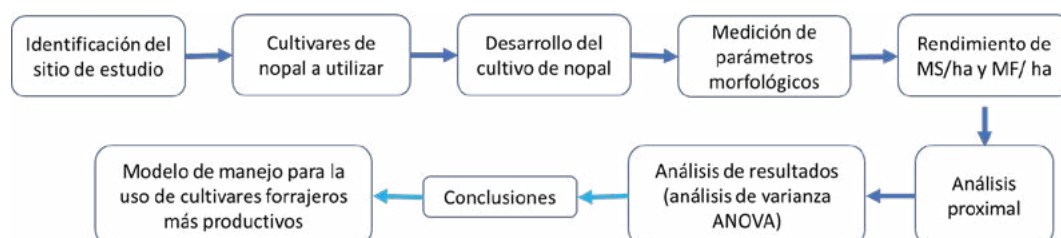
- Conocer qué tipo de cultivar ofrece mayores contenidos nutrimentales para su uso como alimento en la alimentación animal.
- Determinar el cultivar de nopal con los mayores rendimientos de MS/ha.
- Evaluar 3 cultivares de nopal para identificar el cultivar con mayor con mayor productividad (número de brotes, tamaño y peso del cladodio), para su implementación como cultivo alternativo ante la falta de forrajes.

Hipótesis

- El uso de cultivares de nopal forrajero logra generar una estrategia para mitigar la escasas de forraje en periodos de sequía.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Que variedad de nopal tiene mejores rendimientos para su uso como forraje.	Evaluar que cultivares de nopal presenta un mayor potencial productivo para su uso como forraje.	Efecto de la respuesta productiva y nutricional de cultivares de nopal (<i>Opuntia</i> spp.).	Determinar el cultivar con los mejores rendimientos. Determinar el cultivar con los niveles más altos en parámetros nutrimentales. Determinar el cultivar con los niveles más altos en producción.	Análisis proximal. Determinar parámetros morfológicos (número de brotes, tamaño y peso de cladodio). Rendimiento de materia fresca y seca por hectárea.	Un análisis ANOVA.	Discutir el efecto del cultivar en relación al contenido de materia seca por hectárea MS/ha. Discutir el efecto del cultivar en relación al contenido nutrimental.	Artículo científico, de divulgación, congreso internacional, tesis, un desarrollo tecnológico para la mejora en la implementación de cultivares forrajeros más productivos.

Línea de investigación 5

Niveles de inclusión de nopal para la alimentación de rumiantes.

Contexto general del tema

El nopal forrajero se ha ido posicionando como un recurso alimenticio alternativo en nutrición de rumiantes, especialmente en regiones con limitación de forrajes. Por su parte, su alto contenido de agua, carbohidratos y producción de biomasa puede influir positivamente en el desarrollo productivo y bienestar animal. De esta manera, la inclusión de nopal en dietas de rumiantes permite la evaluación del efecto en relación a la producción de carne y leche. Permitiendo evaluar los niveles de inclusión más eficientes para maximizar los beneficios productivos sin afectar el bienestar animal.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la adición de nopal forrajero en dietas de rumiantes.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto productivo al suministrar nopal en dietas de rumiantes.
- Evaluar el bienestar animal mediante la inclusión de nopal en dietas de ganado.
- Evaluar los parámetros en producción de leche.
- Evaluar parámetros de producción de carne.

Metas

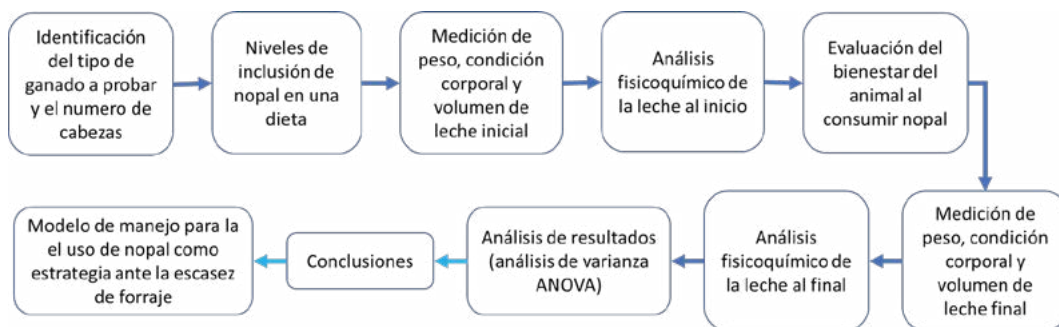
- Mejorar la salud animal al suministrar nopal como parte de la alimentación de rumiantes.
- Incrementar los beneficios productivos al suministrar nopal en dietas de rumiantes.
- Incrementar los rendimientos de leche y su calidad nutrimental.
- Aumentar la ganancia de peso diario y la calidad de la canal.

Hipótesis

- La incorporación de nopal forrajero logra generar un aumento en la producción y en la calidad de leche y carne del ganado.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Que cantidad de nopal es recomendable para la alimentación de rumiantes.	Que niveles de inclusión de nopal son más favorables para la alimentación de rumiantes.	Niveles de inclusión de nopal para la alimentación de rumiantes.	Evaluar el desempeño productivo animal al suministrar nopal en su dieta. Evaluar la salud del animal. Evaluar parámetros de producción de leche. Evaluar parámetros de engorda para la producción de carne.	Composición Físicoquímica de la leche. Peso inicial y final. Condición corporal. Calidad de la canal.	Un análisis ANOVA.	Discutir cual es porcentaje ideal de adición de nopal en dietas para rumiantes. Discutir el aumento y la calidad de la leche al incorporar nopal en la dieta de rumiantes. Discutir si se presentó una mejora o aumento en la condición corporal y ganancia de peso del animal.	Artículo científico, de divulgación, congreso internacional, tesis y un desarrollo tecnológico sobre adopción de nopal como alternativa ante la escasez de forrajes.

Línea de investigación 6

Influencia del extracto de (*Opuntia ficus-indica*) en la actividad hipoglucemiante.

Contexto general del tema

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) ha sido ampliamente reconocido por sus propiedades funcionales y sus usos en el control de glucosa en sangre. Esto dado a sus diversos compuestos bioactivos presentes en sus cladodios, los cuales han mostrado potencial hipoglucemiante en estudios preliminares. Ahora bien, es necesario profundizar en la evaluación científica

de extractos de nopal *in vitro* para determinar su eficiencia biológica y dosis óptima, mediante un análisis de su efecto en modelos celulares y animales con concentraciones elevadas de glucosa. Logrando generar resultados que avalen sus usos en una posible aplicación terapéutica.

Objetivo general

- Evaluar el efecto biológico de extractos de (*Opuntia ficus-indica*) en la actividad hipoglucemiante de células con concentraciones altas en glucosa.

Objetivos específicos

- Determinar la dosis recomendada para la aplicación del extracto de (*Opuntia ficus-indica*) en bioensayos.
- Evaluar el efecto de la aplicación de extractos de (*Opuntia ficus-indica*) en ratones con niveles altos de glucosa.
- Identificar las diferentes presentaciones en las que se puede ofrecer el producto de nopal con concentraciones óptimas para personas con niveles de glucosa elevados.

Metas

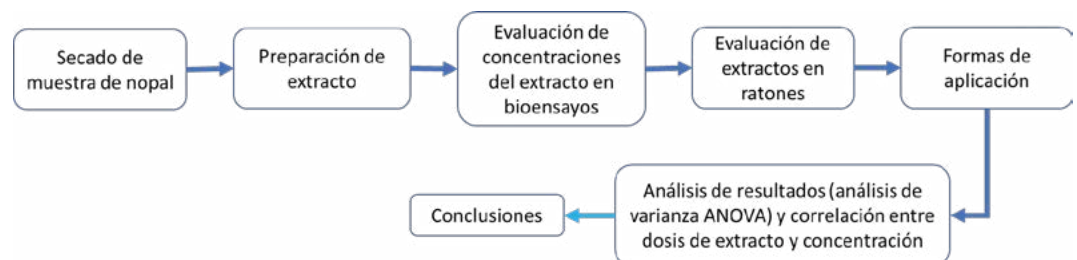
- Obtener la dosis óptima para la aplicación del extracto de (*Opuntia ficus-indica*).
- Comprobar el efecto positivo de la aplicación de (*Opuntia ficus-indica*) en ratones con niveles altos en glucosa.
- Proponer la presentación del extracto de (*Opuntia ficus-indica*) para su venta libre en personas con niveles altos en glucosa (diabéticos).

