

Agro-Divulgación

Año 5 • Volumen 5 • Número 1 •
enero-febrero, 2025

Residuos agroindustriales en México: Una alternativa para la producción de enzimas de interés industrial **7**

Técnicas recomendadas para granjas cunícolas en pequeña escala **13**

Evolución de las características físicas de sustratos empleados en el cultivo hidropónico de arándano **17**

Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa “verde” para la conservación de agroproductos **21**

Biofermentador de café acoplado a sistema de monitoreo de temperatura y pH basado en la nube Internet of Things (IOT) **25**

Alternativas agroecológicas para el manejo de hierbas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) **31**

Identificación de atributos sensoriales de chile habanero del Estado de Yucatán influenciados por la maduración y el tipo de suelo **35**

y más artículos de interés...

VERDURAS EN ESCABECHE:
Una estrategia para el emprendimiento y la reducción del desperdicio


página 43


Contenido

Año 5 • Volumen 5 • Número 1 • enero-febrero, 2025


Semblanza: Fritz Jürgen Gläser Claus	3
Casos de éxito	
Residuos agroindustriales en México: Una alternativa para la producción de enzimas de interés industrial	7
Técnicas recomendadas para granjas cunícolas en pequeña escala	13
Evolución de las características físicas de sustratos empleados en el cultivo hidropónico de arándano	17
Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa “verde” para la conservación de agroproductos	21
Biofermentador de café acoplado a sistema de monitoreo de temperatura y pH basado en la nube Internet of Things (IOT)	25
Alternativas agroecológicas para el manejo de hierbas en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	31
Identificación de atributos sensoriales de chile habanero del Estado de Yucatán influenciados por la maduración y el tipo de suelo	35
Promoción de la seguridad alimentaria a través de la producción de Espirulina (<i>Arthrospira maxima</i>) en entornos periurbanos	39
Verduras en Escabeche: Una estrategia para el emprendimiento y la reducción del desperdicio	43
Aplicación del Modelo ABC e Ishikawa en la Gestión Integral de Inventarios en una Empresa Agroalimentaria, un caso de éxito	49
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el tostado de café: Un enfoque innovador y sostenible	53
Predicción del gusano barrenador del ganado mediante un modelo GAM: caso Panamá	61
Clasificación del Riesgo Fitosanitario asociado a productos de importación con SVM un algoritmo de Aprendizaje Automático	67
El nopal, su cultivo, importancia y problemática en la Región de Milpa Alta	73
Sistema de producción de cultivos diversificados una estrategia para la seguridad alimentaria	77
Sistema agroforestal de mango (<i>Mangifera indica</i>) en alta densidad de plantación en pequeña escala	83
Compuestos Volátiles en Flores y Hojas de Aguacate	87
Transición agroecológica de sistemas de producción de leche	91
El árbol Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz): Un aliado en la soberanía alimentaria y la adaptación al cambio climático en México	95
Biofertilizantes a base de hongos ectomicorrízicos y bacterias benéficas en la producción de especies de importancia forestal	103
Calidad postcosecha de cuatro genotipos de aguacate derivados de la cruzada ‘Hass’×‘Pionero’	109
Hay muchos caminos para estar contentos, uno es mediante las GIAS: Granjas Integrales Autosuficientes con el sistema “Tres en tres” [®]	113

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 4, Volumen 5, Número 1, enero-febrero 2025. 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, 20 de octubre de 2025. 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>I+D+i</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	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	Comercio	Patentes solicitadas y concedidas
		Comunidades Agrarias		Uno, o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Responsabilidad Ambiental	Generación de empleos	Numero de tesis
		Poblaciones en particular			Salud Pública	Capacitación	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
		Zonas turísticas			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Finanzas Públicas	Número de publicaciones
		Etc.				Uno o combinación de dos o más de las opciones anteriores	Número de familias beneficiadas
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio						Empresas rurales formadas
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						Empresas formadas
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						Transferencias tecnológicas
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					Desarrollo de productos y servicios para la sociedad	
A través de experiencias	Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores					Exportación incremento (%)	
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.					Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico	
						Reducción de mortalidad	
						Número de empleos generados	

Semblanza

FRITZ JÜRGEN GLÄSER CLAUS

Fritz Jürgen Gläser Claus nació en 1943 en Thalheim Erzgeb, Alemania, en tiempos de la Segunda Guerra Mundial. Escapó de la entonces Alemania Oriental antes de la construcción del Muro de Berlín, y desde joven encaminó su vida al trabajo rural y a la educación práctica. Se formó como Ingeniero Agrónomo en la Escuela Superior Agropecuaria de Rostock, y complementó su formación técnica en centros especializados de Alemania Oriental en cría de porcinos, ganado bovino y práticamente. Más adelante estudió Educación para Adultos en la Universidad Libre de Roskilde (Dinamarca), y Comercio Internacional en la Universidad de Kassel. También se formó en Administración de Cooperativas en instituciones como la Universidad de Münster y la Unión de Cooperativas Raiffeisen en Stuttgart-Hohenheim.



Entre 1970 y 1976 trabajó como asesor del Ministerio de Agricultura en Chiloé, Chile, y fundó la primera escuela práctica agropecuaria del país: *el Centro de Capacitación Agropecuaria-Agrosol* en Ancud. Esta experiencia lo consolidó como educador rural, impulsando el aprendizaje a partir de la práctica y la innovación con sentido social.

En 1976 llegó a México para colaborar con la SEP y CONAFE en la creación de la UNCADER en Coatepec, Veracruz. Terminando este proyecto, adquirió un terreno cercano donde fundó el Rancho AGROSOL, desde el cual ha promovido incansablemente el uso de tecnologías apropiadas

e intermedias: cercado eléctrico, biodigestores, sistemas solares, motocultores, silvopastoreo, cortinas de viento (*El bosque que camina*®), entre muchas otras. Siempre buscando soluciones concretas ante las crisis del campo, con enfoque en la autosuficiencia y el respeto al entorno.

Preocupado por los efectos de los agroquímicos en la salud humana y ambiental, en los años noventa transformó AGROSOL en una Granja Integral Autosuficiente, guiada por principios de permacultura y agricultura biodinámica. Esta transición también respondió a su convicción de que el futuro depende de cómo se capacite a las nuevas generaciones de pequeños agricultores, y de la voluntad política para construir un desarrollo verdaderamente sustentable.

Con más de cuatro décadas de trabajo en México, Jürgen Gläser ha sido pionero, formador y sembrador de ideas y soluciones para el campo. Su obra representa un valioso legado de compromiso, innovación y esperanza en tiempos de crisis.

Con una vida dedicada al trabajo de base, la experimentación, la docencia práctica y la crítica constructiva de los modelos convencionales de desarrollo, Jürgen Gläser ha trazado un camino ejemplar hacia un campo más justo, resiliente y sustentable. Su legado ofrece no sólo soluciones técnicas, sino también una visión ética y política para enfrentar los desafíos alimentarios, sociales y ambientales del siglo XXI.

Dra. Sara Lariza Rivera Gasperín
Instituto de Ecología, A.C., Xalapa

Casos de éxito

Residuos agroindustriales en México: Una alternativa para la producción de enzimas de interés industrial

Serafín Pérez-Contreras¹; Dora, A. Avalos-de la Cruz¹; José A., Herrera-Corredor¹
Manuel A., Lizardi-Jiménez²; Obdulia, Baltazar-Bernal¹; Ricardo, Hernández-Martínez^{3*}

¹ Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km.348, Amatlán de los Reyes, Veracruz. México. C.P. 94946.

² SECIHTI-Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Sierra Leona Sierra Leona 550, 2da. Sección, C.P. 78210. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

³ SECIHTI-Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km.348, Amatlán de los Reyes, Veracruz. México. C.P. 94946.

* Autor para correspondencia: odracirhema@gmail.com

Problema

México ocupa el lugar 13 a nivel mundial en la producción de alimentos con 818 productos agroalimentarios de los cuales, 71 ocupan el primer lugar por volumen de producción. Durante la actividad agrícola y su transformación en la industria alimentaria se generan grandes cantidades de residuos agroindustriales, tales como bagazos, cáscaras, pulpa de frutas, rastrojos, paja, hojas y tallos, entrevotos. Lo anterior representa un desafío por el impacto ambiental y una oportunidad para el desarrollo económico ya que actualmente no se valorizan adecuadamente. Por un lado, la mayoría de los residuos generados en campo son quemados, mientras que los producidos durante la industrialización pueden requerir gastos adicionales para su eliminación, generando impacto negativo al medio ambiente. Además, muchos de estos residuos no se someten a tratamiento previo a su liberación en el ambiente, dando lugar a la deposición de contaminantes en los ecosistemas. La incorrecta gestión de estos residuos, al ser vertidos en suelos o incinerados, produce efectos adversos sobre el medio ambiente como el aumento de la temperatura por la liberación de gases de efecto invernadero.

Por lo anterior es necesario desarrollar estrategias para la gestión de manejo sostenible que apunten hacia la economía circular y al concepto de biorrefinería que generen otros productos de valor agregado y reduzca la liberación de efluentes contaminantes.

En México, anualmente la agroindustria azucarera genera aproximadamente 15 M de ton de bagazo; de maíz 4.4 M ton de mazorcas y 64 mil ton de hojas. En trigo se generan 650 mil ton de paja, mientras que la producción cafetalera genera 70 mil ton de cáscara

Cómo citar: Pérez-Contreras, S., Avalos-de la Cruz, D.A., Herrera-Corredor, J.A., Lizardi-Jiménez, M.A., Baltazar-Bernal, O., Hernández-Martínez, E. Residuos agroindustriales en México: Una alternativa para la producción de enzimas de interés industrial. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.304>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1), Enero-Febrero, 2025. pp: 7-11.

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



plateada, 18 mil ton de cáscara en el cacao, y en el plátano hasta 619 mil ton de hojas (Figura 1). Estos residuos están compuestos de materia orgánica, además de un alto contenido de polisacáridos (celulosa y hemicelulosa) que pueden ser aprovechados por ser una fuente de azúcares como la glucosa, fructosa y xilosa, entre otras. Debido a esto, pueden ser valorizados al ser utilizados por algunos microorganismos como fuente de carbono para la producción de metabolitos de interés industrial como: colorantes, compuestos aromáticos, polisacáridos, ácidos orgánicos, biocombustibles, producción de microorganismos inoculantes, entomopatógenos, y también para la producción de enzimas.

SOLUCIÓN PLANTEADA

Las enzimas y preparaciones enzimáticas representaron para México, un valor comercial de USD \$184.7 millones en 2017, aumentando hasta los USD\$208.7 millones en el año 2022. El incremento en el uso de enzimas a nivel industrial puede deberse a las ventajas que presentan las reacciones de catálisis enzimática con respecto a su contraparte química, entre las que se pueden destacar: menor gasto energético, reducción de los efluentes contaminantes y debido a su especificidad, con la que se obtienen productos homogéneos. Se propone la valorización de residuos agroindustriales para la producción de enzimas de interés industrial, haciendo uso de sistemas de Fermentación Sumergida (FS) y Fermentación en Estado Sólido (FES) (Figura 2). La FS posee ventajas como permitir un fácil monitoreo de variables como la temperatura, el pH y la agitación, además, la FS es el sistema más empleado para la producción industrial de enzimas, aunque existen esfuerzos por incorporar residuos sólidos como fuente de carbono, se sigue optando por el uso de residuos solubles como melazas, suero de leche, licor negro de la industria papelera, como principales fuentes de carbono en estos sistemas.



Figura 1. Residuos agroindustriales generados en México. A) Bagazo de caña de azúcar; B) Cáscara de café; C) Mazorcas de maíz; D) Paja de trigo; E) Cáscara de cacao y F) Orujo de manzana.



Figura 2. Esquema de producción de enzimas a partir de residuos agroindustriales en fermentación sumergida y estado sólido.

Los sistemas de FES son más adecuados para la valorización de residuos sólidos, como los bagazos y rastrojos; ya que se emplean matrices sólidas que permiten el desarrollo de microorganismos. Asimismo, posee diversas ventajas en comparación a la FS como son el uso reducido de agua, mayor disponibilidad de oxígeno, además de que en algunos casos, los sustratos pueden incorporarse al sistema sin un proceso de esterilización. En la actualidad, los sistemas de FS son los más empleados para la producción de enzimas y genera expectativa en la valorización de residuos sólidos, en particular para la producción de enzimas usando cepas fúngicas (Figura 3).

Ambos sistemas de fermentación requieren de un microorganismo (y su metabolismo) y una fuente de carbono, que pueden ser los residuos agroindustriales, tales como el salvado de trigo, bagazo de caña de azúcar, orujo de oliva, orujo de manzana, tallos de maíz, bagazo de sorgo, mazorcas de maíz, paja de arroz, salvado de arroz que han sido explorados por un sinnúmero de autores (Cuadro 1) para la producción de enzimas celulasas, xilanasas, β -glucosidasas, β -manganasas, pectinasas, amilasas, lacasas, proteasas, inulinasas, lignina peroxidasas y manganeso peroxidasas, entre otras.

Estas enzimas poseen amplia variedad de aplicaciones prácticas, por ejemplo, en la industria alimentaria se utilizan para la clarificación de jugos, el ablandamiento de carnes, la producción de lácteos y para mejorar texturas y sabores. Además, encuentran aplicación en la industria textil para mejorar la suavidad de las telas, en la industria farmacéutica para la síntesis de precursores, en bioenergética para la producción de biocombustibles, en la producción de piensos para mejorar la nutrición de los alimentos, como aditivo en detergentes para facilitar la remoción de grasas y proteínas (Figura 4) entre otros.



Figura 3. Esquema de la producción de enzimas en un sistema de fermentación en estado sólido

Cuadro 1. Ejemplos de investigaciones enfocadas en la producción de enzimas a partir de residuos agroindustriales; FES: Fermentación en estado sólido, FS: Fermentación sumergida.

Residuo agroindustrial	Sistema de producción	Grupo enzimático	Microorganismo
Paja de arroz	FES y FS	Celulasas	<i>A. niger</i> y <i>A. heteromorphus</i>
Mazorcas de maíz	FES	Xilanasas	<i>A. niger</i>
Salvado de trigo	FS	Xilanasas	<i>T. harzianum</i>
Salvado de trigo	FES y FS	Amilasas	<i>A. tamarii</i>
Bagazo (caña, salvado de arroz, salvado de trigo, paja de trigo, mazorcas de maíz, cáscaras de cacahuete)	FES	Lacasas	<i>niger</i>
Paja de trigo, cáscara de granada y cáscara de tangerina	FS	Pectinadasas y Celulasas	<i>Mucor circinelloides</i> y <i>M. hiemalis</i>
Salvado de trigo	FS	Proteasas	<i>Streptomyces</i> sp.
Salvado de trigo	FES	Proteasas	<i>Aspergillus</i> sp.
Orujo de manzana	FES	Inulinasa	<i>Mucor circinelloides</i>
Hojas de piña	FES	Lignina y manganeso peroxidadas	<i>Ganoderma lucidum</i>
Bagazo de caña y salvado de trigo	FES	β -glucosidase	<i>T. reesei</i> y <i>Thermoascus aurantiacus</i>



Figura 4. Ejemplo de una aplicación cotidiana de las enzimas.

El uso de enzimas en México está centrado en la industria alimentaria, y de acuerdo con la Secretaría de Economía, el comercio de enzimas en México fue de 209 millones de dólares en el año 2023, pero la balanza comercial para este mismo año fue deficitaria en alrededor de 100 millones de dólares, ya que se importaron enzimas procedentes de Dinamarca, Estados Unidos y China. Adicionalmente, uno de los principales productores de enzimas en México (ENMEX) fue adquirido por Kerry Group en 2021. En este sentido, México podría incrementar la producción de enzimas y preparaciones enzimáticas, haciendo uso de residuos agroindustriales que promueven la economía circular, en donde los subproductos obtenidos de un proceso pueden aprovecharse como materia prima para obtener un nuevo producto con valor añadido. El uso de estos subproductos también puede contribuir a la sostenibilidad ambiental, ya que el aprovechamiento de residuos sólidos ayuda a disminuir la cantidad de desechos orgánicos enviados a vertederos y/o destinados a su combustión.

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 Productores independientes Comunidades Agrarias	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental	Competitividad Comercio Finanzas Públicas	Número de familias beneficiadas Empresas formadas Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Poblaciones en particular	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)				
Modelo de negocio	Creación o reinversión de un negocio		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						



Técnicas recomendadas para granjas cunícolas en pequeña escala

Herrera-Haro, José G.^{1*} ; Luis-Chincoya, Hector¹ ; Nuñez-Aramburu, Juan M.¹ ; Jerónimo-Romero, Yamileth¹ ; Rogers-Montoya, Nathaniel A.¹ 

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

* Autor para correspondencia: haro@colpos.mx

Problema

En México, la cría y engorda de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) se lleva a cabo en las Unidades de Producción Cunícolas (UPC). Esta especie tiene un gran potencial como negocio para complementar los ingresos de las familias, así como diversificar su alimentación, ya que proporciona carne magra (3-6% de grasa), rica en proteína de alto valor biológico (22 a 24%), baja en colesterol (59 mg/100 g) y sodio (37 a 49.5 mg/100 g), y sin ácido úrico; por lo que se considera una carne cardiosaludable. La crianza de conejos requiere poca inversión en equipo, instalaciones y en la compra de animales reproductores, en comparación con otras especies. La alimentación puede incluir pastos, especies fabáceas y residuos agrícolas, complementados con piensos comerciales balanceados.