Hipótesis

- El extracto de (*Opuntia ficus-indica*) logra ser una oportunidad de mejora para la reducción de los niveles de glucosa en sangre en personas diabéticas, logrando ser una oportunidad de mejora en su calidad de vida.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
El extracto de (<i>Opuntia ficus-indica</i>) mejora los niveles de azúcar en sangre.	Cuál es el efecto de diferentes concentraciones de extracto de (<i>Opuntia ficus-indica</i>) para la reducción en los niveles de glucosa en sangre.	Influencia del extracto de (<i>Opuntia ficus-indica</i>) en la actividad hipoglucemiante.	Determinar el efecto de la aplicación de extractos de (<i>Opuntia ficus-indica</i>) en ratas con niveles altos de glucosa. Determinar la dosis recomendada para la aplicación del extracto de (<i>Opuntia ficus-indica</i>). Evaluar las diferentes presentaciones en las que se ofrecería el producto.	Concentración de extracto de (<i>Opuntia ficus-indica</i>).	Un análisis ANOVA, correlación entre dosis de extracto y concentración.	Discutir si la actividad de los metabolitos secundarios de extractos de (<i>Opuntia ficus-indica</i>) tiene efecto en la reducción en los niveles de glucosa en sangre.	Artículo científico, de divulgación, congreso internacional, tesis, el desarrollo de un producto comercial con la concentración ideal para su venta a personas con diabetes.

Línea de investigación 7

Evaluación de parámetros empresariales para el establecimiento de una empresa de nopal verdura.

Contexto general del tema

El nopal verdura (nopalitos) representa una alternativa agroempresarial con alto potencial económico y social, dada su amplia demanda en el mercado y su adaptación a diversas condiciones agroclimáticas. El establecimiento de una empresa dirigida a la producción y comercialización de nopal requiere la estimación de parámetros técnicos, agronómicos y financieros. De esta manera, algunos aspectos como el acceso a fuentes de financiamiento, la identificación de mercados y el diseño de estrategias de venta, resultan ser un aspecto clave para su rentabilidad. Siendo este proceso agroempresarial una forma de contribuir en el crecimiento económico local, la generación de nuevas ofertas de trabajo y la posible reducción de la migración en comunidades rurales.

Objetivo general

- Evaluar los parámetros necesarios para el establecimiento de una empresa en base a la producción y venta de nopal verdura (nopalitos).

Objetivos específicos

- Identificar las fuentes de financiamiento para el inicio del proyecto.
- Identificar los posibles compradores y la posible forma de venta del producto (embalaje).
- Identificar los requerimientos técnicos y agronómicos para la producción de nopalitos.
- Identificar la mano de obra necesaria para el desarrollo eficiente de la empresa.

Metas

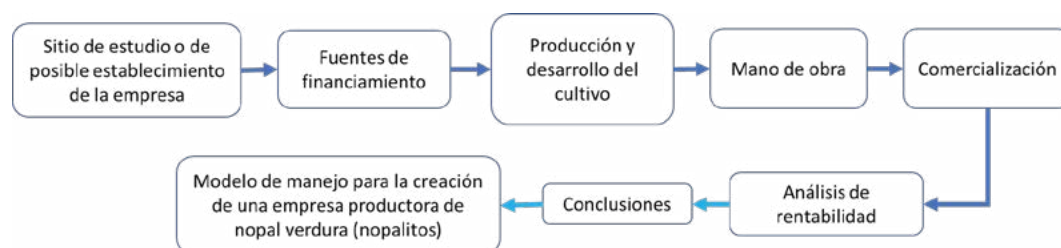
- Obtener la fuente de financiamiento necesaria para el desarrollo de la empresa.
- Tener ubicado los posibles compradores para la colocación del producto en el mercado.
- Identificar las técnicas y manejos agronómicos necesarios para la producción de nopalitos con forme a la demanda requerida por parte del comprador.
- Tener la posibilidad de generar empleos para el proceso de producción y desarrollo de la empresa de nopalitos.

Hipótesis

- La generación de una empresa de producción de nopalitos logra impulsar el desarrollo de una comunidad y reducir los niveles de migración.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
Como se puede formar una empresa de producción de nopal verdura.	Evaluar los requerimientos técnicos y productivos para el establecimiento de una empresa de nopal verdura.	Evaluación de parámetros empresariales para el establecimiento de una empresa de nopal verdura.	Identificar fuentes de financiamiento. Ubicar los posibles compradores de nopalitos. Identificar los requerimientos para la unidad de producción de nopalitos. Identificar la mano de obra e insumos para la producción de nopalitos.	Análisis de rentabilidad. Análisis de comercialización.	Análisis económico.	Discutir si la formación de una empresa de nopal puede traer nuevas fuentes de empleo. Discutir si la formación de una empresa de nopal puede ser rentable y escalable.	Artículo científico, de divulgación, congreso internacional, tesis y un desarrollo tecnológico para el desarrollo de una empresa.

Agenda de Investigación-Innovación para mejorar la cadena de valor de la producción semillera de maíz (*Zea mays* L.)

Santiago Ruiz-Ramírez^{1,3}; Jorge Cadena-Iñiguez^{1*}; Carlos H. Avendaño-Arrazate²; Brenda I. Trejo-Tellez¹; Jorge D. Cadena-Zamudio²; Gildardo Aquino-Pérez¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí 78622, México C.P. 78600.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Recursos Genéticos, Boulevard de la Biodiversidad #400. C.P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Avenida de la Biodiversidad #2470. C.P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: jocadena@colpos.mx

Cómo citar: Ruiz-Ramírez, S., Cadena-Iñiguez, J., Avendaño-Arrazate, C. H., Trejo-Tellez, B. I., Cadena-Zamudio, J. D., & Aquino-Pérez, G. (2026). Agenda de Investigación-Innovación para mejorar la cadena de valor de la producción semillera de maíz (*Zea mays* L.). *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.636>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 141-144.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Problema

En México, el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con variantes nativas y mejoradas genéticamente tiene relevancia socioeconómica por los usos agroindustriales; sin embargo, se registran limitaciones tecno-científicas y desplazamiento comercial por semillas introducidas que impactan en la seguridad alimentaria, conservación genética y cobertura de siembra. Se desarrolló un seminario internacional con actores de la cadena de valor de la producción de semilla de maíz, para identificar en cada eslabón necesidades de investigación-transferencia, mejoramiento-conservación genética.

Solución planteada

Proponer y validar innovaciones para fortalecer la capacidad y competitividad del cultivo del maíz, identificando problemas y estrategias, contribuir, solucionar y fortalecer los principales problemas planteados en producción de semilla de maíz. En cada eslabón de la cadena de valor de producción de semilla de maíz, se identificó y priorizó como estrategias a desarrollar las siguientes: Modelos de transferencia tecnológica para inducir innovaciones, vinculación de instituciones de investigación con la industria semillera; capacitación técnica y profesionalización de actores relacionados con las etapas de producción de semilla mejorada que amplíen el área de cobertura de siembra; registro legal y dispersión de variedades nativas y mejoradas; modificación del modelo de producción masivo de



semilla, proyectos de investigación-transferencia de riesgo compartido con productores, acopiadores y comercializadoras de semilla.

Contexto general del tema

Para agilizar la disposición de tecnología (progenitores, la formación y liberación de híbridos) a las empresas nacionales y asociaciones dedicadas a la producción de semilla, es posible generar tecnologías para cada necesidad, para ello es necesario cubrir un determinado protocolo para cada material, zona o región y que durante el proceso cuentan una serie de problemas técnicos no contemplados y esto nos conlleva a tomar decisiones de nuevas prácticas de manejo para brindar soluciones y mejoras al proceso de la cadena de valor, se disponen de herramientas necesarias para hacer llegar la tecnología al campo Mexicano e impactando en la adopción de tecnología (transferencia) y seguridad alimentaria, como temas estratégicos principales, y atender los problemas de producción de semilla de maíz.

Objetivo general

- Validar y adoptar innovaciones para mejorar la cadena de valor de producción de semilla de maíz.

Objetivos específicos

- Identificar y comparar los modelos de transferencia tecnológica, mediante metaanálisis conceptual y contextual de la transferencia del conocimiento relacionado con el sector rural.
- Realizar capacitación técnica y profesionalización de actores relacionados con las etapas de producción de semilla mejorada que amplíen el área de cobertura de siembra.
- Realizar registro legal y dispersión de variedades nativas y mejoradas.
- Proponer mejoras del modelo de producción masivo de semilla, proyectos de investigación-transferencia de riesgo compartido con productores, acopiadores y comercializadoras de semilla.