El conejo es altamente prolífico con precocidad sexual y un ciclo reproductivo corto, así como una rápida tasa de crecimiento con periodo de desarrollo y engorde de aproximadamente 73 días (desde el nacimiento a la venta), lo que lo hace ideal para la producción a pequeña escala en los hogares, y contribuye a reducir el hambre en diversas regiones del país. A pesar del alto potencial productivo de la especie, el consumo de carne de conejo en México es bajo en comparación con la de pollo, res o cerdo. Por ello surgen preguntas como: ¿por qué los esfuerzos de fomento a la cunicultura no han tenido el éxito? ¿por qué los inventarios de las granjas cunícolas no crecen, a pesar de la alta tasa de reproducción del conejo? Una posible explicación es la falta de un programa de carácter gubernamental enfocado a la bioseguridad y eficiente para prevenir enfermedades regionales en las UPC, y la carencia de programas de manejo genético-reproductivo que aumenten el número de crías y la rentabilidad. La incorporación de tecnologías adecuadas en las granjas en pequeña escala, como: medidas de bioseguridad, selección de hembras y machos basadas en características hereditarias, y la mejora de la eficiencia reproductiva mediante manejo

Cómo citar: Herrera Haro, J. G., Luis-Chincoya, H., Nuñez-Aramburu, J. M., Jerónimo-Romero, Y., & Rogers-Montoya, R. A. Técnicas recomendadas para granjas cunícolas en pequeña escala. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.315>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 13-16.

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



en bandas, presenta serias complicaciones. Esto se debe a que los productores no llevan registros de producción que les permitan tomar decisiones informadas, aunado al desconocimiento de cómo elaborar platillos con carne de conejo en el hogar. En el estado de México, el inventario de conejos se estimó en 203,675 cabezas en 2021, siendo la región de Texcoco una de las más importantes con 25,215 cabezas y 180 unidades de producción; aunado a que a la región Oriente del estado de México se le considera como una Microrregión de Atención Prioritaria del COLPOS (MAP Texcoco).

Solución planteada

Se inició un programa de visitas periódicas a 12 UPC localizadas en el Oriente del estado de México con el objetivo de difundir e implementar medidas de bioseguridad y manejo genético-reproductivo para elevar la productividad y rentabilidad de estas granjas familiares, para lo que se implementaron tres acciones básicas.

Acción 1. Mejora de la bioseguridad en las UPC familiares

La bioseguridad incluye una serie de prácticas y estrategias esenciales que impiden la introducción y transmisión de enfermedades en las UPC, minimizando el impacto negativo en la producción. Las acciones de bioseguridad consisten en el establecimiento de una barrera protectora para prevenir la entrada de enfermedades. Para ello es necesario la instalación de tapetes sanitarios y pediluvios a la entrada de las instalaciones evitar el ingreso de agentes infecciosos por parte de personal externo. Además, la higiene y sanitización periódica de instalaciones y equipos, el abastecimiento de agua limpia para consumo animal, la cuarentena de conejos recién incorporados a la UPC, el aislamiento de animales enfermos, el manejo de excretas y los protocolos de eliminación de animales muertos. Todas estas medidas pueden disminuir la contaminación ambiental y reducir el consumo de fármacos, con la finalidad de propiciar la producción de un alimento de calidad y mayor rentabilidad de las granjas.

Acción 2. Mejora en el manejo reproductivo de las UPC familiares

Las UPC necesitan urgentemente reorganizar sus actividades diarias. Esto incluye el manejo en bandas, estableciendo hasta seis grupos (Figura 1). De esta manera, se garantiza la producción semanal de animales para el mercado. Una ventaja de este manejo es que

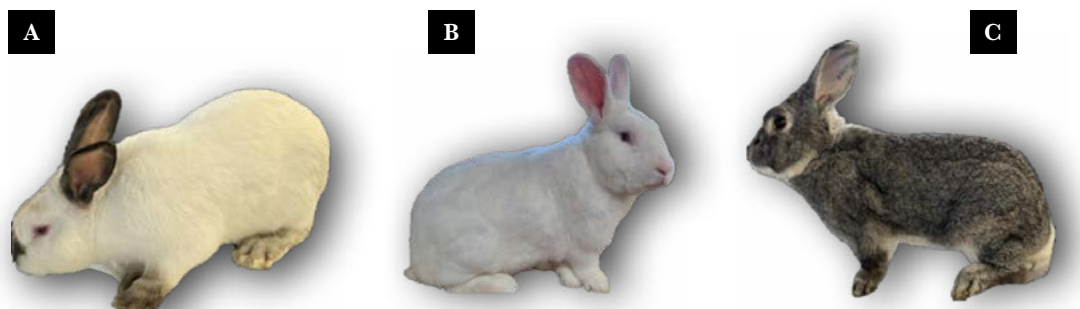


Figura 1. Principales características raciales de conejos para carne en la región. A) Raza California; B) Raza Nueva Zelanda Blanco; C) Raza Chinchilla.

permite fijar en días específicos de la semana las tareas del manejo reproductivo; así todos los apareamientos se concentran en uno o dos días de la semana, lo que implica que las demás actividades como la palpación para confirmar preñez, la preparación de nidos y partos, las actividades de registro, homogenización de camadas y el amamantamiento restringido, se realicen en días determinados de forma cíclica cada semana.

Como resultado, se reduce el porcentaje de mortalidad en los gazapos. Estas prácticas garantizan una mayor producción de kilos de carne por hembra.

Acción 3. Mejora en el establecimiento de criterios para la selección del pie de cría

Criterios de selección de machos: Seleccionar los machos más pesados al finalizar la etapa de engorde, que sean hijos de padres sobresalientes y cuyas madres hayan producido camadas de más de 7 gazapos al nacer, principales características raciales de conejos para carne en la región, A) Raza California; B) Raza Nueva Zelanda Blanco; C) Raza Chinchilla, la conformación y la calificación visual son características secundarias.

Criterios de selección de hembras: Al seleccionar una hembra de reemplazo basándose en la apariencia (como el color), no es un criterio confiable, más bien solo está adivinando qué tipo de cría producirá. Seleccione conejas hijas de hembras con los mejores caracteres reproductivos: mayor fertilidad, mayor número de crías y buena producción de leche para los gazapos. Actualmente, es común utilizar líneas sintéticas (obtenidas de núcleos de selección) cuya superioridad genética se difunde mediante un esquema piramidal clásico. En este esquema, las abuelas se envían a granjas multiplicadoras, donde se obtienen las reproductoras que se utilizarán en las granjas comerciales para producir los gazapos que serán enviados a la engorda.

Retribución social

Este proyecto brinda asesoría a los cunicultores en bioseguridad, manejo reproductivo a través del sistema en bandas y la identificación de reproductores, selección de hembras y machos e incorporación de sistemas de registros que sean sencillos, prácticos y permanentes. Con la información obtenida se toman mejores decisiones, como saber cuáles reproductores conviene sacar de la UPC, identificar posibles enfermedades y tener bases para elegir a los mejores reemplazos (Figura 2).

Agradecimientos

Esta investigación se realizó con cunicultores del estado de México, con financiamiento del MAP-COLPOS, el apoyo de la Línea de Generación del Conocimiento: “Ganadería eficiente, bienestar sustentable y cambio climático” (PREGEP-Ganadería) y el COMECYT.

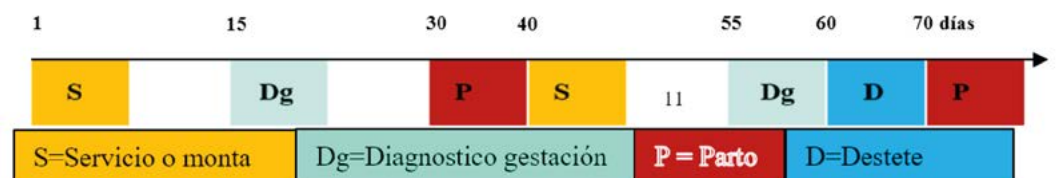


Figura 2. Ciclo reproductivo de una coneja.



Figura 3. Las explotaciones cunícolas familiares siempre van a contar con productores exitosos, este es el caso de ésta explotación, ubicada en Tepetlaoxtoc, estado de México, cuyo responsable es el Sr. Genaro Mendoza, quien además de comercializar conejos en pie y en canal, vende la piel y utiliza las excretas con fines de fertilización agrícola. Esta es una explotación sustentable y contribuye a la disminución del hambre y reducción de la pobreza.

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 Educación	Competitividad Comercio Generación de empleos Capacitación	Numero de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones Número de familias beneficiadas Empresas rurales formadas Empresas formadas Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Comunidades Agrarias Poblaciones en particular	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)				
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						

Evolución de las características físicas de sustratos empleados en el cultivo hidropónico de arándano

Josué, S. González-Pérez¹; Cesar San-Martín-Hernández^{1*}; A. Enrique, Becerril-Román¹; Alfredo, López-Jiménez¹; Ma. de Lourdes, Arévalo-Galarza¹; Ciro, Velasco-Cruz¹

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

* Autor para correspondencia: sanmartin.cesar@colpos.mx

Problema

En el cultivo hidropónico de especies frutales, los sustratos deben mantener sus características físicas inalteradas durante el mayor tiempo posible. Teóricamente, los sustratos garantizan la estabilidad durante cierto periodo de tiempo, a fin de beneficiar el crecimiento y desarrollo de la planta cultivada. En arándano, en México se emplean sustratos orgánicos, o bien, mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, como la fibra de coco, turba y perlita (proporción 1:1:1, v/v). Sin embargo, hasta ahora la literatura es limitada en estudios a mediano y largo plazo sobre el comportamiento físico de los sustratos empleados durante el cultivo de arándano en hidroponía. Por lo tanto, este estudio se enfocó en conocer durante 26 meses la evolución de la degradación de las características físicas de una mezcla compuesta de fibra de coco, turba de Sphagnum, perlita y tezontle (porcentaje en volumen 27:27:13:33) y turba al 100%, bajo condiciones de laboratorio y de invernadero (Figuras 1 y 2), con la finalidad de que sirva de antecedente y los agricultores se apoyen en la elección de este insumo.

Solución planteada

El monitoreo de las características físicas de los sustratos durante 26 meses (Cuadro 1), muestra su drástica degradación física incluso durante los primeros 13 meses. En ambos sustratos aumentó la porosidad total y la retención de humedad, aunque la porosidad de

Cómo citar: González Pérez, J. S., San-Martín-Hernández, C., Becerril-Román, A. E., López-Jiménez, A., Arévalo-Galarza, M. de L., & Velasco-Cruz, C. Evolución de las características físicas de sustratos empleados en el cultivo hidropónico de arándano. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.316>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 17-20.

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



Figura 1. A) Determinación de la curva de liberación de agua del sustrato y B) uso de sustratos en el cultivo de arándano cv. Biloxi trasplantadas a los 3 meses de edad bajo sistema de hidroponía



Figura 2. Sistema de riego por goteo con estacas (izquierda) y dispositivos Netbow® (derecha).

aireación disminuyó. Esta tendencia fue de mayor magnitud en la mezcla compuesta por fibra de coco, turba, perlita, y tezontle, que en el sustrato turba (Cuadro 1). Estos resultados advierten que, desde el primer año de uso en cultivo hidropónico, los cambios físicos de ambos sustratos implican una menor capacidad de oxigenación de las raíces. Esta condición no es conveniente en el cultivo de arándano, debido a las necesidades de oxigenación de raíces para su respiración. Aunado a esto, la creciente retención de humedad puede implicar anegación del agua de riego o de la solución nutritiva, con impacto en la absorción de agua y nutrientes, así como en el incremento del riesgo de enfermedades fúngicas principalmente.

Con relación a las diferencias entre las curvas de liberación de agua (Figura 3), destaca la disminución de la cantidad de agua fácilmente disponible durante el periodo de estudio, ya que esta agua es absorbida por la planta sin empleo de energía. El hecho de que con el uso del sustrato en el tiempo reduzca la cantidad de agua fácilmente disponible, implicó el aumento paulatino y considerable de la cantidad de agua de reserva (Figura 3), cuya absorción requiere gasto energético por parte de las plantas. Este gasto energético puede afectar el rendimiento.

Es posible que la fibra de coco fuera el material con el mayor cambio físico entre los dos sustratos empleados. La perlita y el tezontle son más estables por ser materiales inorgá-

Cuadro 1. Características físicas de los sustratos usados en arándano hidropónico, desde junio de 2021 a julio de 2023.

Fecha	Sustrato	Porosidad total (%)	Porosidad de aireación (%)	Retención de humedad (%)	DA (Mg m^{-3})
Junio 2021	F:T:P:T	76	37	39	0.41
	Turba	85	28	57	0.08
Julio 2022	F:T:P:T	79	23	56	0.39
	Turba	86	27	59	0.11
Julio 2023	F:T:P:T	81	24	57	0.44
	Turba	89	23	66	0.12

F:T:P:T: fibra de coco (27% v/v), turba de Sphagnum (27% v/v), perlita (13% v/v), tezontle 3-6 mm (33% v/v); Turba: turba (100% v/v); DA: densidad aparente.

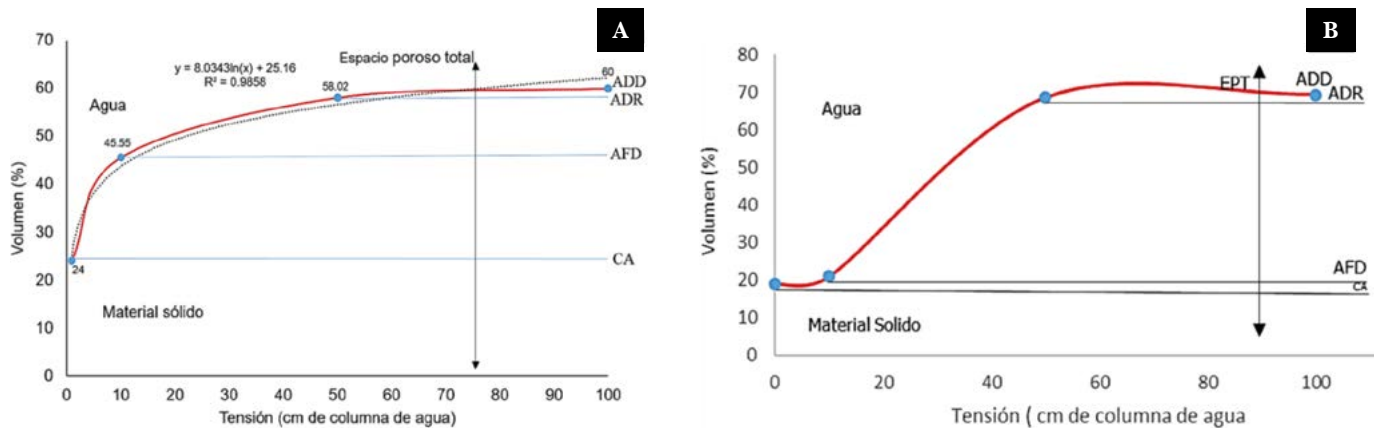


Figura 3. Curva de liberación de agua de la mezcla de sustratos compuesta por tezontle (33% v/v), fibra de coco (27% v/v), turba de Sphagnum (27% v/v), y perlita (13% v/v), determinada en A) junio de 2021 y B) julio de 2023. ADD: agua difícilmente disponible; ADR: agua de reserva; AFD: agua fácilmente disponible; CA: capacidad de aireación.

nicos, y su degradación en 13 meses es poco probable. Además, la turba de Sphagnum no representó la misma magnitud de cambios físicos en el sustrato conformado en su totalidad por este material. De hecho, la fibra de coco desapareció visiblemente a nivel de campo porque pasó a ser polvo de fibra de coco, y es probable que este polvo sea de menor tamaño que las partículas de la turba de Sphagnum.

Aunque algunos sustratos comúnmente usados en el cultivo de arándano son turba, perlita, y fibra de coco, el uso de turba sola, o la mezcla de estos materiales, no es del todo recomendable debido a su rápida fragmentación física. Esta fragmentación puede repercutir negativa y directamente en algunas ventajas propias de los cultivos hidropónicos, por ejemplo: mantenimiento de óptimos porcentajes de porosidad de aireación y retención de humedad, óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo, y rendimientos competitivos.