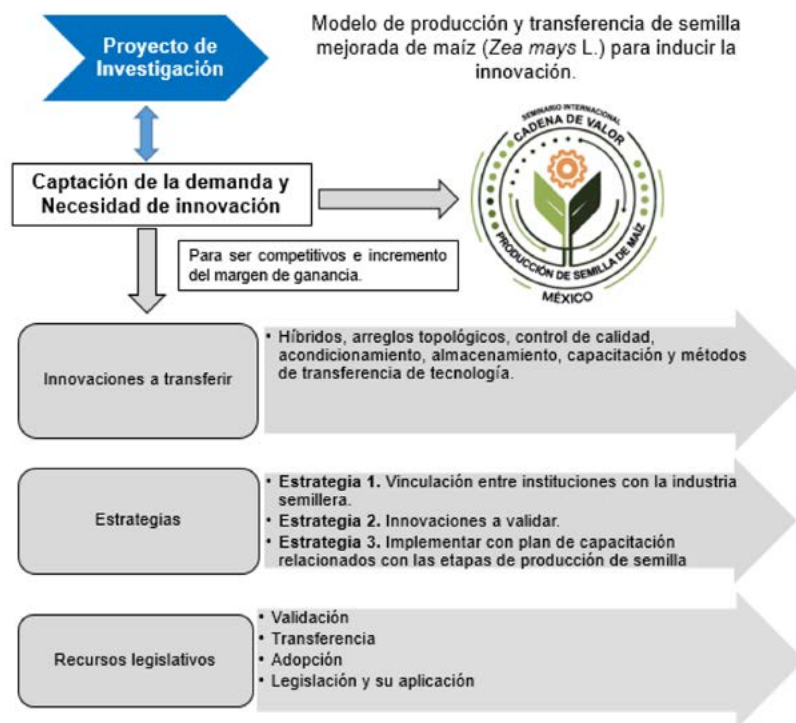
Meta

- En un periodo de dos años, obtener una propuesta de mejora de la cadena de valor de producción de semilla de maíz.

Hipótesis

- El identificar las variables causales es posible implementar, proponer y modificar el modelo actual de la cadena de valor de producción de semilla de maíz.

Fases (métodos y variables)



Innovaciones a transferir

1. Híbridos registrados de maíz ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con título de obtentor (ejemplo: H-393 y H-377).
2. Arreglos topológicos (densidad de siembra, proporciones hembra:macho (H:M) y distancia entre surcos).
3. Control de calidad y acondicionamiento de semilla (pruebas de rutina, formas y tamaños en semilla).
4. Tratamiento y almacenamiento de semilla.
5. Capacitación sobre temas relacionados a las etapas de producción de semilla.
6. Método de transferencia de tecnología.

Estrategias

En la propuesta se llevarán a cabo tres estrategias que aporten a la innovación y que estas sean adoptadas.

Estrategia 1. Vinculación entre instituciones con la industria semillera.

Acción 1. Realizar una reunión de trabajo con las instituciones de educación y de investigación como proveedores de germoplasma (progenitores H:M), para obtener categoría certificada, y las empresas Nacionales dedicadas a la producción de semilla o en su caso representantes del consorcio a nivel Nacional, Semilleros Mexicanos Unidos A.C. (SE-MUAC). Con el objetivo de presentar la propuesta y necesidades respecto a innovaciones, para su implementación y adopción.

Acción 2. Se recomienda la implementación de las innovaciones presentadas y su validación.

Estrategia 2. Innovaciones a validar.

Acción 1. Arreglos topológicos en campo respecto a producción de semilla (densidad de siembra, proporciones hembra:macho (H:M) y distancia entre surcos), lo anterior nos impacta en rendimiento y calidad de la semilla.

Acción 2. Manejo de postcosecha, esto implica control de calidad y acondicionamiento de semilla (pruebas de rutina en componentes físicos y fisiológicos “Contenido de humedad de la semilla (%), peso hectolitrito (kg h^{-1}), germinación (%), Vigor (%), Viabilidad (%)”, formas y tamaños en semilla y tratamiento de semilla.

Acción 3. Almacenamiento de semilla. Como una actividad subsecuente al manejo de postcosecha, es importante considerar como afecta la calidad de la semilla de campo, respecto al acondicionamiento de la semilla y en almacenamiento a mediano plazo.

Estrategia 3. Implementar con plan de capacitación relacionados con las etapas de producción de semilla, e incluso con las innovaciones a validar.

Acción. Las capacitaciones consistirán en cursos de capacitación que a continuación se enlistan:

- Curso 1. Manejo de lotes de producción de semilla maíz, en apego a las reglas para calificación de semilla emitidas por el SNICS;
- Curso 2. Control de calidad en semilla (Componentes de calidad y sus atributos);
- Curso 3. Cosecha y postcosecha en semilla de maíz;
- Curso 4. Acondicionamiento y almacenamiento de semilla;
- Curso 5. Métodos de transferencia de tecnología, una vez realizado un estudio bibliométrico y metaanálisis.

Productos a obtener

Articulación entre los actores que intervienen en la cadena de valor de producción de semilla; innovaciones validadas que permitan incrementar el rendimiento y calidad de semilla de maíz; publicación en revista científica.

Panorama general de la agenda

Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Como inducir la innovación en la cadena de valor de semilla de maíz y ser competitivo?	¿Qué innovaciones se implementarán para mejoras de la cadena de valor de semilla de maíz, impactando en el rendimiento y calidad de semilla de maíz?	Investigación-Innovación para mejorar la cadena de valor de la producción semillera de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Validar y adoptar innovaciones para mejorar la cadena de valor de semilla de maíz.	Innovaciones a validar a) Dos Variedades mejoradas b) Dos Arreglos topológicos c) Acondicionamiento de semilla d) Tratamiento y almacenamiento Indicadores de rendimiento y calidad de semilla de maíz: Producción (kg) Formas y tamaños de semilla PH (kg/l) % germinación Vigor Viabilidad	Campo: Completamente al azar con arreglo factorial (2×2). Beneficio: Completamente al azar con arreglo factorial (2×2). Laboratorio: Completamente al azar. Paquete estadístico RStudio	Las innovaciones serán comparadas con el manejo tradicional de las empresas en campo, laboratorio y en el beneficio/ acondicionamiento de semilla.	Proponer mejoras en la cadena de valor de producción de semilla de maíz. Innovaciones validadas que permitirán incrementar el rendimiento y calidad de la semilla de maíz. Artículo científico

Agenda de investigación-innovación: el agua como recurso estratégico en el Altiplano Potosino (Estudio de caso: Salinas, S.L.P.)

Salinas-López, Carmen Adriana¹; Ruiz-Vera, Víctor Manuel^{1*}; Cadena-Íñiguez, Jorge¹; González-Hernández, Víctor Arturo²; Gómez-González, Adrián¹; Calzada-Lara, Gabriel¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, C.P. 78620, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad - Fisiología Vegetal. Carr. México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Méx. C.P. 56264, México.

* Autor para correspondencia: vmanuel@colpos.mx

Contexto y problema prioritario

A nivel global, el agua dulce disponible representa menos del 3% del total del agua del planeta y su distribución es desigual. El crecimiento poblacional, la expansión agrícola y el cambio climático han intensificado la presión sobre los recursos hídricos, generando escenarios de disparidad entre la demanda y la disponibilidad de agua en diversas regiones del mundo.

En México, aproximadamente el 60% del territorio presenta condiciones de aridez o semi aridez, lo que implica una alta dependencia de otras fuentes como aguas subterráneas o corrientes superficiales y por tanto vulnerabilidad ante la variabilidad climática. La sobreexplotación de los acuíferos y la disminución en la calidad del agua constituyen problemáticas que requieren una atención prioritaria en varias regiones del país.

En el estado de San Luis Potosí, particularmente en el Altiplano Potosino, el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento para consumo humano y producción agrícola bajo riego. Las condiciones climáticas semiáridas, combinadas con el uso agrícola y el crecimiento urbano, generan una presión cada vez mayor sobre la disponibilidad y calidad del recurso. En el municipio de Salinas, esta situación se manifiesta en una dependencia casi exclusiva de pozos profundos, variabilidad en la calidad del agua y creciente demanda para uso doméstico y productivo. La ausencia de una visión integral que articule las dimensiones de salud, producción y ambiente, limita la capacidad de las instituciones gubernamentales y de la sociedad para diseñar estrategias sostenibles de gestión hídrica. Frente a este desafío, la presente Agenda de Investigación propone la integración de estos

Cómo citar: Salinas-López, C. A., Ruiz-Vera, V. M., Cadena-Íñiguez, J., González-Hernández, V. A., Gómez-González, A., & Calzada-Lara, G. (2026). Agenda de investigación-innovación: el agua como recurso estratégico en el Altiplano Potosino (Estudio de caso: Salinas, S.L.P.). *Agro-Divulgación*, 6(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v6i1.637>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Íñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2026.