De hecho, aunque los materiales orgánicos benefician el cultivo de arándano a través de una significativa retención de agua y nutrientes, la cantidad de agua y sales retenidas puede llegar a ser excesiva conforme estos materiales se fragmentan y adquieren menor capacidad de aireación y mayor capacidad de retención de humedad, (Cuadro 1; Figura 3). Por lo tanto, tomando en consideración la disminución de aireación del sustrato, sería necesario valorar un aumento de la cantidad de tezontle utilizada en la mezcla (33% v/v).

Los sustratos empleados en esta investigación fueron seleccionados con base en publicaciones científicas, y estos materiales han sido adoptados a nivel mundial en cultivos hidropónicos. Empero, a juzgar por los resultados, el conocimiento relativo al seguimiento de la evolución de las características físicas de los sustratos a mediano y largo plazo es limitado. Se afirma que incluso durante el primer año de cultivo, las características físicas de los sustratos pueden degradarse. Entonces, es imprescindible valorar el empleo de sustratos de considerable estabilidad física y alta porosidad de aireación. Por lo tanto, resulta necesario realizar el monitoreo de su integridad física en cada ciclo de cultivo en forma anual como en esta investigación.

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 Productores independientes Comunidades Agrarias	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	Competitividad Recursos Humanos Comercio	Numero de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones Transferencias tecnológicas Desarrollo de productos y servicios para la sociedad Exportación incremento (%)

Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa “verde” para la conservación de agroproductos

Janeli, Solís-Garfías¹; Claudia I., García-Betanzos¹; Adriana, Basurto-Galván¹

¹ Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Cuautitlán, Estado de México, C.P. 54714, México.

Problema

La ciencia de los alimentos, actualmente, debe buscar alternativas a los métodos de envasado convencionales, elaborados con materiales no biodegradables y poco ecológicos, y al mismo tiempo desarrollar una tecnología emergente que permita extender el tiempo de vida útil de los productos de origen agropecuario.

Solución planteada

La ciencia de los alimentos ha desarrollado películas y recubrimientos comestibles que son delgadas capas de material polimérico formado sobre o aplicado después de su formación en la superficie de los alimentos. Este recubrimiento genera una atmósfera modificada alrededor del producto que actuará como regulador a la transferencia de gases y a la transpiración, así como un protector de daños mecánicos, químicos y microbiológicos. Esto mantendrá y mejorará la calidad nutricional de los alimentos recubiertos, resultado en una extensión de su vida útil y aseguramiento de su inocuidad. Las películas y recubrimientos comestibles pueden elaborarse a partir de carbohidratos, proteínas, lípidos o una combinación de estos y un agente plastificante (Figura 1). Entre las características más sobresalientes de las películas y recubrimientos es su biodegradabilidad debido a la naturaleza de sus componentes, que, de acuerdo con la FDA, son reconocidos como seguros (GRAS). Además, su uso como material de envase puede reemplazar a los materiales convencionalmente utilizados permitiendo una disminución de materiales sintéticos y no amigables con el medio ambiente.

Las características y eficiencia como materiales potenciales de envase dependen de los compuestos seleccionados para su formación, por ejemplo, los polisacáridos al ser biomoléculas hidrofílicas no otorgan una buena barrera a la transpiración y/o vapor de agua, sin embargo, algunos de ellos poseen una buena permeabilidad al O₂ lo que representa una

Cómo citar: García-Betanzos, C. I., Solís-Garfías, J., & Basurto-Galván, A. Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa “verde” para la conservación de agroproductos. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.331>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 21-23.

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



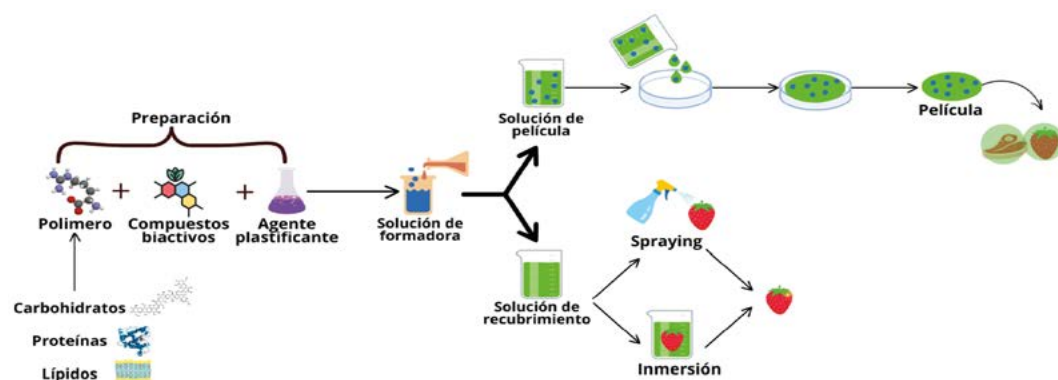


Figura 1. Diagrama esquemático de las técnicas de formación de película y recubrimiento.

regulación en el metabolismo de ciertos alimentos retardando la senescencia. Por su parte, las proteínas son el material usado en menor proporción ya que tienen una alta afinidad al agua, lo que las hace susceptibles a la absorción de humedad, aunque una vez formada la película, las interacciones cadena-cadena entre aminoácidos da como resultado películas altamente cohesivas y fuertes, pero al mismo tiempo poco flexibles y permeables a los gases. Finalmente, los lípidos son utilizados principalmente por su alta hidrofobicidad, lo que los hace una excelente barrera a la pérdida de humedad, además de reducir la respiración en ciertos frutos y mejorar la apariencia aportando brillo a la superficie de los alimentos en que se aplican. Para desarrollar películas y recubrimientos comestibles con varias de estas características es que se recurre al desarrollo de películas compuestas, es decir, elaboradas con una mezcla de dos o más de estas biomoléculas principales.

En la elaboración de recubrimientos comestibles se pueden adicionar diferentes sustancias que tienen por objetivo brindar protección al alimento, entre los que se encuentran los aceites esenciales que tiene una funcionalidad como agentes antimicrobianos, siendo ejemplos: canela, clavo, lavanda, tomillo, menta entre otros. Además, estos compuestos también tienen propiedades antioxidantes por lo que su uso como aditivos en películas y recubrimientos muestran un efecto contra la oxidación y el oscurecimiento; derivados de las diferentes reacciones del alimento en contacto con el oxígeno. Por otro lado, la incorporación de probióticos y prebióticos destaca su importancia en la preservación de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos como el *Lactobacillus plantarum*.

En los últimos años se han introducido métodos de preparación innovadores para recubrimientos comestibles, entre ellos se destaca la nanotecnología, ya que permite producir recubrimientos a base de nanoemulsiones o nanopartículas, generalmente son formulados con una combinación de biopolímeros e ingredientes activos, proporcionando una liberación controlada de sustancias antimicrobianas o antioxidantes, extendiendo así la frescura del producto e inhibiendo la contaminación microbiana.

La aplicación de estas tecnologías emergentes está dirigida a una amplia variedad de productos, principalmente aquellos de origen agropecuario (hortofrutícolas, cárnicos y quesos) en los que se ha visto una disminución en las pérdidas postcosecha, así como durante su proceso, dándoles una mejor calidad y una mayor vida de anaquel a los alimen-




tos. En el caso hortofrutícola la implementación de películas y recubrimientos ha dado como resultado la mejora de color, reducción de pardeamiento y crecimiento fúngico, mantenimiento de características sensoriales y reducción de daños por frío. Por ejemplo, los recubrimientos a base de nanocápsulas de vitamina E en manzanas frescas cortadas son excelentes para controlar la oxidación y reducir la actividad de la polifenoloxidasas, ayudando en la conservación de la fruta. En los productos cárnicos son eficientes para ralentizar su deterioro, conservar su frescura a temperaturas de bajas, disminuir la pérdida de peso. Por ejemplo, la película preparada a base del residuo del pericarpio de *Pouteria campechiana* como sustrato, alginato de sodio como agente formador de película y nisina como agente antimicrobiano, se utilizó para conservar la carne de pechuga de pato, al ralentizar el deterioro de la carne inhibiendo el desarrollo de microorganismos y extendiendo su vida útil. Finalmente, los quesos son productos viables para la aplicación de películas y recubrimientos ya que les brindan protección antimicrobiana, conservación de características sensoriales, aumentando la estabilidad oxidativa de lípidos. En este caso se desarrolló una película a base de carragenina utilizando *Terminalia bellerica* como ingrediente bioactivo para mejorar propiedades fisicoquímicas, oxidativas y la calidad microbiana de un queso del Himalaya.

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.	Poblaciones en particular	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca. Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)	Social Conocimiento Ambiental Económico	Ciencia y tecnología Responsabilidad Ambiental Educación	Capacitación	Número de tesis Transferencia tecnológica Taller teórico-práctico dirigido a alumnos de nivel superior en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, México.



Biofermentador de café acoplado a sistema de monitoreo de temperatura y pH basado en la nube Internet of Things (IOT)

Castillo-González, Luis A. ; Zalazar-Marcial, Edgardo ; Bautista-Hernández, Laura ; Salazar-Ortiz, Juan* 

Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. km 348 Carr. Fed. Córdoba-Veracruz, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz. 94946. México.

* Autor para correspondencia: salazar@colpos.mx

Problema

El procesamiento del café (*Coffea arabica* L.) a nivel global utiliza métodos secos y húmedos para separar la pulpa. En México, las variedades arábicas utilizan el método húmedo, donde los frutos se despulpan, las semillas se fermentan por 24-48 horas, se lavan para eliminar el mucílago, y finalmente se secan hasta alcanzar el 12% de humedad. El proceso de fermentación ayuda a degradar el mucílago, compuesto por azúcares y compuestos pectínicos, transformándolos en alcoholes y ácidos orgánicos, facilitando su eliminación. Recientemente se han desarrollado nuevas técnicas de fermentación en la industria del café para mejorar la calidad y diversificar los perfiles de sabor. Estas técnicas controlan la fermentación, al monitorear las variables de temperatura, tiempo y pH que influyen en los perfiles de sabor. La fermentación del fruto de café cereza sin despulpar, permite que las pectinasas descompongan las pectinas, esenciales para el proceso. El ambiente ácido y la participación de levaduras son cruciales, ya que permiten que el mucílago se adhiera al pergamino, generando subproductos característicos. El control de la temperatura y el pH es vital, ya que estos influyen en la actividad enzimática y microbiana, afectando las características organolépticas del café. La temperatura óptima de la fermentación varía entre 18 y 25 °C, favoreciendo el desarrollo de levaduras y bacterias ácido-lácticas, y un pH entre 4.5 y 5.5 promueve el crecimiento de bacterias benéficas. La fermentación es el paso menos controlado del proceso y los esfuerzos de investigación se centran en desarrollar métodos de monitoreo rápidos, no invasivos y precisos que nos permitan controlar las variables temperatura, pH y CO₂. El empleo de sensores y dispositivos inalámbricos permite gestionar grandes volúmenes de datos y ofrece nuevas perspectivas para el monitoreo en tiempo real de

Cómo citar: Castillo González, L. A., Zalazar Marcial, E., Bautista Hernández, L., & Salazar Ortiz, J. Biofermentador de café acoplado a sistema de monitoreo de temperatura y pH basado en la nube Internet of Things (IOT). *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.337>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero. 2025. pp: 25-29.

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



la temperatura y el pH durante la fermentación, optimizando el proceso a fin de lograr resultados consistentes y deseados en términos de sabor, aroma y calidad final del café. Utilizar herramientas tecnológicas como sistemas automatizados de recolección de datos puede ser benéfico para monitorear y ajustar estos parámetros de manera eficiente durante este proceso.

Solución planteada

El sistema de monitoreo de temperatura y pH basado en la Nube IoT para fermentación de café, es un desarrollo tecnológico diseñado para monitorear las variables críticas de temperatura, pH y tiempo. El uso de sensores inalámbricos y autónomos facilita la recolección en tiempo real de datos intensivos, permitiendo la creación de sistemas diseñados para recopilar información y datos provenientes de fuentes, como sensores, instrumentos de medición y dispositivos electrónicos. Estos sistemas permiten la recolección, el procesamiento y la transferencia de datos, desde diversas ubicaciones y fuentes hacia una ubicación centralizada o un sistema de control, donde los datos pueden ser analizados, almacenados y utilizados para tomar decisiones informadas. Por ello se diseñó y construyó para fines experimentales un biofermentador en donde se desarrolló la instrumentación elemental para la medición de temperatura y pH, con dispositivos adecuados y con características de precisión aceptables en comparación con los equipos comerciales.

Para ello se evaluó la fermentación de café en cereza, en un biofermentador con capacidad de 200 litros con dimensiones de 58×96 cm (diámetro, altura), se cargó con 60 kg de café cereza (Figura 1). Durante la fermentación los granos de café están bajo un ambiente con oxígeno reducido lo cual resalta el sabor del café en taza. El sistema



Figura 1. A) Sistema de monitoreo conectado a computadora para verificación de registro de datos en la nube IoT. B) Biofermentador en funcionamiento.

desarrollado es capaz de: 1) Monitoreo en Tiempo Real. Está equipado con sensores de temperatura y pH en contacto con la masa de café en fermentación. Estos recopilan datos, en tiempo real, sobre los cambios en estas variables. 2) Conectividad Internet of Things (IoT). Los datos recopilados por los sensores se transmiten de manera alámbrica o inalámbrica a través de una red IoT. Esto permite la comunicación entre los sensores y plataforma de gestión ThingSpeak. 3) Plataforma en la Nube. Los datos transmitidos por los sensores son enviados a la plataforma ThingSpeak que recoge y almacena los datos en la nube. También ofrece aplicaciones que permiten analizar y visualizar los datos en MATLAB y actuar sobre los datos almacenados y procesados. Esto permite un acceso fácil y seguro a los datos a través de tablet, PC y teléfono celular. 4) Análisis. En la plataforma en la nube, los datos se pueden analizar para identificar tendencias, patrones o situaciones inusuales. 5) Interfaz de Usuario. Los usuarios, pueden acceder a la plataforma en la nube a través de una interfaz. Desde donde se pueden monitorear los datos en tiempo real para tomar decisiones informadas sobre el proceso de fermentación. 6) Bajo Costo. La característica de “bajo costo” se refiere al uso de sensores para temperatura y pH con un costo de \$2,500.00 (\$125.00 USD) y tecnologías IoT accesibles, así como a la capacidad de utilizar infraestructura de nube disponible a precios competitivos.

El sensor interno de temperatura utilizado en el proceso de fermentación sólida de café logró registrar eficazmente las variaciones de temperatura a lo largo de las 48 horas de observación. En la Figura 2 se muestra un registro de los cambios en la temperatura

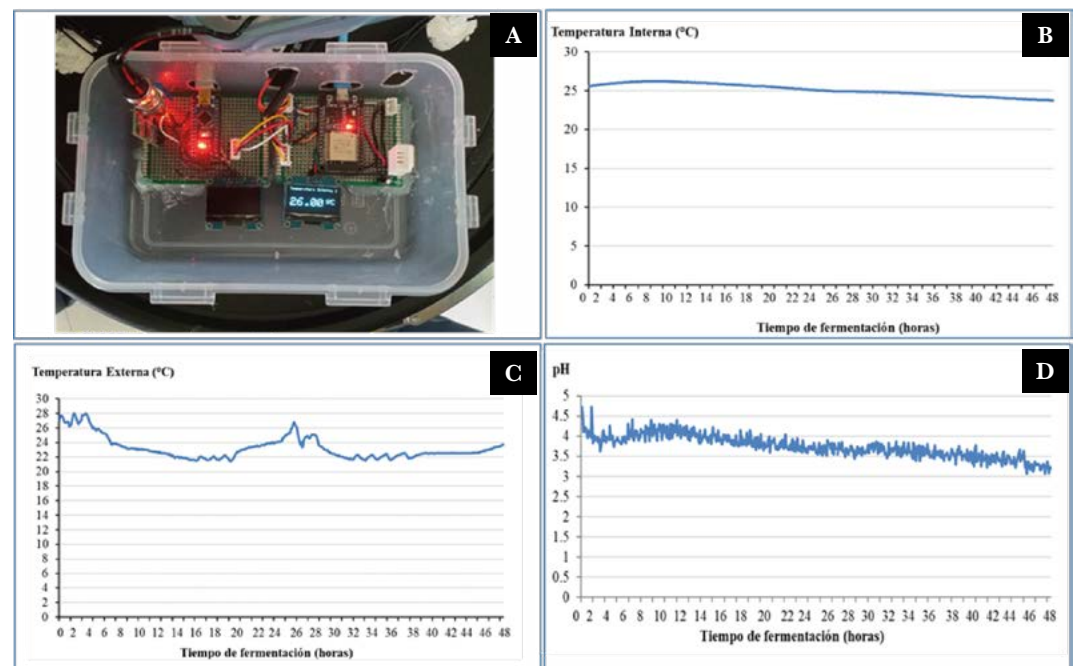


Figura 2. A) Sistema de monitoreo de temperatura, pH y CO₂ basado en la nube IoT; Variables medidas durante 48 h de fermentación A) Temperatura al interior del sistema; B) Temperatura ambiental y C) medición del pH.

interna desde su valor máximo inicial alrededor de los 26 °C hasta su descenso continuo, alcanzando cerca de 23.5 °C al final del proceso. La precisión de estos datos permite observar claramente la evolución de la temperatura durante la fermentación, reflejando los efectos de la actividad metabólica de los microorganismos. El sensor de temperatura externa logró registrar adecuadamente las variaciones a lo largo de la fermentación de café, inicialmente, capturó fluctuaciones en la temperatura entre 26 °C y 28 °C, seguidas de una tendencia descendente y una posterior estabilización entre 22 °C y 24 °C en las primeras 6 a 18 horas. Además, el sensor detectó un ligero aumento hacia las 13 horas y posteriormente una fase de estabilidad en la mayoría del proceso. Estas lecturas indican que el sensor externo fue efectivo en registrar las condiciones ambientales y sus fluctuaciones, reflejando cómo los factores externos pudieron influir indirectamente en la fermentación. Finalmente, el sensor de pH logró registrar las variaciones que ocurrieron durante el proceso de fermentación del café. En las primeras horas, detectó fluctuaciones significativas en el pH, comenzando alrededor de 4.5, lo cual es común debido a la actividad inicial de los microorganismos y a la producción de ácidos. A medida que avanzó la fermentación, el sensor registró una estabilización en el pH cerca de 4, seguido de un descenso gradual hasta alcanzar aproximadamente 3.5 al final del proceso. Este comportamiento refleja la producción de ácidos orgánicos por los microorganismos, lo que provoca un ambiente más ácido, característico de procesos fermentativos. Consecuentemente, el sensor fue efectivo en registrar las dinámicas del pH a lo largo de la fermentación.

El sistema de monitoreo basado en IoT y nube asegura un monitoreo preciso de la temperatura y pH durante la fermentación del café. La conectividad IoT permite la comunicación en tiempo real entre sensores y la plataforma ThingSpeak, facilitando la supervisión y gestión de la fermentación. La plataforma ThingSpeak recoge y almacena datos en la nube, brindando acceso seguro y fácil a través de dispositivos diversos, como tablets, PCs y teléfonos celulares. La capacidad de analizar datos en la nube revela tendencias y patrones, facilitando la detección de situaciones anómalas y la toma de decisiones informadas.




La interfaz de usuario en la nube permite monitorear en tiempo real y tomar decisiones fundamentadas para optimizar la fermentación. La implementación de tecnologías accesibles y la infraestructura en la nube asequible hacen que esta solución sea económicamente viable y accesible para los usuarios. El desarrollo de este biofermentador equipado de un sistema de monitoreo de temperatura y pH de bajo costo basado en la nube IoT para fermentación de café requirió la experiencia en ingeniería de control, automatización, sensores y conocimiento en tecnología de alimentos.

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	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Registro solicitado y concedido
Procesos		Gobierno de los Estados		Económico	Económico	Recursos Humanos	Patentes solicitadas y concedidas
		Productores independientes		Ambiental Conocimiento	Educación	Capacitación	
	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Comunidades Agrarias	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)		Responsabilidad Ambiental		Numero de tesis
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)		Salud Pública		Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
							Número de publicaciones
							Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico



Alternativas agroecológicas para el manejo de hierbas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Flores-Sánchez, Diego^{1*} ; Navarro-Garza, Hermilio¹ ; Pérez-Olvera, Ma. Antonia¹ 

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

* Autor para correspondencia: dfs@colpos.mx

Problema

La intensificación del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en las últimas décadas han privilegiado el uso de plaguicidas para controlar los problemas fitosanitarios. Para el manejo de malas hierbas la estrategia generalizada es aplicar herbicidas. El Gobierno de México decretó la prohibición del maíz transgénico y la prohibición progresiva del glifosato hacia el año 2024. Este mandato, demanda la búsqueda de estrategias integrales para el manejo de malas hierbas. Entre estas, se distinguen las prácticas agroecológicas, que permiten la producción de alimentos saludables, el fomento de procesos ecológicos y los servicios agroecosistémicos. Las prácticas agroecológicas para el manejo de malas hierbas consideran el fomento de la biodiversidad espacio-temporal, arreglos topológicos, aplicación de compuestos alelopáticos, control mecánico y manual. En este contexto, es necesario generar experiencias para el manejo agroecológico de hierbas en el sistema de cultivo de maíz y contribuir con referentes regionales de la interacción hierbas-maíz.

Cómo citar: Flores-Sánchez, D., Navarro-Garza, H., & Pérez-Olvera, M. A. Alternativas agroecológicas para el manejo de hierbas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.363>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 31-34.

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

Solución planteada

El uso de cultivos de cobertura y extractos de plantas alelopáticas ha demostrado ser prácticas prometedoras y alternativas al enfoque dominante basado en el uso de herbicidas. En este escenario, se estableció un protocolo experimental que integra diferentes estrategias para el manejo alternativo de hierbas en el cultivo de maíz: 1) intercalación con calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); 2) intercalación con ayocote (*Phaseolus coccineus* L.); 3) aplicación de herbicida atrazina; 4) aplicación de extractos de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) y 5) aplicación de extractos de pirul (*Schinus molle* L.). La variedad de maíz utilizada fue el maíz rojo Zegache, variedad nativa del Estado de Oaxaca. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el 2023 en la Granja en Transición Agroecológica Soleil, ubicada en Amaxaque, municipio de Chiautla, Estado de México (19° 33' N 98° 53' O).



Se identificaron 13 especies de hierbas: las cinco especies con mayor acumulación de biomasa (kg ha^{-1}) fueron: arrocillo silvestre (*Echinochloa colona* (L.) Link), zacate Guinea (*Panicum maxicum* Jacq.), chia cimarrona (*Salvia tiliifolia* Vahl), chayotillo (*Sicyos deppei* G. Don) y campanilla (*Ipomea purpurea* (L.) Roth). En la Figura 1 se presenta la acumulación de biomasa (kg ha^{-1}) de las hierbas para cada estrategia de manejo. La integración de calabaza y frijol con el maíz, redujo 58 % de la biomasa de hierbas, en promedio; respecto a la aplicación de extracto de eucalipto, se encontró la mayor acumulación de biomasa de hierbas, y el uso de herbicidas redujo un 40 % la biomasa. Los policultivos de maíz con frijol y calabaza, fueron una estrategia que crearon condiciones de competencia por luz y espacio con las hierbas, favoreciendo la reducción del número de especies encontradas. Es una alternativa al uso de los herbicidas, que también ofrece beneficios asociados al fomento de la agrobiodiversidad y a la promoción de servicios eco-sistémicos como es la polinización, conservación del suelo, reciclaje de nutrientes, entre otros.

La distribución de la precipitación en el año 2023 fue muy irregular, en varias unidades experimentales hubo fallas en el llenado de grano; se tuvo un índice de cosecha promedio de 0.21 (relación producción de grano y biomasa total), en condiciones con humedad suficiente, se pueden tener índices de cosecha mayores al 0.35.

El rendimiento de grano de maíz varió entre 1,657 y 2,254 kg ha^{-1} . Las estrategias con ayocote y extracto de pirul mostraron la mayor producción de grano (Figura 2). La integración de ayocote, frijol y calabaza tuvo ventajas en cuanto a la obtención de productos adicionales. En el policultivo de maíz con calabaza y frijol, la producción promedio de frijol fue de 289 kg ha^{-1} . En la calabaza, no se obtuvieron semillas maduras, que permitieran evaluar su producción. En el caso de la integración de ayocote, su producción promedio fue de 209 kg ha^{-1} . La estrategia de diversificación de maíz con leguminosas, permite asegurar o tener grano de ambos cultivos y hacer frente a los riesgos climáticos.

El uso de extractos de pirul y eucalipto no mostraron efecto en la supresión de las malas hierbas, por lo que se recomienda evaluar el potencial de otras especies para el control.

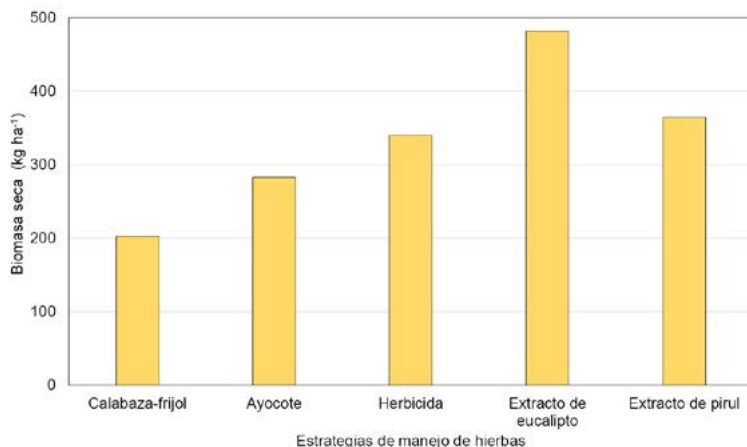


Figura 1. Producción de biomasa de malas hierbas (kg ha^{-1}) por estrategia de manejo.

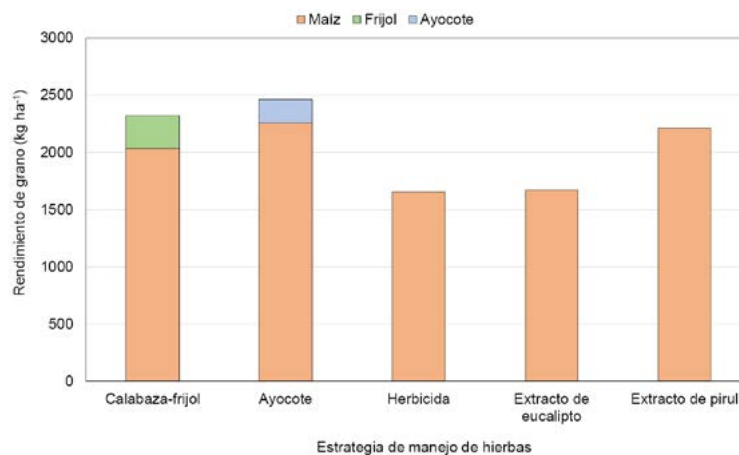


Figura 2. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) por estrategia de manejo.

Los cultivos múltiples (calabaza-frijol, frijol, ayocote) favorecieron efectos de competencia con las hierbas, reduciendo su biomasa en comparación con las otras estrategias de manejo de hierbas. La diversificación es una práctica agroecológica, de origen campesino, que ha probado grandes beneficios en los agroecosistemas, pues permite producir alimentos sanos y nutritivos, manejar y conservar los recursos territoriales.

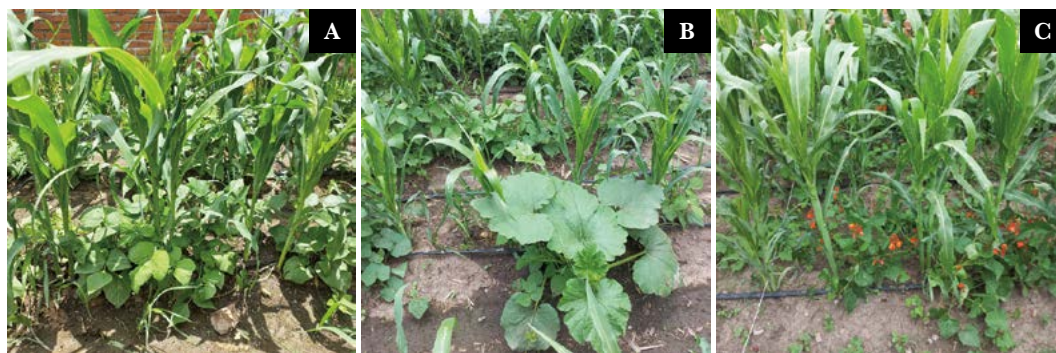












Figura 3. Estrategias de manejo de hierbas con policultivos: A) maíz-frijol, B) maíz-frijol-calabaza, C) maíz-ayocote.

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 Productores independientes Comunidades Agrarias	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Recursos Humanos Comercio	Registro Numero de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones 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)				
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						



Identificación de atributos sensoriales de chile habanero del Estado de Yucatán influenciados por la maduración y el tipo de suelo

Manuel O., Ramírez-Sucre¹ ; Ingrid M., Rodríguez-Buenfil¹ ; Adán, Cabal-Prieto² ; Víctor D., Cuervo-Osorio^{3*} ; Julio E., Oney-Montalvo⁴ ; José de Jesús, González-Reséndiz² ; José A., Herrera-Corredor⁵ ; Juan C., Hernández-Arzaba⁵ ; Fernando, Uribe-Cuauhtzihua⁶ ; Emmanuel de J., Ramírez-Rivera^{6*} 

¹ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., Sede Sureste, Tablaje Catastral 31264 Km, 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto Parque Científico Tecnológico de Yucatán, 97302, Mérida, Yucatán, México.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, Av. 25 Poniente No. 100, Colonia Reserva Territorial 94106, Huatusco, Veracruz, México.

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11 S/N entre 22 y 28, Chiná, Campeche, México. C.P. 24520.

⁴ Tecnológico Nacional de México/Campus Calkini, Av. Ah Canul S/N por carretera Federal, 24900. Calkini, Campeche, México.

⁵ Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz. Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C.P. 94946.

⁶ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Km. 4 Carretera S/N Tepetitlanapa. 95005 Zongolica, Veracruz, México.

* Autores para correspondencia: victor.co@china.tecnm.mx; jramirezrivera@zongolica.tecnm.mx

Cómo citar: Ramírez-Sucre, M. O., Rodríguez-Buenfil, I. M., Cabal-Prieto, A., Cuervo-Osorio, V. D., Oney-Montalvo, J. E., González-Reséndiz, J., Herrera-Corredor, J. A., Hernández-Arzaba, J. C., Uribe-Cuauhtzihua, F., & Ramírez-Rivera, E. de J. Identificación de atributos sensoriales de chile habanero del Estado de Yucatán influenciados por la maduración y el tipo de suelo. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.364>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero. 2025. pp: 35-38.

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



Problema

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es un alimento representativo de la gastronomía mexicana e importancia económico debido a: 1) se regula por la Norma Oficial Mexicana (NOM-189-SCFI-2012); 2) tiene la Denominación de Origen y 3) es considerado un cultivo estratégico dentro del Plan Nacional Agropecuario de México hasta el 2030. A pesar de su popularidad, las propiedades sensoriales del chile habanero pueden verse afectadas por factores como el estado de madurez y el tipo de suelo donde se ha cultivado. En este sentido, el chile habanero se cultiva en suelos Luvisoles (*K'áankab lu'um* suelos rojos) y Leptosoles (*Boxlu'um* suelos negros) en la Península de Yucatán, con propiedades químicas y físicas diferenciales. Por ejemplo, los suelos negros (Leptosoles) son de apariencia rocosa y alto contenido de materia orgánica en comparación a los suelos rojos (Luvisoles). Esto influye en la dominancia de atributos sensoriales durante su consumo en tiempo real, por lo que es necesario conocer su impacto y tener mayor control de calidad del chile habanero. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación



fue determinar la dominancia sensorial de chiles habaneros con diferentes grados de maduración y cultivados en diferentes tipos de suelos.

Solución Planteada

Selección de chile habanero

Se cultivaron plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq. variedad Jaguar) en tierra roja y negra en un invernadero del CIATEJ en Mérida, Yucatán. Se cosecharon 40 muestras (frutos) 20 en color verde uniforme (inmaduro) y 20 con tonalidad verde-naranjas (maduración intermedia), a los 334 días post-trasplante y 271 días después de la antesis de las plantas.

Preparación de las muestras para análisis sensorial

Se realizaron soluciones de cada muestra de chile habanero para su evaluación sensorial. Las soluciones consistieron en mezclar 1.7 g de chile habanero con 6 g de azúcar en 150 ml de agua purificada. Posteriormente la solución se calentó a 85 ± 5 °C durante 90 segundos en un horno de microondas. Posteriormente, se dejaron reposar durante 12 h a temperatura ambiente y se filtraron para remover todas las partículas de chile que pueda causar alguna molestia al evaluador. Las soluciones se codificaron de la siguiente manera: SNV=Chile cultivado en suelo negro e inmaduro; SRV=Chile cultivado en suelo rojo e inmaduro; SNMVN=Chile cultivado en suelo negro y de maduración intermedia; SRMVN=Chile cultivado en suelo rojo y de maduración intermedia.