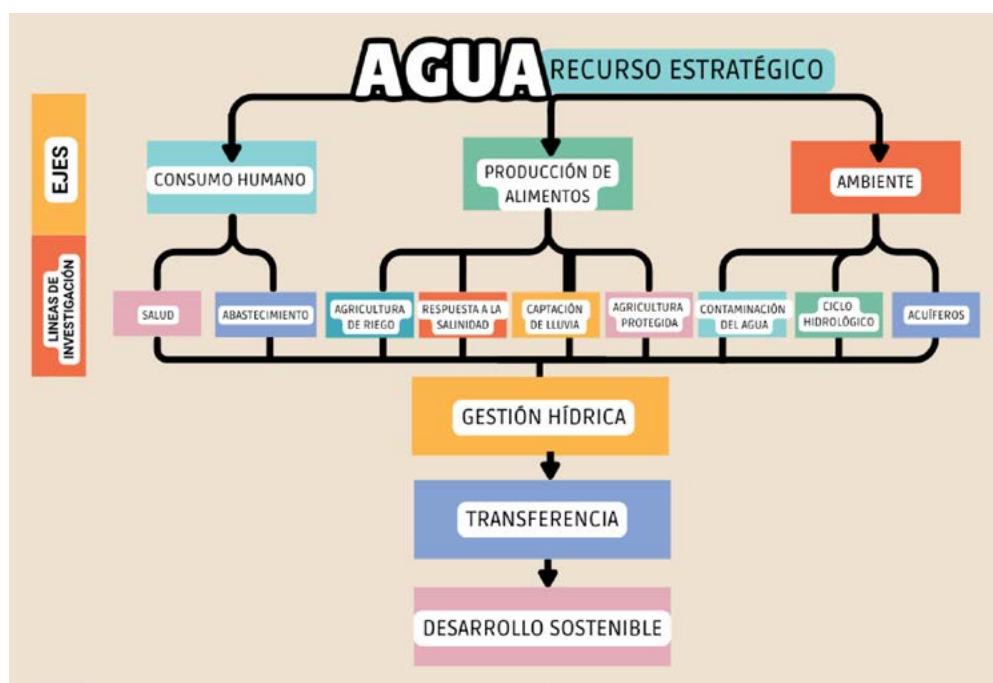
Agro-Divulgación, 6(1). Enero-Febrero. 2026. pp: 145-163.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



tres ejes fundamentales mediante un enfoque sistémico, que reconoce al agua como elemento transversal del desarrollo territorial.

Cada línea de investigación generará información específica y especializada; sin embargo, es su articulación eficaz, basada en evidencia científica, la que permitirá identificar las interrelaciones fundamentales entre las diferentes líneas de investigación, lo que nos lleve a la construcción de una estrategia de gestión hídrica idónea para la región. El diagrama conceptual que se presenta a continuación sintetiza la estructura del modelo propuesto, mostrando la interrelación entre ejes temáticos, líneas de investigación, gestión estratégica y transferencia del conocimiento, orientados hacia el desarrollo sostenible del Altiplano Potosino.



EJE 1. CONSUMO HUMANO

Línea de Investigación 1. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y su relación con indicadores de salud en la población de Salinas, S.L.P.

Contexto general del tema

El municipio de Salinas se localiza en el Altiplano Potosino, una región caracterizada por clima semiárido, alta dependencia de agua subterránea y limitada disponibilidad de fuentes superficiales. En este contexto, el abastecimiento para consumo humano proviene principalmente de pozos profundos, lo que puede implicar presencia de sales, dureza elevada, flúor, arsénico u otros minerales característicos de zonas áridas. Diversos estudios en regiones similares del norte y centro de México han reportado problemas de calidad del

agua asociados a efectos dermatológicos, fluorosis dental y alteraciones gastrointestinales. Sin embargo, en Salinas no existe información sistematizada que relacione directamente la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua con indicadores de salud local.

Por ello, es necesario evaluar científicamente si las características del agua potable en Salinas representan un riesgo para la salud pública, particularmente en manifestaciones cutáneas como manchas en la piel, irritaciones o resequedad crónica.

Objetivo general

- Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua destinada al consumo humano en Salinas, S.L.P., y determinar su posible relación con afectaciones en la salud de la población.

Objetivos específicos

- Elaborar un sistema de información geográfica de la calidad del agua de los principales sistemas de abastecimiento (pozos y red domiciliaria).
- Identificar la prevalencia de problemas dermatológicos y dentales en la población local.
- Correlacionar estadísticamente la calidad del agua (pH, conductividad eléctrica, dureza total, sólidos disueltos totales, flúor, arsénico, nitratos y coliformes) con indicadores de salud reportados.
- Determinar las acciones necesarias para los casos específicos que no se ajusten a la normatividad mexicana vigente (NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano - Límites permisibles de la calidad del agua).

Metas

- Muestrear al menos 50 puntos estratégicos de abastecimiento en el municipio.
- Analizar mínimo 8 parámetros fisicoquímicos y 2 microbiológicos.
- Aplicar encuestas de salud en al menos 200 hogares.
- Generar un sistema de información geográfica de calidad del agua y riesgo sanitario en Salinas.
- Publicar un informe técnico con recomendaciones de política pública para el municipio de Salinas.

Hipótesis

- La concentración elevada de sales y/o flúor en el agua subterránea de Salinas está asociada con alteraciones dermatológicas y dentales en la población.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿La calidad del agua en Salinas repercute en la salud y calidad de vida de los usuarios?	¿Existe relación entre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano y la presencia de alteraciones en la salud de la población de Salinas, S.L.P.?	Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y su relación con indicadores de salud en la población de Salinas, S.L.P.	<p>Objetivo General: Evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano y determinar su relación con indicadores de salud en la población.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar la calidad fisicoquímica y microbiológica según fuente de abastecimiento. - Determinar perfil mineral del agua (dureza, flúor, arsénico, nitratos). - Identificar prevalencia de alteraciones dermatológicas y dentales en usuarios. - Correlacionar parámetros de calidad del agua con efectos en salud y límites normativos. 	<p>Independientes: fuente de agua (pozo, red), concentración de minerales, dureza, conductividad eléctrica, presencia microbiana.</p> <p>Dependientes: presencia de manchas en piel, irritaciones, fluorosis dental, malestares gastrointestinales, percepción de calidad de vida.</p>	Estadística descriptiva; ANOVA para comparar fuentes; análisis de correlación (Pearson o Spearman); regresión lineal o logística para evaluar asociación entre calidad del agua e indicadores de salud.	Se discutirá la relación entre calidad del agua y efectos potenciales en la salud, considerando límites permisibles establecidos por normatividad mexicana. Se analizará el riesgo sanitario y la necesidad de mejoras en sistemas de potabilización y monitoreo.	Artículo científico; informe técnico (con ISBN) para autoridades municipales; tesis de posgrado; base de datos regional de calidad del agua; SIG; propuesta de mejora en sistemas de tratamiento.

Línea de Investigación 2. Evaluación de un sistema de captación y purificación de agua de lluvia para consumo humano en Salinas, S.L.P.

Contexto general del tema

El municipio de Salinas se ubica en una zona semiárida con alta variabilidad interanual de precipitación y fuerte dependencia del agua subterránea para consumo humano. La sobreexplotación de acuíferos y la calidad variable del agua de pozo han generado la necesidad de buscar fuentes alternativas y complementarias.

La captación de agua de lluvia representa una estrategia viable en regiones con infraestructura limitada y altos costos de extracción profunda. Sin embargo, en Salinas no existe un modelo técnico-económico que evalúe la factibilidad de captación, purificación y eventual comercialización local de agua de lluvia como producto embotellado.

La implementación de sistemas de captación podría contribuir a disminuir la presión sobre los acuíferos, mejorar la calidad del agua disponible y generar modelos comunitarios de microempresa para la venta de agua purificada. El diseño del sistema piloto deberá considerar los lineamientos establecidos en la NOM-127-SSA1-2021 y la NMX-AA-164-SCFI-2013, garantizando el cumplimiento en calidad y especificaciones técnicas.

Objetivo general

- Evaluar la viabilidad técnica, sanitaria, hidráulica y económica de un sistema integral de captación pluvial para consumo humano en Salinas, S.L.P., considerando eficiencia de captación, estabilidad fisicoquímica, control de pérdidas y potencial de comercialización local.

Objetivos específicos

- Estimar el potencial real de captación considerando la precipitación media anual, el periodo de retorno, la relación intensidad-duración-frecuencia de la precipitación y la eficiencia efectiva del sistema.
- Determinar el balance hídrico del sistema (captación, almacenamiento y pérdidas).
- Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica pre y post tratamiento.
- Analizar el comportamiento de sales disueltas y su estabilidad durante almacenamiento.
- Evaluar la uniformidad y eficiencia del proceso de tratamiento.
- Determinar los indicadores de rentabilidad del sistema (relación costo-beneficio, tasa interna de retorno y retorno de la inversión).

Metas

- Determinar el volumen potencial de captación anual de agua de lluvia por metro cuadrado de techo.
- Instalar al menos un sistema piloto demostrativo.
- Cumplir con la normatividad oficial mexicana de agua para consumo humano post-tratamiento.

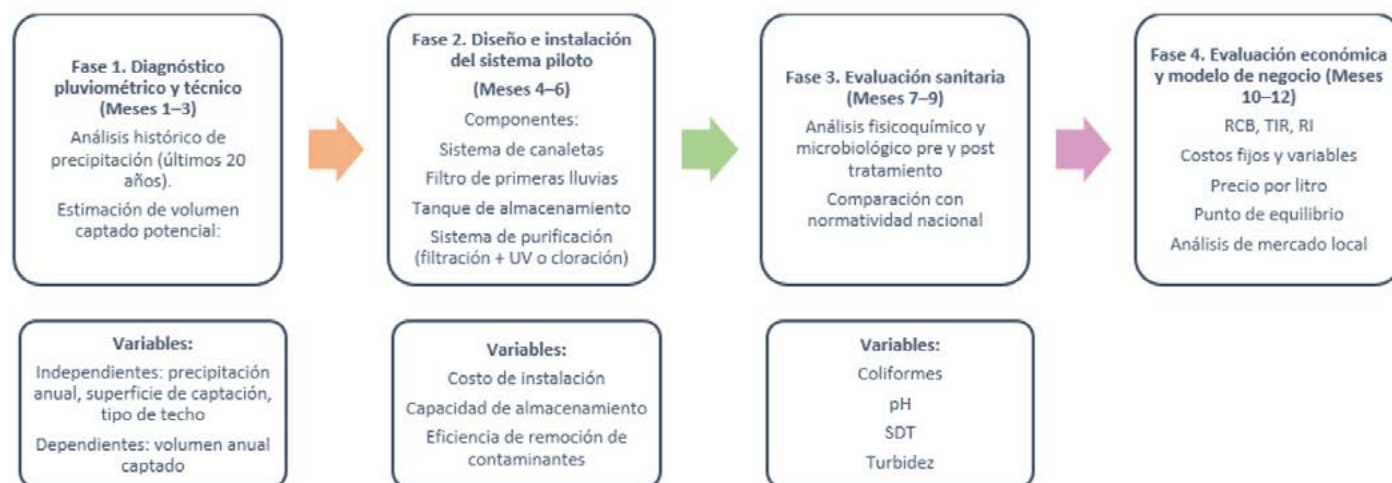
- Elaborar el análisis de rentabilidad del modelo de negocio.
- Generar una propuesta escalable a nivel municipal.

Hipótesis

- La captación y purificación de agua de lluvia en Salinas es técnica y sanitariamente viable, y puede representar una alternativa económicamente rentable para el abastecimiento y comercialización local.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿La captación de agua de lluvia puede ser una alternativa viable para consumo humano en Salinas?	¿Es técnica, sanitaria y económicamente viable la captación, purificación y comercialización de agua de lluvia como fuente alternativa para consumo humano en Salinas, S.L.P.?	Evaluación de un sistema de captación y purificación de agua de lluvia para consumo humano en Salinas, S.L.P.	Objetivo general: Evaluar la viabilidad técnica, sanitaria y económica del uso de agua de lluvia para consumo humano. Específicos: - Estimar el volumen potencial de captación anual. - Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica pre y post tratamiento. - Evaluar costos de instalación y operación. - Analizar la factibilidad de comercialización local.	Independientes: precipitación anual, superficie de captación, tipo de techo, sistema de tratamiento. Dependientes: volumen captado, calidad del agua (pH, SDT, coliformes), costo por litro, rentabilidad.	Estadística descriptiva; análisis comparativo pre y post tratamiento; análisis costo-beneficio; tasa interna de retorno; retorno de la inversión; punto de equilibrio; modelación de escenarios de captación anual.	Se analizará la viabilidad del sistema considerando la calidad del agua tratada, normatividad vigente, costos de implementación y potencial reducción de presión sobre acuíferos. Se evaluará su pertinencia como alternativa comunitaria y modelo productivo.	Prototipo de sistema piloto (desarrollo tecnológico); manual técnico de captación; artículo científico; modelo de negocio replicable; solicitud de modelo de utilidad (en su caso); tesis de licenciatura o posgrado.

EJE 2. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Agua como insumo estratégico para la seguridad y rentabilidad agrícola en el Altiplano Potosino

Línea de Investigación 3. Evaluación del balance hídrico en sistemas agrícolas bajo riego en el Altiplano Potosino

Contexto general del tema

En el Altiplano Potosino, particularmente en el municipio de Salinas, la producción agrícola bajo riego depende completamente del riego con agua subterránea. No obstante, la eficiencia de aplicación suele ser limitada debido al uso de métodos tradicionales, deficiente control de láminas y baja uniformidad de distribución. En condiciones semiáridas, la evaporación elevada favorece la acumulación progresiva de sales en el perfil del suelo. Cuando no se realiza un manejo adecuado del balance hídrico (incluyendo láminas de lavado técnicamente calculadas y control de pérdidas por percolación profunda) se incrementa el riesgo de salinización y disminuye la productividad del cultivo, lo cual se ve agravado por la calidad del agua subterránea, considerando que en esta zona existe un número elevado de pozos con alta concentración de sales.

En la región no existen evaluaciones sistemáticas actualizadas que integren la eficiencia real de aplicación del riego, coeficientes de uniformidad, fracción de lavado requerida, pérdidas por percolación y dinámica de sales en el perfil del suelo.

El estudio de estos factores permitirá optimizar el uso del agua, conservar la calidad del suelo y mejorar la rentabilidad agrícola.

Objetivo general

- Evaluar el balance hídrico en cultivos bajo riego por goteo, priorizando la eficiencia de aplicación y el control de sales en los tipos de suelo predominantes en los sistemas de producción agrícola del municipio de Salinas.

Objetivos específicos

- Comparar la eficiencia de aplicación y el coeficiente de uniformidad en sistemas de riego por goteo y gravedad para los tres tipos de suelo predominantes en la región.
- Estimar la fracción de lavado requerida en función de la calidad del agua y la tolerancia a la salinidad, para cultivos básicos y alternativos.
- Determinar la demanda hídrica de cultivos básicos y alternativos con base en la evapotranspiración, la humedad aprovechable del suelo y el tipo de cultivo.
- Evaluar la acumulación y distribución de sales en el perfil de los suelos predominantes en los sistemas de producción agrícola.
- Analizar la relación entre la lámina aplicada, la uniformidad del riego y la concentración de sales en la zona de raíces.
- Proponer estrategias de optimización del manejo del riego en los sistemas agrícolas del municipio de Salinas.

Metas

- Evaluar el balance hídrico en al menos tres tipos de suelo representativos.
- Elaborar un diagnóstico de salinidad en parcelas piloto.
- Generar recomendaciones técnicas de manejo del agua de riego.

Hipótesis

- La estimación adecuada del balance de sales y agua en el suelo, junto con una eficiencia y uniformidad de aplicación del riego, permiten optimizar el uso del agua en los sistemas de producción agrícola de Salinas.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿El manejo actual del riego está afectando la eficiencia del uso del agua y la calidad del suelo en Salinas?	¿Cómo influye la eficiencia del riego en la salinización del suelo en sistemas agrícolas del Altiplano Potosino?	Evaluación del balance hídrico en sistemas agrícolas bajo riego en el Altiplano Potosino	<p>Objetivo general: Evaluar el balance hídrico bajo en cultivos bajo riego por goteo, priorizando la eficiencia de aplicación y el control de sales en los tipos de suelo predominantes en los sistemas de producción agrícola del municipio de Salinas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparar la eficiencia de aplicación y el coeficiente de uniformidad en sistemas de riego por goteo y gravedad para los tres tipos de suelo predominantes en la región. - Estimar la fracción de lavado requerida en función de la calidad del agua y la tolerancia a la salinidad, para cultivos básicos y alternativos. - Determinar la demanda hídrica de cultivos básicos y alternativos con base en la evapotranspiración, la humedad aprovechable del suelo y el tipo de cultivo. - Evaluar la acumulación y distribución de sales en el perfil de los suelos predominantes en los sistemas de producción agrícola. - Analizar la relación entre la lámina aplicada, la uniformidad del riego y la concentración de sales en la zona de raíces. - Proponer estrategias de optimización del manejo del riego en los sistemas agrícolas del municipio de Salinas. 	<p>Independientes: Tipo de riego (gravedad, goteo), lámina aplicada, frecuencia de riego, calidad del agua (CE, pH, RAS), textura del suelo, humedad aprovechable, CC, PMP, Dap, ETc</p> <p>Dependientes: balance hídrico, distribución de sales en el perfil, rendimiento del cultivo, productividad del agua (kg/m³)</p> <p>Otras: Coeficiente de uniformidad (CU), eficiencia de aplicación (%), fracción de lavado estimada, contenido volumétrico de humedad, flujo profundo (pérdidas por percolación)</p>	<p>Estadística descriptiva: ANOVA para comparación entre sistemas</p> <p>Correlación y regresión múltiple</p> <p>Modelación del balance hídrico</p> <p>Análisis de eficiencia técnica</p> <p>Índices de productividad del agua</p>	<p>Se analizará la relación entre prácticas de riego y degradación del suelo por salinidad, así como el balance hídrico en el suelo proponiendo mejoras técnicas para incrementar la eficiencia del riego, la sostenibilidad productiva y reducir la presión sobre los acuíferos.</p>	<p>Manual técnico de eficiencia de riego; artículo científico; artículo de divulgación; modelo de optimización hídrica; tesis; folletos para productores.</p>

Línea de Investigación 4. Respuesta de los cultivos a la salinidad del agua de riego

Contexto general

En regiones semiáridas como Salinas, la disponibilidad de agua de buena calidad para uso agrícola es limitada, lo que obliga al uso de fuentes con alta concentración de sales. La salinidad del agua de riego es uno de los principales factores que afectan la productividad agrícola, ya que influye en la absorción de agua por las plantas, la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo fisiológico de los cultivos.