Panel sensorial e identificación de atributos dominantes

Se conformó un panel sensorial con nueve personas, los cuales se seleccionaron mediante una entrevista donde se les realizaron las siguientes preguntas: 1) disponibilidad de tiempo, 2) interés en realizar las pruebas; 3) aversión al chile habanero y 4) estado de salud. Posteriormente, se les explicó el concepto de atributos dominantes y después cada persona realizó cuatro sesiones para utilizar el software SensoMaker[®] para realizar la prueba Dominio Temporal de Sensaciones en condiciones de tiempo de retardo de 5 s y duración de la prueba de 120 s. El vocabulario sensorial evaluados por las personas fueron SARD=Sensación de ardor; SCHI=Sabor chile; EBUC=Entumeciendo en boca y CBUC=Calor en boca. Las muestras se codificaron con un código aleatorio de tres dígitos y presentadas a los jueces de manera monádica secuencial. Debido a la alta pungencia de las muestras se realizó una evaluación por día. Se les entregó agua para eliminar posibles residuos de la muestra anterior.

Los resultados mostraron que en la muestra SNV (Figura 1A), el atributo SARD se percibió con mayor dominancia desde el tiempo (t)=1 hasta el segundo 58 pero en diferentes tiempos (t=61-68s; t=81-98s; t=100-110 s) se logró tener la mayor dominancia. Para el chile SRV (Figura 1B), los atributos dominantes fueron SARD y SCHI donde SARD se percibió en tres periodos diferentes (periodo 1 t=4 a 11.9 s; periodo 2 t=15.6 a 18.6 s y periodo 3 t=25.4 a 30.7 s). El segundo atributo SCHI fue dominante en los siguientes tiempos: Periodo 1 (t=10.8 a 13 s), periodo 2 (t=21.4 a 23.7 s) y periodo 3 (t=37.5 a 120 s). Para el chile SNMVN, los atributos dominantes fueron SARD, SCHI

y CBUC (Figura 1C). El atributo dominante SARD se percibió desde $t=5.5$ a 9.1 s y posteriormente en $t=14.9$ a 21.4 s. El atributo dominante SCHI se percibió desde $t=7.4$ a 14.4 y posteriormente se potenció en el tiempo $t=22.1$ a 56.1 s. En el caso del atributo dominante CBUC, este se percibió desde $t=64$ hasta el final de la prueba ($t=120$ s). La muestra de Chile SRMVN presentó atributos dominantes como SARD, EBUC y CBUC (Figura 1D). En donde el atributo SARD se percibió inicialmente en el periodo de $t=7.3$ a 15.9 s, el atributo EBUC se percibió desde $t=16.4$ a 19.3 s y finalmente el atributo CBUC se percibió en dos periodos de tiempo (periodo 1: $t=47.8$ a 52.9 y periodo 2: $t=62.4$ hasta el final de la prueba).

Con base en los resultados podemos concluir que la maduración y el tipo de suelo influyen significativamente en los atributos sensoriales dominantes del Chile habanero. Los Chiles SNV presentaron una dominancia del atributo SARD durante la mayor parte del tiempo de prueba. En contraste, los Chiles SRV mostraron una dominancia compartida entre SARD y SCHI en diferentes periodos. Los Chiles SNMVN presentaron una combinación de SARD, SCHI y CBUC como atributos dominantes.

Finalmente, los Chiles SRMVN mostraron una dominancia de SARD, EBUC y CBUC en distintos periodos de tiempo. En general, los consumidores perciben entre uno y dos atributos sensoriales en Chiles inmaduros, mientras que en Chiles con mayor maduración se perciben hasta tres atributos sensoriales dominantes, con una competencia de dominancia entre ellos.

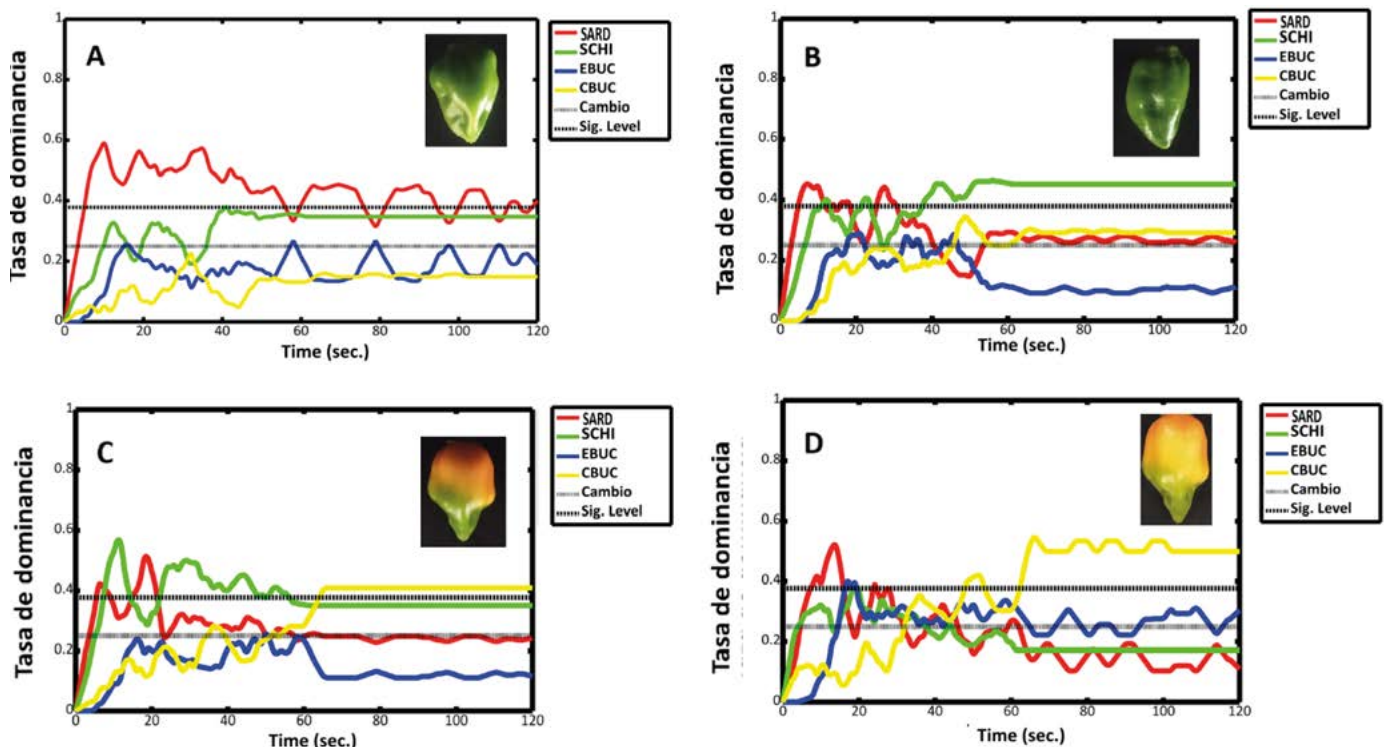






Figura 1. Atributos dominantes de Chile habanero: A) SNV=Chile cultivado en suelo negro e inmaduro; B) SRV=Chile cultivado en suelo rojo e inmaduro; C) SNMVN=Chile cultivado en suelo negro y de maduración intermedia; D) SRMVN=Chile cultivado en suelo rojo y de maduración intermedia. Atributos SARD=Sensación de ardor; SCHI=Sabor Chile; EBUC=Entumeciendo en boca; CBUC=Calor en boca.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto social		Indicador general de políticas públicas	Indicadores específicos	Subindicador
			Sector	Impacto			
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro	Asociaciones de Productores Productores independientes	Primario: Agricultura, Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)	Social y conocimiento	Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad y comercio	Aplicación de técnicas y conocimientos para el desarrollo social y económico



Promoción de la seguridad alimentaria a través de la producción de Espirulina (*Arthrospira maxima*) en entornos periurbanos

Méndez-Cadena, María Esther^{1*} ; Flores-Guevara, Adriana² ; Hernández-Cázares, Aleida S.³ ; Ríos-Corripio, María A.⁴ 

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla. México. C.P. 72760.

² CONAHCYT. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla. México. C.P. 72760.

³ Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C.P. 94953.

⁴ CONAHCYT. Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C.P. 94953.

* Autor para correspondencia: mesther@colpos.mx

Problema

La falta de seguridad alimentaria es un problema mundial que afecta de manera directa a millones de personas en todo el planeta. Se manifiesta como el acceso limitado a alimentos nutritivos, limpios e inocuos, ya sea por escasez o por no tener la capacidad de adquirirlos. Se estima que en América Latina y el Caribe 43.2 millones de personas enfrentaron hambre durante 2022. Esto limita que las personas tengan una dieta equilibrada y completa, lo que deriva en malnutrición, enfermedades y desigualdad social. En México, las poblaciones en zonas periurbanas enfrentan desafíos significativos debido a la escasez de recursos naturales, la pobreza y el acceso limitado a servicios básicos, lo que compromete su seguridad alimentaria y afecta la salud y nutrición de sus habitantes. La expansión urbana ha transformado estos territorios, anteriormente dedicados a la actividad agropecuaria, en áreas industriales y residenciales, reduciendo así los espacios para la producción agrícola.

Los habitantes de estas regiones enfrentan dificultades para acceder a alimentos seguros y nutritivos debido a la escasez de agua y suelo, lo que afecta la producción tradicional. La FAO en el año 2023 destacó que esta situación ha cambiado la demanda y las preferencias alimentarias, transformando la producción y el consumo. La urbanización ha exacerbado la pobreza y la inseguridad alimentaria, fomentando el consumo de alimentos ultraprocesados de bajo valor nutricional, lo que ha incrementado la incidencia de enfermedades (diabetes, hipertensión, obesidad y anemia). Por lo anterior, es necesario contar con

Cómo citar: Méndez Cadena, M. E., Flores Guevara, A., Hernández Cázares, A. S., & Ríos Corripio, M. A. Promoción de la seguridad alimentaria a través de la producción de Espirulina (*Arthrospira maxima*) en entornos periurbanos. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.365>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 39-42.

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



propuestas que contribuyan al alivio no solo del hambre, sino de proporcionar métodos de producción alimentaria, adaptables a las circunstancias actuales del territorio, que mejoren el acceso a alimentos nutritivos, uno de ellos es la producción artesanal de espirulina (*Arthrospira maxima*).

Solución planteada

Como parte de las acciones para el fomento de la seguridad alimentaria que el Colegio de Postgraduados Campus Puebla lleva a cabo, se implementó un módulo de producción de espirulina, en colaboración con el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba con el fin de adaptar la cepa a las condiciones climáticas del Valle de Puebla. Esta unidad de producción de espirulina (*Arthrospira maxima*) tiene el objetivo de producir cepa viable para su diseminación en comunidades periurbanas del valle de Puebla. La espirulina tiene gran potencial por su composición nutricional (Cuadro 1), es reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un “superalimento” por ser excepcionalmente alta en su contenido de proteína (70%) en forma de aminoácidos altamente asimilables, así como una gran cantidad de vitaminas (A, B1, B2 y B3), y contener minerales como hierro, magnesio y potasio. Además, contiene una alta cantidad de c-ficocianina, antioxidante que ayuda a combatir el estrés oxidativo y la inflamación. Al aportar esos nutrientes que se encuentran de manera deficitaria en la población vulnerable de las zonas periurbanas, su consumo regular puede ayudar a mejorar el sistema inmunológico y la salud de la población objetivo.

Fomentar la producción del cultivo de espirulina en sistema artesanal es por la poca mano de obra, simplicidad y sin necesidad de suelo para su producción. El uso del agua tiene una mención especial, pues en el módulo instalado se ha reportado una producción promedio de 3 g/L de agua, lo que implica que se necesitan solo 333.3 L de agua para producir 1 kg de espirulina fresca, o bien 3,967 L de agua para producir 1 kg de proteína de alta calidad a diferencia de los 75,000 L de agua que se requieren para producir 1 kg de carne de res. Además, el agua es reutilizable dentro del mismo sistema por lo que sólo se repone la pérdida por evaporación, lo que hace de éste un sistema altamente sustentable aún en zonas con carencia de agua. Además, el cultivo de espirulina tiene potencial económico para las zonas empobrecidas, pues su escalamiento puede llevarse en

Cuadro 1. Análisis proximal de espirulina (*Arthrospira maxima*) cultivada en el área experimental de Cultivos de espirulina del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba.

Componentes	Contenido (%)
Proteína	62.66±0.26
Fibra	0.86±0.15
Cenizas	7.56±0.02
Grasa total	4.60±0.16
Carbohidratos	15.78±0.12
Humedad	8.54±0.03

un corto tiempo debido a la velocidad de crecimiento y cuyo precio puede oscilar entre \$ 450-500.00/kg pesos mexicanos (USD \$ 225-250) en polvo o en pastillas, de manera que puede convertirse en una opción productiva viable a mediano plazo que permita un ingreso económico familiar.

Retribución social

Actualmente se han llevado a cabo eventos de formación desde el módulo del Campus Puebla a más de 50 personas provenientes del Valle de Puebla (Figura 1), y se ha instalado un módulo familiar en la comunidad de San Lorenzo Almecatla, municipio de Cuautlan-cingo, Puebla consistente en un contenedor de 40 L que ha escalado a cuatro contenedores de la misma capacidad en aproximadamente 45 días y se prevé seguir escalando en el corto plazo. Este proyecto ha despertado el interés en la zona vecinal, por lo que se continúa con el asesoramiento y se está desarrollando material didáctico que integre información participativa derivada de las experiencias locales, con el fin de promover la seguridad alimentaria de una manera más eficiente y objetiva.






Figura 1. Módulo de producción artesanal de espirulina, San Lorenzo Almecatlá, Puebla, 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.	Poblaciones en particular	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental	Competitividad Capacitación	Numero de tesis
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			Económico			Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
				Ambiental			Número de publicaciones
				Conocimiento			Número de familias beneficiadas
							Transferencias tecnológicas
							Número de empleos generados



Verduras en Escabeche: Una estrategia para el emprendimiento y la reducción del desperdicio

Contreras-Oliva, Adriana ; Lima-Solano, Marisol ; Córdoba-Mora, Yazmín Rubí 
Uscanga-Sosa Diana Patricia 

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

* Autor para correspondencia: uscanga.diana@colpos.mx

Problema

En México, el chile es más que un alimento; es un pilar de la cultura y la gastronomía, destacándose en la dieta mexicana por su valor nutritivo, alto en vitaminas A y C, fibra, carotenoides y minerales. El país tiene una amplia diversidad de 64 tipos de chiles, incluyendo el chile habanero y el chile Yhualica con denominaciones de origen. Uno de los problemas en la industria alimentaria es la gestión de los desperdicios, por ejemplo, hasta el 45% de las verduras se pierden en diferentes etapas de la cadena de suministro y aproximadamente el 30% de las verduras compradas por consumidores terminan en la basura, lo que representa una pérdida de recursos y un desperdicio nutricional significativo. Este problema no solo afecta la sostenibilidad alimentaria, sino también implica perder la oportunidad de aprovechar completamente estos alimentos ricos en nutrientes.

Solución planteada

Las conservas en escabeche ofrecen una solución para abordar el problema del desperdicio alimentario. Este método de conservación química no solo mejora las características organolépticas de los alimentos, sino que también minimiza la pérdida de nutrientes que suelen ocurrir durante otros procesos de cocción. La adición de ácido acético (vinagre) y cloruro de sodio (sal común) en el escabeche ayuda a mantener las verduras en buen estado por más tiempo, agregando valor, extendiendo su vida útil y reduciendo el desperdicio. Para realizar la conservación de hortalizas en escabeche se pueden seguir los siguientes pasos (Figura 1):

Cómo citar: Uscanga Sosa, D. P., Contreras-Oliva, A., Córdoba-Mora, Y. R., & Lima-Solano, M. Verduras en Escabeche: Una estrategia para el emprendimiento y la reducción del desperdicio. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.367>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 43-48.

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





Figura 1. Actividades que conforman el proceso de elaboración del escabeche: a) Esterilización de envases; b) Pelado de producto; c) Troceado; d) Blanqueo o escaldado; e) Cocción; f) Llenado; g) Envasado al vacío, h) Enfriado y i) Almacenado.

Esterilizado

La inocuidad alimentaria es fundamental para garantizar que los alimentos sean seguros y aptos para el consumo humano. Por esta razón, resulta de suma importancia esterilizar los recipientes que se utilizarán para envasar el escabeche. El método de esterilización más usado es el de Chamberland, que aplica temperaturas de 120 °C a 1 atmósfera de presión, 127 °C a 1.5 atmósferas, o 134 °C a 2 atmósferas durante un periodo de 20-30 minutos. Este proceso garantiza la eliminación de microorganismos y es fundamental para mantener la calidad y seguridad del producto final (Figura 1a).