La respuesta de los cultivos a la salinidad varía según la especie, etapa fenológica y condiciones de manejo, por lo que es necesario determinar la salinidad umbral y la pendiente de reducción del rendimiento bajo condiciones locales. Actualmente, existe una limitada información específica para el Altiplano Potosino que permita establecer criterios técnicos para el uso agrícola de agua con diferente calidad.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la salinidad sobre la productividad de los cultivos en diferentes sistemas de producción.

Objetivos específicos

- Caracterizar la calidad fisicoquímica del agua utilizada en la agricultura de Salinas de Hgo. SLP.
- Determinar la salinidad umbral y la pendiente de reducción del rendimiento de cultivos básicos y cultivos alternativos para los tipos de salinidad del agua existentes en la región del altiplano potosino-zacatecano.
- Identificar estrategias de manejo del agua a nivel cuenca que permitan mantener la productividad agrícola.
- Generar criterios técnicos con base en la calidad del agua para el uso agrícola sostenible en la región.

Metas

- Obtener una zonificación de cultivos en función de la concentración de sales de los pozos de la región.
- Generación de información científica específica para la región sobre la respuesta a la salinidad de los cultivos que generalmente se usan en la región y aquellos que potencialmente pueden ser más redituables.
- Propuestas de manejo del agua orientadas a mejorar la productividad agrícola en regiones con escasez hídrica.

Hipótesis

- El incremento en la salinidad del agua de riego reduce significativamente el rendimiento de los cultivos, existiendo una salinidad umbral a partir de la cual la productividad disminuye de manera proporcional.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿La calidad del agua utilizada en la agricultura influye en la productividad de los cultivos?	¿Cómo responden los cultivos a diferentes niveles de salinidad del agua?	Respuesta de los cultivos a la salinidad del agua de riego	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el efecto de la calidad del agua, particularmente la salinidad y el perfil mineral, sobre la productividad de los cultivos bajo diferentes sistemas de producción.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Caracterizar la calidad fisicoquímica del agua utilizada en la agricultura. -Determinar la respuesta productiva de los cultivos a distintos niveles de salinidad del agua. -Identificar estrategias de manejo del agua que permitan mantener la productividad agrícola. -Generar criterios técnicos para el uso de agua de calidad variable en la agricultura. 	<p>Variable independiente:</p> <p>Calidad del agua de riego (salinidad, conductividad eléctrica, concentración de sales y minerales).</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Productividad del cultivo (rendimiento, biomasa, crecimiento,).</p> <p>Variables de control: Tipo de cultivo, suelo, sistema de riego, manejo agronómico, condiciones climáticas.</p>	<p>Estadística descriptiva (media, desviación estándar).</p> <p>Análisis de varianza (ANOVA) para comparar la productividad entre distintos niveles de salinidad y prueba post hoc para identificar diferencias significativas.</p> <p>Análisis de correlación o regresión entre salinidad del agua y rendimiento del cultivo.</p>	<p>Interpretación de los resultados obtenidos en relación con el efecto de la salinidad del agua sobre la productividad de los cultivos, comparándolos con estudios previos.</p> <p>Se analizan las implicaciones agronómicas, ambientales y económicas del uso de agua de calidad variable y se proponen recomendaciones para un manejo sostenible del recurso hídrico en la agricultura.</p>	<p>Informe técnico o artículo científico.</p> <p>Manual o guía de buenas prácticas para el uso de agua de riego con diferente calidad.</p> <p>Base de datos de calidad del agua y productividad agrícola.</p>

Línea de Investigación 5. Captación de agua de lluvia para la producción de cultivos de alta rentabilidad en sistemas hidropónicos

Contexto general

En el municipio de Salinas, ubicado en el Altiplano Potosino, la agricultura enfrenta limitaciones importantes relacionadas con la disponibilidad y calidad del agua. El uso predominante de agua subterránea, caracterizada en muchos casos por un contenido elevado de sales puede afectar el desarrollo vegetal, disminuir el rendimiento y comprometer la calidad del producto final en diversos cultivos de la región.

La captación de agua de lluvia representa una alternativa sustentable para mejorar la calidad del agua de riego. Al mezclar agua pluvial con agua de pozo, es posible reducir la salinidad del agua y de la solución nutritiva en cultivos hidropónicos, mejorar la eficiencia hídrica y disminuir el impacto ambiental derivado de la sobreexplotación de acuíferos. Si bien esta estrategia podría aplicarse a cualquier cultivo hortícola, resulta estratégico vincular la implementación de sistemas de captación con cultivos de alta rentabilidad que permitan recuperar en menor tiempo los costos de instalación de sistemas altamente eficientes (como los hidropónicos en agricultura protegida). Entre las opciones productivas adaptables a la región, la fresa (*Fragaria × ananassa*) destaca por su alto valor comercial por metro cuadrado, su rápida recuperación de inversión pero su alta sensibilidad a la salinidad, lo que la convierte en un cultivo idóneo para evaluar el impacto agronómico y económico de las mezclas de agua de lluvia y agua de pozo.

Actualmente, no existen estudios locales que determinen las proporciones óptimas de mezcla entre agua de lluvia y agua de pozo, ni su impacto agronómico y económico bajo condiciones específicas del Altiplano Potosino.

Objetivo general

- Determinar la viabilidad agronómica y económica del uso de mezclas de agua de lluvia y agua de pozo en el cultivo de fresa bajo condiciones del Altiplano Potosino.

Objetivos específicos

- Caracterizar químicamente el agua de lluvia y de pozo.
- Evaluar diferentes proporciones de mezcla (25-50-75%).
- Medir el impacto en el crecimiento de la planta y el rendimiento y calidad de fruto.
- Determinar los indicadores económicos del sistema de producción (relación costo-beneficio, punto óptimo técnico-económico y tasa interna de retorno).

Metas

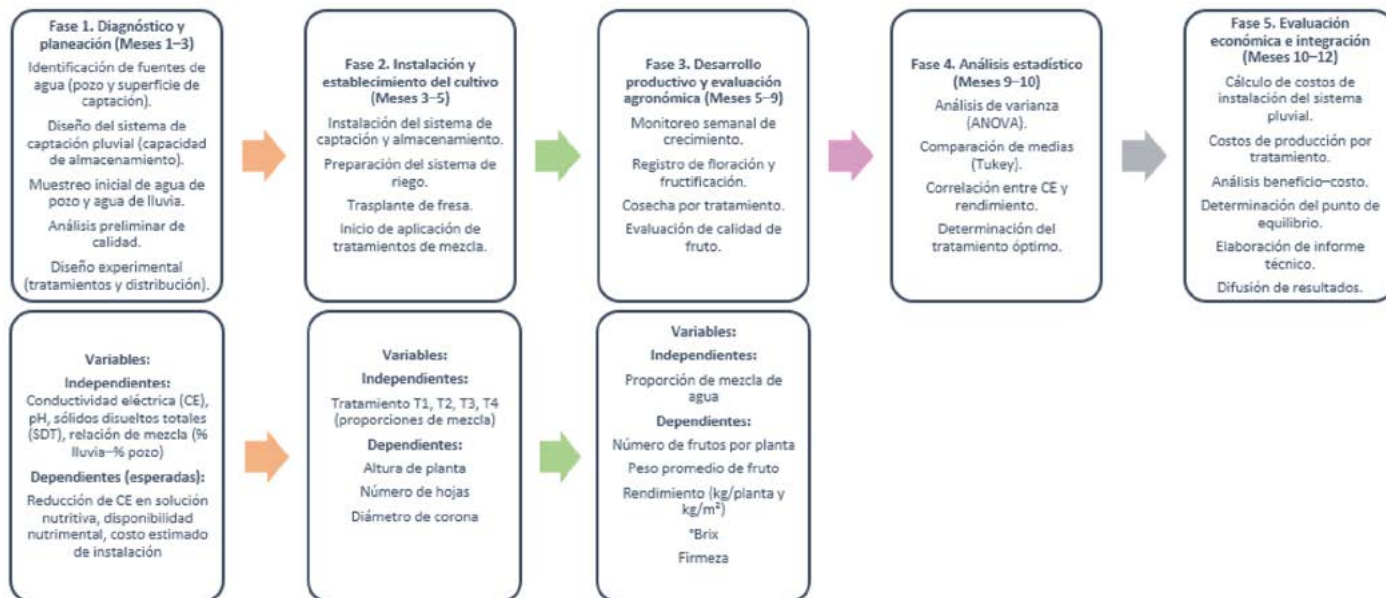
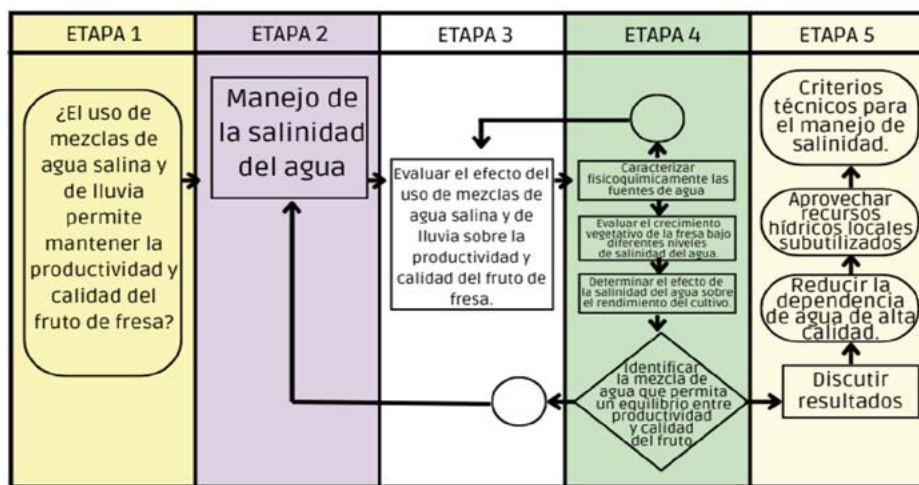
- Establecer un ensayo experimental con al menos 4 proporciones de agua de lluvia y agua de pozo.
- Determinar el rendimiento de fruto para cada mezcla de agua (kg/planta y kg/m²).
- Analizar la calidad del fruto (°Brix y firmeza).
- Determinar la relación entre la conductividad eléctrica de la solución nutritiva y el rendimiento.

Hipótesis

- La mezcla de agua de lluvia con agua de pozo mejora el rendimiento y calidad del fruto de fresa en comparación con el uso exclusivo de agua subterránea.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Mezclar agua de lluvia con agua de pozo mejora el rendimiento y calidad de la fresa?	¿Cuál es la proporción óptima de mezcla de agua de lluvia y agua de pozo que maximiza el rendimiento y la calidad del fruto de fresa bajo condiciones del Altiplano Potosino?	Captación de agua de lluvia para la producción de cultivos de alta rentabilidad en sistemas hidropónicos	Objetivo general: Determinar la viabilidad técnica y económica del uso de mezclas de agua de lluvia y agua de pozo en el cultivo de fresa. Objetivos específicos: - Caracterizar químicamente ambas fuentes de agua. - Evaluar diferentes proporciones de mezcla. - Medir el impacto en rendimiento y calidad de fruto (°Brix, firmeza). - Evaluar costo-beneficio del sistema.	Independientes: proporción de mezcla (% lluvia–pozo), CE del agua. Dependientes: rendimiento (kg/planta), °Brix, firmeza, tamaño de fruto, rentabilidad.	Diseño experimental completamente al azar; ANOVA; prueba de comparación de medias (Tukey); análisis de regresión entre CE y rendimiento; análisis costo–beneficio.	Se discutirá el efecto de la reducción de salinidad en el desarrollo fisiológico del cultivo y su impacto económico, posicionando la captación de lluvia como estrategia sostenible y rentable.	Parcela demostrativa; artículo científico; protocolo técnico de la calidad del agua en función de las mezclas; modelo productivo replicable; posible registro de modelo de manejo; tesis.

Línea de Investigación 6. Optimización del uso del agua en sistemas de agricultura protegida bajo condiciones del Altiplano Potosino.

Contexto general

La agricultura protegida (invernaderos y macrotúneles) se ha incrementado en el centro-norte de México por su alta productividad y eficiencia. Sin embargo, estos sistemas demandan manejo preciso del agua y nutrientes. En regiones semiáridas como Salinas, el uso intensivo de este recurso puede incrementar la presión sobre los acuíferos si no se implementan estrategias de recirculación y optimización.

Objetivo general

- Evaluar el uso eficiente del agua en sistemas de agricultura protegida y acuaponía en Salinas y proponer modelos de optimización hídrica.

Objetivos específicos

- Cuantificar el consumo hídrico por ciclo productivo de cultivos de alta rentabilidad bajo condiciones de invernadero.
- Evaluar la eficiencia de sistemas de riego presurizado en agricultura protegida.
- Determinar la factibilidad de recirculación de drenajes en cultivos hidropónicos.
- Estimar la productividad del agua en agricultura protegida.

- Evaluar la optimización del uso del agua de un prototipo de sistema acuapónico en Salinas, SLP.

Metas

- Determinar la huella hídrica del sistema de agricultura protegida.
- Reducir al menos 15% el consumo mediante optimización del uso del agua.
- Generar un protocolo de manejo hídrico con parámetros de optimización que sea transferido a productores.

Hipótesis

- La implementación de estrategias de recirculación y control automatizado puede reducir significativamente el consumo de agua en agricultura protegida sin afectar el rendimiento de los cultivos.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Se puede producir más materia seca con menos agua en sistemas protegidos y de circuito cerrado?	¿Cómo influye la implementación de estrategias de recirculación y control automatizado en la eficiencia del uso del agua en agricultura protegida y acuaponia en Salinas?	Optimización del uso del agua en sistemas de agricultura protegida bajo condiciones del Altiplano Potosino.	Objetivo general: Evaluar la optimización del uso del agua en sistemas de agricultura protegida y acuaponia. Objetivos específicos: - Cuantificar el consumo hídrico por ciclo productivo. - Evaluar la eficiencia de riego presurizado. - Analizar la factibilidad de recirculación de drenajes en agricultura protegida y acuaponia. - Determinar la productividad por m ³ de agua aplicado.	Independientes: tipo de sistema (con/sin recirculación), frecuencia de riego, automatización. Dependientes: consumo total (m ³), rendimiento (kg/m ²), eficiencia del uso del agua (kg/m ³), volumen recirculado.	Estadística descriptiva; comparación de tratamientos (ANOVA); análisis de eficiencia hídrica; modelación de reducción porcentual de consumo.	Se evaluará la capacidad de los sistemas protegidos para reducir el consumo de agua sin afectar la productividad, destacando su papel en la sostenibilidad agrícola regional.	Protocolo de manejo hídrico; artículo científico; modelo demostrativo de agricultura protegida; modelo demostrativo de acuaponia; capacitación técnica; tesis.

EJE 3. AMBIENTE

El agua como regulador ecológico y factor de sostenibilidad territorial

Línea de Investigación 7. Evaluación del impacto de las prácticas agrícolas en la concentración de nutrientes (N y P) y pesticidas en agua subterránea del Altiplano Potosino.

Contexto general

En regiones agrícolas semiáridas, el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes nitrogenados y fosfatados puede generar lixiviación de nutrientes hacia cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Aunque el Altiplano Potosino no posee cuerpos superficiales permanentes, el arrastre de nutrientes hacia acuíferos representa un riesgo ambiental y sanitario.

El exceso de nitratos y residuos químicos de pesticidas presentes en agua potable puede asociarse con riesgos a la salud, mientras que el fósforo contribuye a procesos de eutrofización cuando existen cuerpos receptores. Actualmente no se cuenta con un monitoreo sistemático regional que evalúe la carga real de nutrientes y residuos de pesticidas derivados de actividades agrícolas.

Objetivo general

- Determinar la concentración de nutrientes y pesticidas en fuentes de agua y su relación con actividades agrícolas.

Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y residuos de insecticidas organofosforados (clorpirifos, diazinón y metamidofos), herbicidas (2,4-D y ametrina) y fungicidas (piraclostrobina).
- Identificar las zonas agrícolas con mayor riesgo de lixiviación contaminantes de origen agrícola.
- Evaluar las prácticas de fertilización y uso de pesticidas actuales (dosis y frecuencia de aplicación).
- Estimar cargas potenciales de contaminación.
- Proponer estrategias de manejo nutrimental y control de plagas y enfermedades eficientes con menor impacto ambiental.