Pelado

El pelado es un paso crítico en la preparación de verduras para el escabeche, cuyo objetivo es mejorar la presentación del producto final. La epidermis del producto, puede pre-

sentar una textura áspera que afecta negativamente la experiencia de consumo. Para llevar a cabo el pelado, se utilizan diferentes métodos adaptados a las necesidades específicas de cada tipo de verdura (Figura 1b):

- **Cuchillo:** Representa uno de los métodos más utilizados para retirar la epidermis del producto de manera manual.
- **Flama:** Este método implica exponer brevemente la verdura a una llama directa para que la piel se desprenda fácilmente. Es crucial controlar el tiempo de exposición para evitar el deterioro del producto.
- **Abrasión:** La verdura en tambores rotativos entra en contacto con una sustancia abrasiva que generalmente es carborundo para arrancar la piel directamente.
- **Vapor o flash steam:** Este proceso utiliza vapor de alta presión para que el agua que se encuentra por debajo de la piel de la verdura se expanda rápidamente y ocasione que se desprenda la piel de la verdura. Este método es muy utilizado para pelar chiles de manera eficiente y sin dañar su estructura.
- **Álcali:** Se refiere al contacto del producto con una solución de agua con cal para que se desprenda la epidermis sin alterar la forma de la verdura como usualmente pasa en el pelado con cuchillo. Es más utilizado en frutas como los duraznos en almíbar.

Troceado

El troceado es un paso crucial en la preparación de las verduras para asegurar una cocción uniforme y la conservación de su textura y sabor óptimos, además de otorgar una presentación atractiva en el escabeche (Figura 1c). Este proceso involucra técnicas de corte específicas que facilitan la absorción homogénea del calor y la distribución equitativa del peso en cada envase (Figura 2):

- **Biaus o siflet:** Este método consiste en cortar el producto de forma sesgada, produciendo rodajas elípticas que no solo mejoran la estética del producto final, sino que también aseguran que el calor penetre de manera más eficiente durante la cocción.
- **Emincé o pluma:** En el caso de la cebolla, el proceso comienza cortándola a la mitad desde la raíz hacia la punta. Luego se coloca la parte cortada hacia abajo en la tabla para continuar cortando en línea con las capas naturales de la cebolla, resultando en tiras finas y uniformes.
- **Juliana:** Los chiles se cortan en tiras largas y delgadas, ideal para mantener una textura firme y una distribución uniforme de los condimentos en el escabeche.
- **Floretes:** Para la coliflor, se separan los ramilletes y se cortan cuidadosamente a la mitad y luego nuevamente para formar pequeños floretes. Este corte no es solo estéticamente agradable, sino que también facilita la cocción uniforme y rápida.

Blanqueo o escaldado

Este proceso tiene como objetivo el ablandamiento del producto, la fijación y acentuación del color natural y el desarrollo del sabor característico. Para ello, se debe sumergir el



Figura 2. Tipos de corte de alimentos utilizados en el escabeche.

producto en agua a una temperatura de 95 °C por un tiempo determinado, dependiendo del tamaño y el grado de madurez. Por ejemplo, en el caso de la zanahoria se recomienda un tiempo de blanqueo de aproximadamente de tres minutos (Figura 1d). Este tiempo es suficiente para ablandar ligeramente las zanahorias sin perder su vibrante color naranja ni permitir que se oscurezcan al cocerse más tarde. Este tratamiento térmico no solo mejora la textura al ablandarlas, sino que también fija y realza su color natural y desarrolla un sabor más intenso y característico, preparándolas idealmente para el proceso de conservación en escabeche.

Cocción

Durante la cocción, además de ablandar la cebolla, los ajos y los chiles, se incorporan ingredientes esenciales para la conservación (Figura 1e). Estos actúan como conservantes naturales y mejoran la seguridad y durabilidad del alimento. Entre estos componentes se incluyen:

- **Sustancias antisépticas y antifermmentativas:** Estos compuestos inhiben el crecimiento de microorganismos y la fermentación no deseada. Ejemplos comunes incluyen el ácido bórico, ácido salicílico, ácido sórbico, sorbato de potasio, ácido benzoico, benzoato de sodio, anhídrido sulfuroso, anhídrido carbónico, alcohol etílico y, fundamentalmente, el ácido acético (vinagre) en el caso del escabeche.
- **Conservadores naturales:** En el escabeche, ingredientes como la sal (cloruro de sodio), las grasas y aceites son utilizados por su capacidad para actuar como barreras naturales contra la contaminación microbiana, especialmente en concentraciones elevadas.
- **Salado:** La adición de sal no solo mejora el sabor, sino que también inhibe el crecimiento de microorganismos y la degradación enzimática, aunque puede alterar las características organolépticas como el color, aroma, sabor y textura del alimento.
- **Acidificación:** Se lleva a cabo cuando se agregan sustancias ácidas como el vinagre. Este reduce el pH de los alimentos, creando un ambiente hostil para el desarrollo de microorganismos y contribuyendo así a su conservación a largo plazo.

Llenado

Este paso se refiere a verter los productos sólidos con un líquido de cobertura (salmuera) en un recipiente esterilizado, preferentemente que sea un frasco de vidrio con tapa metálica (twist-off). Es crucial llenar el recipiente librando solo la parte en donde se enrosca la tapa (Figura 1f).

Envasado al vacío

Este proceso implica la eliminación del oxígeno del interior del recipiente que contiene el escabeche para evitar la oxidación, prolongar el período de caducidad y calidad del alimento. Para ello, se debe colocar agua en una olla y llevar a la estufa con fuego alto. Una vez que el agua esté hirviendo, se colocará el recipiente lleno y semicerrado (para que no se escape el líquido de cobertura pero que deje salir el aire) boca abajo en el agua hirviendo durante aproximadamente 20 minutos, permitiendo que el calor expulse el aire y cree un vacío dentro del frasco (Figura 1g).

Enfriado y almacenado

Una vez que han transcurrido los 20 minutos del envasado al vacío, los frascos se retiran cuidadosamente de la olla para evitar quemaduras. Se voltean y se ajustan las tapas con firmeza para asegurar un sellado completo. Enseguida, los frascos se sumergen con delicadeza en un recipiente con agua y hielo, evitando el contacto con los demás frascos y las paredes del recipiente para prevenir roturas debido al choque térmico (Figura 1h). Finalmente, se dejan enfriar por completo, lo que ayuda a consolidar el sellado del frasco y garantiza que el escabeche se conserve en condiciones óptimas (Figura 1i).

Retribución social

Las actividades de retribución social tienen como objetivos: propiciar la reflexión y conciencia sobre el compromiso ético de las becarias y los becarios respecto al apoyo que reciben para su formación gracias a las aportaciones de la sociedad mexicana; contribuir con diferentes estrategias para la aplicación de los resultados de investigación y su comunicación para el mejoramiento de las condiciones de vida de las familias y comunidades; colaborar en la atención y solución de problemas prioritarios en los contextos en donde se ubican las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación; dar sentido y significado a los procesos educativos de formación, al articular los procesos formativos con las realidades y problemas prioritarios de las regiones donde se realizan las investigaciones.

En el marco del proyecto de las Microrregiones de Atención Prioritarias (MAP) del Campus Córdoba, denominado “Capacitación y Transferencia de Tecnologías de Conservación de Frutas y Hortalizas en Comunidades MAP”, estudiantes de Maestría y Doctorado en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable han impartido una serie de Cursos de Capacitación para la elaboración de verduras en escabeche como parte de su programa de retribución social (Figura 3).






Figura 3. Grupo de personas capacitadas en el taller de conservación de hortalizas.

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, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico	Ciencia y Tecnología Económico	Competitividad Comercio Generación de empleos Capacitación	Número de publicaciones Número de familias beneficiadas Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
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)				
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				
A través de experiencias	Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores						

Aplicación del Modelo ABC e Ishikawa en la Gestión Integral de Inventarios en una Empresa Agroalimentaria, un caso de éxito

Heredia-Roldan, Miguel J.^{1*}; Gurruchaga-Rodríguez, María E. de la A.¹
Báez-Sentíes Oscar¹; Romero-Montoya, Mauricio¹

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Orizaba. Orizaba. Veracruz. México. C.P. 94320.
* Autor para correspondencia: miguel.hr@orizaba.tecnm.mx

Problema

La empresa agroalimentaria enfrenta problemas en la gestión de su almacén de producto terminado (PT), principalmente debido a la saturación del espacio disponible y la interferencia entre las áreas de producción y embarques, esto aumenta los tiempos de preparación de pedidos y afectando la productividad. Además, la falta de delimitación clara entre áreas compromete la seguridad y la eficiencia del proceso logístico. Este desorden impacta negativamente en la operación y la competitividad del sector agroalimentario. Con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, se implementaron estrategias de un modelo de inventario ABC y análisis de causa-efecto (Ishikawa), estos enfoques permitieron reorganizar el almacén, optimizar el espacio disponible, mejorar la seguridad y reducir los errores operativos.

Cómo citar: Heredia Roldan, M. J., Gurruchaga Rodriguez, M. E. de la A., Baez Senties, O., & Romero Montoya, M. Aplicación del Modelo ABC e Ishikawa en la Gestión Integral de Inventarios en una Empresa Agroalimentaria, un caso de éxito. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.368>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 49-52.

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



Figura 1. A) Almacén de producto terminado y B) Desorden que causa problemas logísticos.

Solución planteada

Para abordar estos problemas, se implementaron dos estrategias principales: el análisis de causa-efecto (Ishikawa) y el modelo de inventarios de clasificación ABC, con un enfoque experimental en la reorganización del almacén. Estas herramientas ayudarán a identificar las causas principales del desorden y mejorar el flujo de trabajo.

Análisis de Causa-Efecto (Ishikawa)

El diagrama de Ishikawa fue fundamental para identificar las causas de los problemas logísticos, como la falta de espacio, errores en el picking y la interferencia entre las áreas de producción y embarques. Entre los factores más críticos identificados se encontraban:

- Falta de un proceso de verificación adecuado del stock, lo que ocasionaba errores en el conteo físico y descoordinación entre las áreas.
- Espacio insuficiente para gestionar el volumen de productos, lo que dificultaba el flujo del trabajo.
- Fallas en la tecnología utilizada, como escáneres desactualizados y sistemas de registro deficientes.
- Falta de capacitación del personal en el manejo de inventarios y tecnologías, lo que agravaba los errores operativos.

En la Figura 2, se representa el desarrollo del diagrama de Ishikawa aplicado en la gestión de inventarios de la empresa.

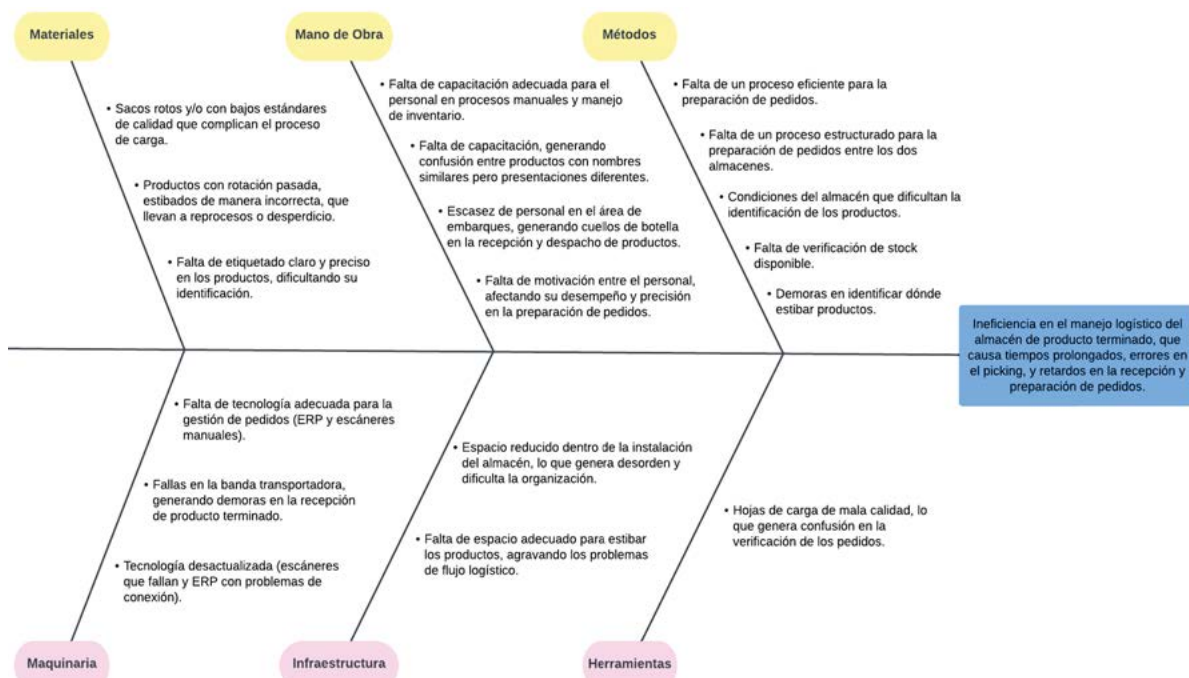


Figura 2. Diagrama de Ishikawa de la empresa Agroalimentaria.

Con base en estos hallazgos, se implementaron mejoras como la reorganización del almacén, la separación física de las áreas de producción y embarques, y programas de capacitación para el personal en el uso de tecnologías y en procedimientos de inventario.

Clasificación ABC

La implementación del modelo de inventario de clasificación ABC permitió segmentar los productos según su valor y rotación en el almacén. Los productos se clasificaron de la siguiente manera:

- **Productos A:** Generan el 80% del valor total del inventario, aunque representan solo el 20% del total de productos. Estos productos se colocaron en áreas de fácil acceso para reducir los tiempos de picking.
- **Productos B:** Tienen una rotación intermedia. Se ajustó su ubicación en zonas accesibles, pero sin ocupar el espacio prioritario.
- **Productos C:** Generan solo el 5% del valor total, pero ocupan la mayor parte del espacio. Se ubicaron en áreas de almacenamiento secundario, reduciendo su impacto en el flujo diario.

Como se observa en el Cuadro 1, la clasificación ABC permitió segmentar los productos en función de su valor y rotación.

La clasificación ABC mejoró notablemente el uso del espacio disponible, redujo la saturación en el área de producto terminado y facilitó una operación más eficiente, con una disminución en los tiempos muertos y errores en el picking.

En la Figura 3, se muestra el impacto de la implementación del modelo ABC sobre la eficiencia operativa.

Cuadro 1. Resultados de la metodología ABC.

Zona	Número de productos	% de productos	% Acum.
A	16	31	31
B	11	21	52
C	25	48	100
Total	52	100	

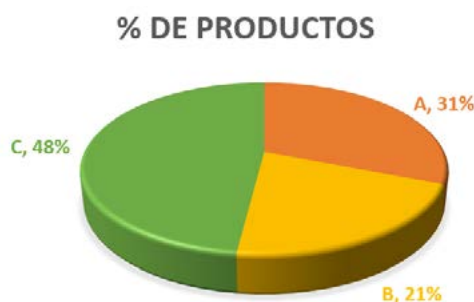


Figura 3. Representación gráfica de la metodología ABC.

La implementación de estas herramientas dio lugar a importantes mejoras operativas:

- Reducción de errores en el picking en un 25%, gracias a la mejor organización de los productos según su rotación.
- Reorganización del espacio en el almacén, lo que permitió un mejor flujo de trabajo y una disminución de los tiempos de preparación de pedidos.
- Mayor seguridad en el trabajo, al separar físicamente las áreas de producción y embarques, minimizando interferencias.
- Capacitación del personal que resultó en una mejor utilización de las tecnologías disponibles y una mayor precisión en el manejo de inventarios.

La combinación del análisis de causa-efecto (Ishikawa) y el modelo de inventario de clasificación ABC resultó ser una estrategia eficaz para mejorar la gestión del almacén de producto terminado en la empresa agroalimentaria. Estas herramientas no solo permitieron resolver problemas de espacio y organización, sino que también contribuyeron a mejorar la eficiencia y seguridad de los procesos logísticos, mejorando el uso de recursos y minimizando errores operativos.





Cuadro 2. Impacto de las metodologías implementadas.

Metodologías	Descripción	Impacto principal
Ishikawa	Identificación de las principales causas de errores en el inventario y aplicación de medidas correctivas como la capacitación y optimización del flujo de trabajo.	Reducción de errores de picking en un 25% y mejora en la organización.
Clasificación ABC	Segmentación de productos según su valor y rotación, optimizando su ubicación y manejo en el almacén.	Mayor eficiencia en el uso del espacio, reducción de tiempos de preparación de pedidos en un 20%.

Innovaciones, Impactos e Indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Poblaciones en particular	Terciario: Servicios que se prestan a la sociedad: Comercio, Transporte, Educación, Ocio, etc.	Económico	Económico	Competitividad Comercio Capacitación	Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio		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.				