Metas

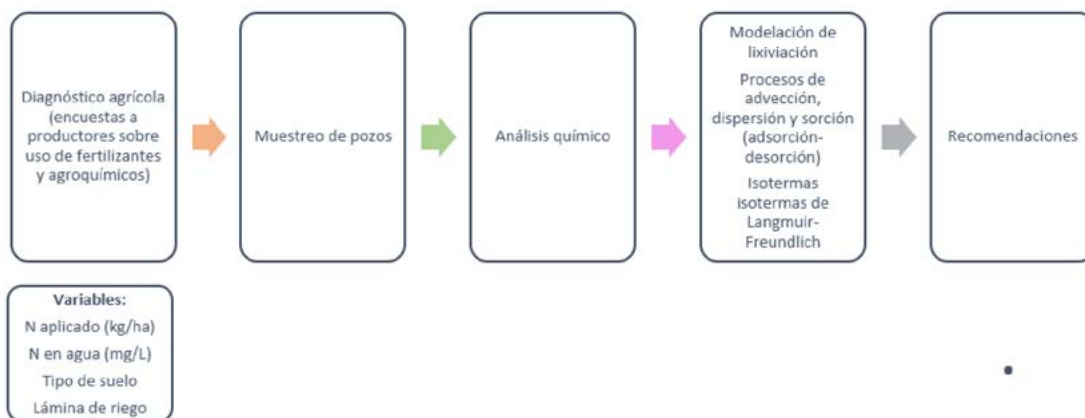
- Muestrear al menos 15 puntos estratégicos.
- Generar un mapa de riesgo de contaminación de mantos freáticos por nutrientes y pesticidas.
- Estimar el balance de N aplicado vs. N lixiviado.
- Elaborar un manual de buenas prácticas agrícolas en términos de fertilización y control de plagas y enfermedades.

Hipótesis

- El uso intensivo de fertilizantes y pesticidas sin un manejo adecuado en sistemas agrícolas del Altiplano incrementa la concentración de nitratos, nitritos y residuos químicos de pesticidas en el agua subterránea.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables)



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿La actividad agrícola está contaminando el agua con exceso de fertilizantes y pesticidas?	¿Existe relación entre las prácticas de fertilización agrícola y el incremento de nitratos, nitritos, fosfatos y pesticidas en aguas subterráneas de Salinas, S.L.P.?	Evaluación del impacto de las prácticas agrícolas en la concentración de nutrientes (N y P) y pesticidas en agua subterránea del Altiplano Potosino.	Objetivo general: Determinar la concentración de nutrientes y pesticidas en fuentes de agua y su relación con actividades agrícolas. Objetivos específicos: - Cuantificar nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y pesticidas en agua subterránea. - Identificar zonas con mayor riesgo de lixiviación. - Analizar prácticas actuales de fertilización y uso de agroquímicos. - Estimar carga potencial de contaminación. - Proponer estrategias de manejo nutrimental y control eficiente de plagas y enfermedades.	Independientes: dosis de fertilización (kg/ha), tipo de cultivo, lámina de riego, tipo de suelo. Dependientes: concentración de nitratos, nitritos, fosfatos y pesticidas en agua subterránea (mg/L), índice de riesgo de contaminación.	Estadística descriptiva; análisis de correlación entre fertilización y concentración en agua; regresión lineal; análisis espacial de riesgo.	Se analizará la contribución de prácticas agrícolas al deterioro de la calidad del agua y se compararán concentraciones encontradas con límites normativos, proponiendo medidas de manejo sostenible.	Artículo científico; mapa de riesgo de contaminación; manual de buenas prácticas agrícolas; tesis; lineamientos técnicos para fertilización eficiente.

Línea de Investigación 8. Estimación del balance hídrico regional y la gestión sostenible del agua en Salinas, S.L.P.

Contexto general

El Altiplano Potosino presenta un régimen climático semiárido con alta evaporación y baja precipitación anual. En Salinas, la extracción de agua subterránea supera en muchos casos la recarga natural, generando un desequilibrio hídrico.

Es necesario estimar el balance hídrico considerando sus diferentes componentes (precipitación, evapotranspiración, escurrimiento, percolación profunda y extracción) para diseñar estrategias de gestión sostenible del recurso.

Objetivo general

- Estimar el balance hídrico del municipio de Salinas para determinar el grado de sostenibilidad en el uso del agua.

Objetivos específicos

- Analizar series históricas de precipitación, evaporación, radiación y temperatura.
- Estimar la evapotranspiración potencial y real y el escurrimiento superficial.
- Determinar el volumen anual de extracción de agua subterránea y estimar la recarga.
- Evaluar el estado actual (nivel estático y dinámico) del o los acuíferos que abastecen al municipio de Salinas y determinar la viabilidad técnica y ambiental de nuevos aprovechamientos.
- Determinar la disponibilidad oficial y el volumen concesionado de aprovechamientos en Salinas.

Metas

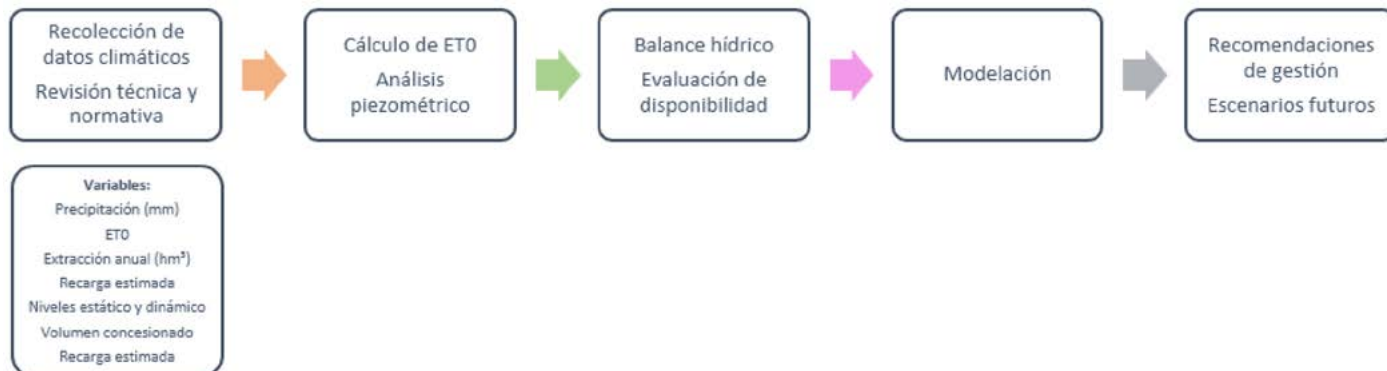
- Elaborar balance hídrico anual y multianual del sistema terrestre Salinas.
- Identificar el déficit o superávit hídrico.
- Determinar la tendencia de abatimiento en los últimos 20 años.
- Generar escenarios futuros bajo cambio climático.
- Generar un modelo predictivo regional incluyendo un mapa de riesgo de sobreexplotación y lineamientos para la gestión sustentable del recurso hídrico.

Hipótesis

- El balance hídrico actual de Salinas presenta un déficit estructural con tendencia a un abatimiento sostenido debido a que la extracción supera la recarga natural.

Tiempos (fases)

- Diagramas de flujo (métodos y variables).



Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Se está extrayendo más agua de la que naturalmente se recarga?	¿Cuál es el balance hídrico actual del municipio de Salinas? ¿Existe un déficit estructural entre recarga natural y extracción subterránea? ¿Es posible generar nuevos aprovechamientos?	Estimación del balance hídrico regional y la gestión sostenible del agua en Salinas, S.L.P.	Objetivo general: Estimar el balance hídrico regional para evaluar la sostenibilidad del recurso y la viabilidad de nuevos aprovechamientos. Objetivos específicos: - Analizar series históricas de precipitación, evaporación, radiación y temperatura. - Calcular la evapotranspiración potencial y real. - Estimar el escurrimiento superficial. - Determinar el volumen de extracción subterránea de los acuíferos del municipio. - Comparar recarga vs. extracción en acuíferos del municipio y generar escenarios futuros.	Independientes: precipitación (mm), temperatura, ETO, superficie agrícola. Dependientes: recarga estimada (hm ³), extracción anual (hm ³), déficit o superávit hídrico, tasa de abatimiento, niveles piezométricos.	Análisis de series de tiempo; cálculo de ETO (Penman-Monteith); balance hídrico anual; modelación de escenarios climáticos; análisis comparativo recarga-extracción.	Se discutirá la sostenibilidad del sistema hídrico regional, identificando tendencias de déficit y su relación con la expansión agrícola y el cambio climático.	Modelo predictivo de balance hídrico; artículo científico; informe técnico para planeación municipal; base de datos climática regional; tesis.