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el tostado de café: Un enfoque innovador y sostenible

Marisol, Lima-Solano, Marisol¹; Morales-Ramos, Victorino¹
Córdoba-Mora, Yazmín Rubí²; Contreras-Oliva, Adriana^{1*}

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

* Autor de correspondencia: adricon@colpos.mx

Problema

El tueste de café (*Coffea arabica* L.) es un proceso esencial que transforma los granos verdes en un producto listo para la infusión, modificando sus propiedades químicas, físicas y sensoriales mediante reacciones térmicas. Durante este tratamiento, los granos se exponen a temperaturas entre 160 y 240 °C, con tiempos de tueste que varían entre 8 y 20 minutos, dependiendo de factores como la densidad, la humedad y el perfil deseado. Estas variaciones influyen en la calidad del café y plantean retos en términos de eficiencia energética y sostenibilidad. En el caso de los tostadores a pequeña escala, se emplean distintos equipos, desde métodos artesanales hasta sistemas mecanizados que requieren fuentes de energía derivados de combustible fósiles.

El tostador de tambor rotatorio es uno de los más utilizados, ya que permite un control preciso de la temperatura y una distribución uniforme del calor. No obstante, la mayoría de estos equipos funcionan con gas debido a su capacidad para alcanzar rápidamente las altas temperaturas, generando emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Ante este escenario, resulta necesario comparar los diferentes equipos de tueste para evaluar alternativas más sostenibles. La identificación de indicadores ambientales que cuantifiquen estas emisiones permitirá desarrollar estrategias para reducir el impacto ambiental del proceso sin afectar la calidad del café tostado.

Solución planteada

Para enfrentar este reto, este proyecto plantea algunas alternativas sostenibles que contribuyan a la disminución de las emisiones de GEI y el impacto ambiental asociado al proceso de tostado de

Cómo citar: Lima-Solano, M., Morales-Ramos, V., Córdoba-Mora, Y. R., & Contreras-Oliva, A. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el tostado de café: Un enfoque innovador y sostenible. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.411>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 53-59.

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



café. Además, de ofrecer una alternativa de generación de ingresos al capacitarse en la valorización del café verde, transformándolo en café tostado con bajas emisiones de GEI.

Preparación y homogenización de la muestra

Antes de tostar el café, es esencial seleccionar cuidadosamente los granos evaluando el tamaño, densidad y contenido de humedad. De esta forma se asegura que todos los granos se tuesten de manera uniforme, lo que mejora la calidad del café y reduce el consumo de energía. Esto disminuye las emisiones de GEI, ya que un tueste homogéneo requiere menos tiempo y calor. Para lograrlo, se deben seguir estos pasos clave:

- Toma de muestra representativa y pesaje inicial: Se extrae una muestra representativa del lote de café, según la Specialty Coffee Association (SCA), el tamaño recomendado de las muestras de café oro es de 350 g para realizar el análisis físico. Posteriormente, la muestra se pesa para establecer un valor base antes de iniciar cualquier proceso, asegurando que el análisis sea preciso y consistente (Figura 1a).
- Clasificación por tamaño (tamizado): Se utiliza un conjunto de mallas con diferentes tamaños de poro (14-18 mm) para clasificar los granos según su diámetro y asegurar homogeneidad en el tueste (Figura 1b).
- Eliminación de granos defectuosos: Se identifican, separan y clasifican granos defectuosos (quebrados, inmaduros, fermentados o dañados). El porcentaje de granos defectuosos no debe superar el 5-7% (Figura 1c).
- Análisis de humedad: Se mide el contenido de humedad de los granos, asegurando que esté entre 10-12%. Granos con alta humedad (>12%) requieren más energía para tostar y los granos con baja humedad (<10%) podrían perder aceites y aromas esenciales, afectando el perfil sensorial del café (Figura 1d).

Niveles de tueste

El grado de tueste de café puede variar desde claro hasta oscuro, y cada uno tiene un impacto ambiental distinto. De acuerdo con los expertos, el tueste medio es el mejor ya que el café desarrolla mejores características de aroma y sabor, además de que tiene mayor eficiencia energética y menos emisiones de GEI (Figura 2). Este grado de tueste preserva los sabores característicos del café y mantiene una mayor concentración de ácidos clorogénicos, al tiempo que consume menos energía en comparación con un tueste oscuro. El

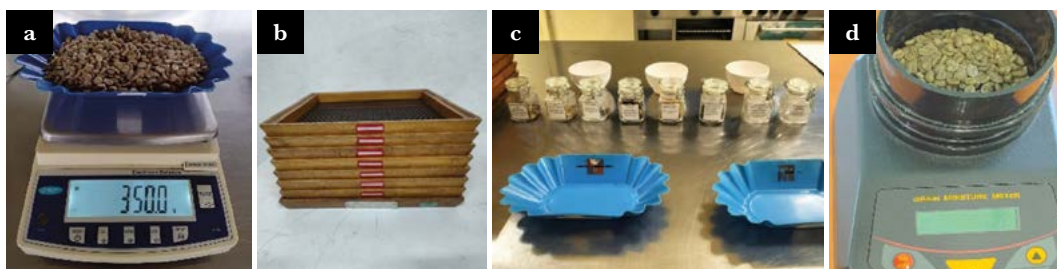


Figura 1. Pasos para el análisis físico del café.

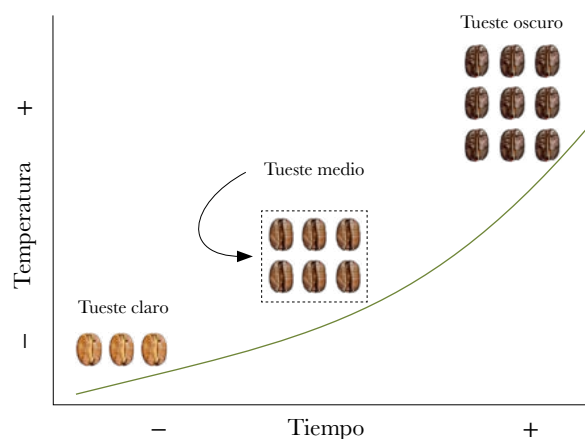


Figura 2. Correlación de temperatura y tiempo por tipo de tueste.

grado de tueste se midió con la escala AGTRON, un sistema que asigna un valor numérico según el color del grano tostado. En esta escala, los tuestes claros obtienen números altos, entre 75-95, los tuestes medios entre 55-65, mientras que los oscuros se encuentran en el rango bajo con 25-45.

Equipos de tostado

Se evaluaron dos tipos de tostadores de muestras, un tostador eléctrico (220 V) y un tostador convencional que utiliza gas LP y energía eléctrica (110 V). Cada uno tiene ventajas y desventajas en sistemas de precalentamiento, términos de eficiencia energética y emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_2e). El tostador eléctrico puede ser una alternativa más limpia si se utiliza energía renovable, mientras que el tostador convencional, aunque más común, dependerá del tipo de gas utilizado (LP, natural, etc.) y del voltaje requerido (110 o 220 V), así como la fuente de energía para su generación. Esta evaluación es fundamental para que los productores puedan escoger la tecnología que mejor se adapte a sus necesidades, minimizando su impacto ambiental durante el proceso de tueste (Figura 3).



Figura 3. Tostadores utilizados en el proyecto: a) Tostador de gas LP de dos cabezas marca Promor y b) Tostador eléctrico de aire marca Cafemasy®.

Eficiencia energética

La eficiencia energética es esencial para reducir las emisiones de GEI durante el tostado del café, y esto depende de variables clave como la temperatura y el tiempo. Al optimizar estos factores, se logra disminuir la cantidad de energía necesaria para tostar el café sin comprometer su calidad. Un control preciso de la temperatura y el tiempo mejora el nivel de tueste y minimiza el consumo de energía, reduciendo las emisiones de GEI. Además, esta optimización puede generar ahorros económicos para los productores, reflejados en los recibos de consumo energético. La transición hacia tostadores más eficientes, ya sean a gas LP con electricidad (110 V) o eléctricos (220 V), hace que las prácticas sostenibles sean más viables y atractivas para los productores, favoreciendo tanto el medio ambiente como su rentabilidad (Figura 4).

Huella de carbono

En el estudio se compararon dos tecnologías de tostado: un tostador eléctrico (220 V) y otro que combina gas LP con energía eléctrica (110 V), siguiendo la fórmula para la estimación de la huella de carbono (Figura 5). Los resultados indicaron que, bajo las condiciones específicas del experimento, el tostador de gas LP generó aproximadamente un 40%



Figura 4. Seguimiento a las emisiones de GEI generadas por cada tostador, Monitoreo y registro de datos del consumo de energía a) del tostador de gas LP y b) del tostador eléctrico.

$$\begin{array}{c}
 \text{Footprint icon} \\
 \text{CO}_2
 \end{array}
 = \text{Datos de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Figura 5. Ecuación para el cálculo de la huella de carbono.

menos de emisiones de GEI en comparación con el tostador eléctrico. Sin embargo, esta diferencia depende de factores como la eficiencia del equipo, el tipo de energía utilizada y la configuración del proceso de tostado. Por ello, es fundamental analizar cada sistema en función de sus características técnicas y operativas antes de establecer conclusiones generales sobre su impacto ambiental.

Retribución social

Los beneficios de este proyecto no se limitan al medio ambiente. La adopción de tecnologías y prácticas de tostado sostenibles puede mejorar la calidad de vida de las comunidades cafetaleras. Al reducir las emisiones, estamos contribuyendo a la protección de los recursos naturales de los que dependen estas comunidades. Además, al adoptar estas prácticas más sostenibles desde el beneficiado (seguimiento en el secado para controlar la humedad de los granos de café verde entre 10-12%) hasta el tostado (tueste medio para disminuir el tiempo de exposición a altas temperaturas, mantenimiento de los equipos y utilizar fuentes de energía menos contaminantes) los productores pueden acceder a mercados más exigentes, donde los productos sostenibles son mejor valorados y mejor remunerados. Esto fortalece la economía local y asegura que las futuras generaciones puedan continuar cultivando café en un entorno saludable y próspero.

El curso-taller titulado “Impacto ambiental del tostado de café” se realizó en dos ocasiones en el Área de Ciencia y Tecnología del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, dirigido a productores de café, comercializadores y público en general de la Microrregión de Atención Prioritaria Centro. El objetivo principal fue sensibilizar a los participantes sobre los efectos ambientales del proceso de tostado del café. El taller se dividió en una sección teórica y tres prácticas. La parte teórica introdujo conceptos sobre cambio climático, GEI y cómo el tostado de café contribuye a la huella de carbono. La homogenización de granos y el tostado eléctrico se desarrollaron en el área de generación de nuevos productos y el tostado con gas LP en el laboratorio de análisis sensorial. A través de estas actividades, los asistentes adquirieron conocimientos técnicos sobre el proceso de tostado y entendieron la importancia de adoptar prácticas sostenibles para reducir su impacto ambiental (Figura 6).

Retribución social

Caso de éxito: Compromiso ambiental del productor Jorge de Gabriel Hernández

El Sr. Jorge de Gabriel Hernández, productor de café comprometido con el cuidado del medio ambiente, ha implementado prácticas agroecológicas en sus fincas para producir café de manera sostenible. Motivado por su interés en reducir las emisiones de GEI y minimizar su impacto ambiental, el Sr. De Gabriel adquirió un tostador eléctrico, con el objetivo de evaluar y comparar las emisiones generadas en comparación con las de su tostador a gas LP. Además de buscar mejorar la sostenibilidad de su producción, el Sr. De Gabriel comparte activamente sus hallazgos con las visitas que recibe en sus fincas, utilizando sus experiencias para crear conciencia sobre la importancia de elegir tecnologías más limpias en el proceso de tostado de café. Este esfuerzo por medir, comparar y comunicar el impacto ambiental de los distintos métodos de tostado lo convierte en un referente para otros pro-



Figura 6. Evidencia fotográfica de los cursos talleres impartidos.

ductores de café que desean reducir su huella de carbono y adoptar prácticas responsables en beneficio del medio ambiente y la sostenibilidad de sus cultivos (Figura 7).



Figura 7. Caso de éxito en la implementación de prácticas sostenibles y mejoras en eficiencia energética.

Agradecimientos

Este proyecto titulado: Tostado de café bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), fue financiado por el Colegio de Postgraduados a través de los Proyectos Internos en la convocatoria CONV_CCYR-HH_2024_25, derivada de la Convocatoria 2024-05 para apoyar proyectos de investigación e incidencia orientados a fortalecer el desarrollo, y/o identificación de prácticas de producción sostenible en el sector agropecuario y acuícola pesquero frente a los riesgos agroclimáticos (Acciones para la adaptación y mitigación al cambio climático y reducción de huella hídrica).

Innovación, impacto e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Asociaciones de Productores Productores independientes Comunidades Agrarias	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental	Competitividad Comercio Capacitación	Número de publicaciones Número de familias beneficiadas Empresas formadas Transferencias tecnológicas Desarrollo de productos y servicios para la sociedad Exportación incremento (%) Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio	Poblaciones en particular	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)				
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				



Predicción del gusano barrenador del ganado mediante un modelo GAM: caso Panamá

Villegas-Jiménez, Nancy¹ ; Ramírez-Guzmán, Martha Elva^{2*} 

¹ Organismo Internacional Regional de sanidad Agropecuaria OIRSA, El Salvador.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.6, Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.

* Autora para correspondencia: martharg@colpos.mx

Problema

Cochliomyia hominivorax es un parásito obligado que produce miasis (gusanera), mediante la infestación de las larvas de la mosca en tejido vivo de mamíferos, el cual afecta primordialmente al ganado y al humano. Las hembras adultas de la mosca barrenadora ovipositan sus huevecillos en heridas abiertas en la piel del huésped, que al crecer como larvas se alimentan de tejido vivo, provocando infecciones que pueden conducir a la muerte del huésped. Si bien este parásito había sido controlado en América del Norte en la década de los sesentas, el Sistema Mundial de Información Zoonosaria (WAHIS por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), reporta que ha vuelto a resurgir en países como Panamá, Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Este parásito, mejor conocido como el gusano barrenador del ganado (GBG), es una especie de mosca que causa pérdidas económicas de gran escala a los productores de ganado, otros animales domésticos y a los humanos.

Solución planteada

El objetivo de esta investigación fue modelar y predecir el comportamiento del incremento de la población del GBG, mediante un modelo GAM, el cual incorpora distribuciones asimétricas de variables discretas, características de las frecuencias del GBG en el país de Panamá. Para ello se planteó el modelo GAM ajustado que consideró, la frecuencia del GBG mediante las distribuciones Poisson y Distribución Binomial Negativa, con función base spline cúbica cíclica, ajustado a los datos semanales reportados de enero de 2023 a junio de 2024 de Panamá. El modelo GAM es un tipo de regresión que relaja el supuesto de linealidad entre la variable de respuesta y las covariables, lo cual permite descubrir relaciones no lineales entre ellas. El modelo aditivo generalizado (GAM: Generalized additive model, por sus siglas en inglés), es una extensión del modelo lineal generalizado (GLM).

Cómo citar: Villegas-Jiménez, N., & Ramírez-Guzmán, M. Predicción del gusano barrenador del ganado mediante un modelo GAM: caso Panamá. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.412>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 61-65.

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



Los supuestos de GAM son: 1) aditividad entre cada predictor y la variable de respuesta, esto significa que la contribución de cada predictor a la variable de respuesta es independiente de las contribuciones de las demás predictoras, 2) que la relación entre cada predictor y la variable de respuesta es suave, esto significa que los cambios en el predictor corresponden con cambios graduales y continuos en la variable de respuesta, 3) los errores de los modelos GAM deben ser independientes entre sí, 4) los modelos GAM suponen que los errores siguen una distribución normal, 5) la varianza de los errores es constante en toda la escala de la variable de respuesta. El predictor lineal de los modelos GAM es expresado como:

$$g(\mu_i) = X_i^* \theta + \sum_{i=1}^k f_i(x_i)$$

donde $X_i^* \theta$ es una función de efectos fijos tal que X_i^* es la i -ésima hilera de la matriz diseño del modelo de efectos fijos y θ es un vector de parámetros. Las funciones de suavizamiento $f_i(x_i); i=1, \dots, k$, permiten de manera muy flexible, especificar la dependencia entre la respuesta y las covariables. En particular,

$$E(y_i) = \mu_i$$

donde y_i tiene una distribución perteneciente a la familia exponencial y g es una función conocida denominada función liga, que conecta a μ_i con el predictor lineal. Una distribución perteneciente a la familia exponencial puede escribirse como:

$$f_{\theta}(y) = \exp \left[\frac{y(\theta) - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi) \right]$$

donde a , b y c son funciones arbitrarias, θ es un parámetro natural de la distribución y ϕ un parámetro de escala.

El GBG reportado por el servicio WAHIS y OIRSA contiene datos semanales de Panamá (enero de 2023 a julio de 2024), Costa Rica (julio de 2023 a julio de 2024) y Nicaragua (marzo de 2024 a julio de 2024) (Cuadro 1).

Los valores de asimetría para Panamá, Costa Rica y Nicaragua fueron, 0.45, 1.75 y 1.19, respectivamente. Los valores de kurtosis fueron: -0.89, 2.45 y 0.02. Estos valores indican que Costa Rica y Nicaragua presentan distribuciones unimodales y sesgadas a la

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de GBG de Panamá, Costa Rica y Nicaragua.

País	n	Media	Varianza	D.E.	Mediana	Min	Max
Panamá	79	118	245.29	138.08	235	33	551
Costa Rica	52	735	72.13	104.29	15	1	450
Nicaragua	17	79.6	50.94	63.87	26	1	195

derecha, lo que implica que existen valores extremos de la presencia de GBG. Las series de tiempo mostraron una tendencia positiva (Figura 1).

Como resultado del análisis descriptivo y dada la premura para conocer el comportamiento del GBG, se tomó la decisión de trabajar con los datos de Panamá, por contar con el mayor número de datos (79 observaciones semanales). Fueron dos los modelos GAM ajustados. El primer modelo GAM fue ajustado con distribución Poisson:

$$g(y_i) = 5.34 + f(\text{edf} = 17.58, k = 20) + e_i; y_i \sim \text{Poisson}(\mu = 245.29), g = \log$$

con una devianza explicada del 90.2% y un estimado de escala = 1. El segundo con distribución binomial negativa:

$$g(y_i) = 5.35 + f(\text{edf} = 11.68, k = 20) + e_i; y_i \sim \text{BN}(r = 2.85, \mu = 245.26), g = \log$$

con una devianza explicada del 85.2% y un estimado de escala = 1. Para esta segunda distribución, el parámetro controla la forma de la distribución. La relación entre r y μ se puede expresar como:

$$\mu = r * (1 - p) / p$$

donde p es la probabilidad de éxitos. El mejor modelo fue el BN, de acuerdo con el criterio de información Bayesiano (BN: 913.46 y Poisson: 1253.63), lo cual fue corroborado con el ajuste de las respectivas distribuciones teóricas y empírica (Figura 2).

El pronóstico del modelo con distribución binomial negativo (Figura 3) mostró que el comportamiento del GBG en Panamá fue cíclico, a través de año y medio, lo cual sugirió la existencia de tres generaciones del parásito. La longitud de cada ciclo fue de 20 semanas, con una tendencia positiva (Figura 3).

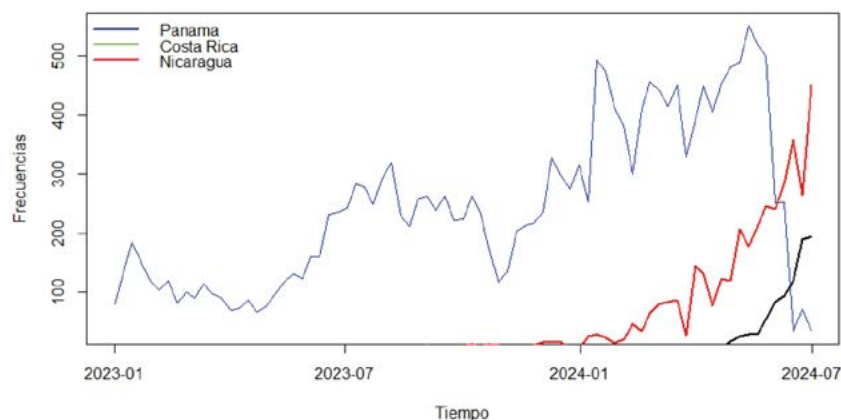


Figura 1. Observaciones semanales de la incidencia del GBG en Panamá, Costa Rica y Nicaragua de enero de 2023 a julio de 2024.

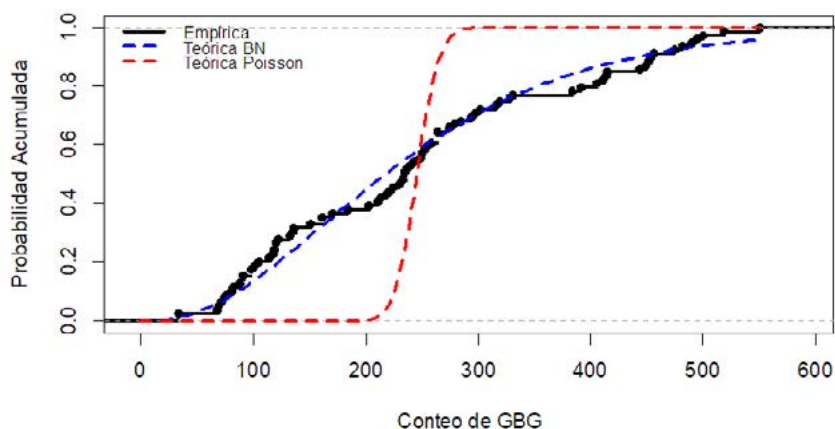


Figura 2. Distribuciones teóricas y empíricas de la incidencia del GBG.

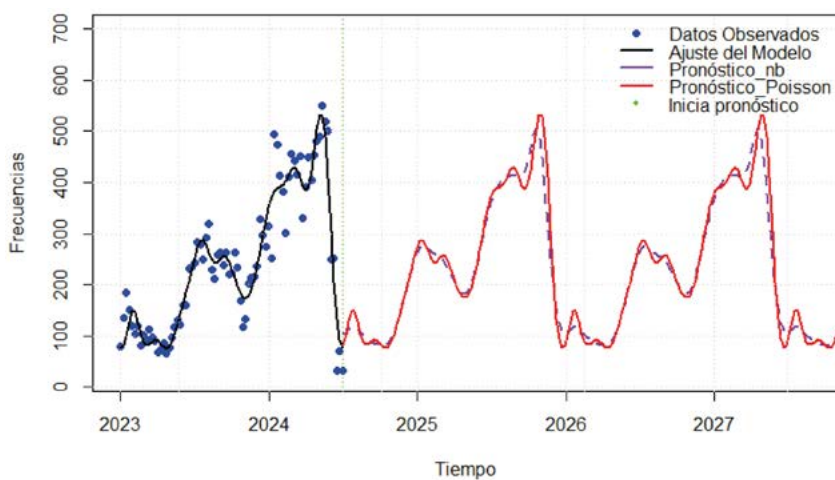


Figura 3. Pronóstico de la incidencia del GBG con el modelo GAM con distribución binomial negativa.



Finalmente se concluye que el modelo GAM es una alternativa pertinente y de gran valor para el caso en que se cuenta con pocas observaciones y el fenómeno a analizar presenta ciclos. En particular, este modelo logró detectar y modelar la presencia de tres generaciones del GBG. La mayor incidencia apareció en los meses de mayo y octubre, lo que sugiere que el tratamiento correspondiente debería aplicarse de manera preventiva y a un menor costo en los meses abril y septiembre, respectivamente.

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	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Certificaciones	
Procesos		Gobierno de los Estados		Económico		Económico	Comercio	Número de publicaciones
		Productores independientes		Ambiental		Responsabilidad Ambiental	Finanzas Públicas	Número de familias beneficiadas
		Comunidades Agrarias	Conocimiento	Salud Pública			Desarrollo de productos y servicios para la sociedad	
Modelo de negocio	Creación o reinversión de un negocio	Poblaciones en particular	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.			Exportación incremento (%)	Reducción de mortalidad	
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible							



Clasificación del Riesgo Fitosanitario asociado a productos de importación con SVM un algoritmo de Aprendizaje Automático

Ramírez-Guzmán, Martha Elva^{1*}; Villegas-Jiménez, Nancy²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.6, Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56264.

² Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA, El Salvador.

* Autor para correspondencia: martharg@colpos.mx

Problema

La importación de productos agrícolas es una vía para la introducción de plagas cuarentenarias, las cuales vienen en forma de nemátodos, bacterias, virus, insectos, entre otros. Dichas plagas tienen la capacidad de producir daños económicos de consideración al transmitir enfermedades y/o daños físicos a los productos agrícolas en campo. Con el propósito de contribuir al intercambio comercial expedito y minimizar los riesgos, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), han desarrollado normas internacionales para medidas fitosanitarias (NIMF) (Figura 1). En particular, la NIMF 32: Categorización de productos según su riesgo de plagas, ha definido cuatro categorías de riesgo en función del grado de procesamiento de los artículos reglamentados, en donde la categoría 1 es la de menor riesgo y la 4 la de mayor riesgo. Sin embargo, a pesar de esta

Cómo citar: Ramírez-Guzmán, M., & Villegas-Jiménez, N. Clasificación del Riesgo Fitosanitario asociado a productos de importación con SVM un algoritmo de Aprendizaje Automático. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.413>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 67-72.

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



Figura 1. Fumigación con bromuro de metilo, a fin de evitar la introducción de plagas de interés fitosanitario.

categorización y por la cantidad de productos que ingresan al país, en muchos casos no se tiene un método de identificación rápido que permita identificar el tipo de riesgo para las solicitudes de importación. Además, en muchos casos, es indispensable realizar un análisis de riesgo de plagas (ARP), que en ocasiones puede durar varios días. Esto implica dilataciones en la emisión de los requisitos de importación, lo que implica retardo y en muchas ocasiones pérdida de oportunidades en las relaciones comerciales.

Solución planteada

Con el propósito de establecer un método de pronóstico que identifique el tipo de riesgo con base en la NIMF 32, en este trabajo se propone utilizar un método de aprendizaje automático denominado máquinas de soporte vectorial (SVM, por sus siglas en inglés), que con base al país de origen ó procedencia, tipo de mercancía y nombre científico del producto, aprenda el tipo de riesgo al que pertenece una o varias mercancías en un conjunto de datos de entrenamiento, y posteriormente en función de dicho aprendizaje pronostique a que categoría de riesgo pertenece un conjunto de prueba. Cabe mencionar, que el conjunto de prueba es ajeno al modelo de aprendizaje automático. SVM es un algoritmo de aprendizaje que se utiliza para clasificación (lineal y no lineal) y regresión. Este trabaja de manera supervisada y no supervisada. Para el primer caso, se dispone de datos etiquetados con la respuesta correcta o el resultado deseado. Para el segundo caso, los datos no están etiquetados con la respuesta correcta o el resultado deseado. Puede trabajar tanto con datos numéricos como categóricos, este último es muy importante para cuando se desea clasificar objetos cuyos valores son variables de clasificación (*e.g.* país, nombre científico de mercancía agrícola de importación, etc.). Su objetivo principal es encontrar el hiperplano óptimo que separe los datos en clases diferentes. Un hiperplano es una línea que separa el espacio de características en dos regiones. En el contexto de los SVM, el hiperplano es utilizado para clasificar los datos en dos o más clases. El hiperplano óptimo es caracterizado por maximizar la distancia entre las clases y minimizar el error de clasificación. El algoritmo puede manejar datos de alta dimensionalidad, no requiere una distribución normal de los datos y es resistente a ruido y puntos aberrantes. El algoritmo consiste en seleccionar al azar, un conjunto de entrenamiento (*e.g.* 80% de los datos) y un conjunto de prueba (*e.g.* 20% de los datos restantes). Una herramienta estadística para evaluar el rendimiento del modelo, es la matriz de confusión (Cuadro1), de la cual se puede calcular la precisión global del modelo, así una medida de concordancia entre la clasificación real y la predicha, de la siguiente manera:

- Precisión global: $(VP_B + VP_M + VP_A + VP_C) / (Total\ de\ instancias)$
- Coeficiente Kappa (κ): mide la concordancia entre las clasificaciones reales y predichas.

Respecto a la clasificación de mercancías, la presente investigación propone utilizar las categorías estipuladas por la NIMF 32, las cuales son:

Cuadro 1. Matriz de Confusión Multiclase, con categorías de riesgo: Bajo (1), Moderado (2), Alto (3) y Crítico (4).

	Real 1	Real 2	Real 3	Real 4
Predicho 1	VP_1	FP_1_2	FP_1_3	FP_1_4
Predicho 2	FN_2_1	VP_2	FP_2_3	FP_2_4
Predicho 3	FN_3_1	FN_3_2	VP_3	FP_A_4
Predicho 4	FN_C_1	FN_4_2	FN_4_3	VP_4

VP_X: Verdaderos Positivos para la clase X (número de instancias correctamente clasificadas como X).

FN_X_Y: Falsos Negativos para la clase X, clasificados como Y (número de instancias de X incorrectamente clasificadas como Y).

FP_Y_X: Falsos Positivos para la clase Y, clasificados como X (número de instancias de Y incorrectamente clasificadas como X).

- Categoría 1. Productos que han sido procesados hasta el punto en que no deberían reglamentarse.
- Categoría 2: productos que han sido procesados pero podrán reglamentarse sobre la base de un ARP para las plagas cuarentenarias que puedan no ser eliminadas por el proceso aplicado.
- Categoría 3: Productos cuyo uso previsto sea consumo o procesamiento, los cuales podrán reglamentarse sobre la base de un ARP para las plagas cuarentenarias que sobrevivan al uso previsto.
- Categoría 4: Productos cuyo uso previsto sea la siembra o plantación, que supone un alto riesgo de introducción y dispersión de plagas reglamentadas, que sobre la base del ARP, generalmente estos productos se reglamentan.

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), proporcionó una base de datos de mercancías agrícolas de importación (4,301 registros) de 2022. De dicha base de datos fueron seleccionados los datos de país de origen o país de procedencia, mercancía, tipo de mercancía y especie. Posteriormente, se asignó una etiqueta para cada dato multivariado respecto al tipo de riesgo de acuerdo a la NIMF 32 (Cuadro 2). Con el propósito de tener en balance los productos categorizados, se tomaron al azar 160 observaciones de cada una de las cuatro categorías, la razón fue que esta cantidad correspondió a la categoría con la menor cantidad de datos, la cual correspondió a la categoría 1. Por lo tanto, el conjunto base para este estudio consistió de 640 observaciones. Cabe destacar, que esta clasificación no es exacta, debido a cierta ambigüedad de la clasificación de la NIMF 32, para las categorías 1 y 2 en donde la primera es un proceso industrial y el segundo semindustrial.

El conjunto de entrenamiento fue constituido por el 80% (512) de las observaciones, las cuales fueron tomadas al azar, mientras que el resto constituyó el conjunto de prueba (128). La matriz de confusión derivada del modelo SVM (Cuadro 3) para los datos de entrenamiento, proporcionó una visión detallada de cómo el modelo clasificó los datos multivariados. La precisión del modelo (proporción de predicciones correctas) fue de 88.67%. El coeficiente de Kappa (medida de concordancia entre predicciones y valores reales) fue de 0.85. La probabilidad de que la precisión sea mayor que la tasa de no información por

Cuadro 2. Muestra de las variables categóricas que entrenaron al algoritmo SVM.

	Origen	Procedencia	Mercancía	Tipo	Nombre científico	Riesgo
1	BOL	BOL	Chía	Grano	<i>Salvia hispanica</i>	2
2	NZL	USA	Kiwi	Fruto fresco	<i>Actinidia chinensis</i>	3
3	USA	USA	Estragón	Estacas	<i>Artemisia spp.</i>	4
4	NED	NED	Apio	Semillas	<i>Apium graveolens</i>	4
5	FRA	FRA	Colza/Canola	Semilla excepto para siembra	<i>Brassica napus</i>	2
6	NED	NED	Tulipán	Bulbos	<i>Tulipa spp.</i>	4
7	USA	AUS	Maíz	Semillas	<i>Zea mays</i>	4
8	USA	USA	Colorín	Estacas	<i>Erythrina abyssinica</i>	4
9	PRY	USA	Ajonjolí	Semilla excepto para siembra	<i>Sesamum indicum</i>	2
10	NED	NED	Fresia	Flor cortada y_o follaje fresco	<i>Freesia alba</i>	3
11	ITA	USA	Castaña	Fruto fresco	<i>Castanea sativa</i>	3
12	IND	IND	Cacahuete	Con o sin cáscara, entero o triturado	<i>Arachis hypogaea</i>	2
13	TZA	USA	Cacao	Tostado	<i>Theobroma cacao</i>	1
14	NED	USA	Cacao	Tostado	<i>Theobroma cacao</i>	1
15	GHA	BEL	Cacao	Tostado	<i>Theobroma cacao</i>	1
16	MYS	USA	Cacao	Tostado	<i>Theobroma cacao</i>	1

Cuadro 3. Matriz de Confusión Multiclase para los datos de entrenamiento, con categorías de riesgo: Categoría 1 (Industrial), Categoría 2 (Semiindustrial), Categoría 3 (Consumo) y Categoría 4 (Simiente).

	Real 1	Real 2	Real 3	Real 4
Predicho 1	93	0	0	0
Predicho 2	4	116	3	1
Predicho 3	3	3	122	4
Predicho 4	28	9	3	123

Cuadro 4. Matriz de Confusión Multiclase para los datos de prueba, con categorías de riesgo: Categoría 1 (Industrial), Categoría 2 (Semi industrial), Categoría 3 (Consumo) y Categoría 4 (Simiente).

	Real 1	Real 2	Real 3	Real 4
Predicho 1	18	0	0	0
Predicho 2	1	29	1	0
Predicho 3	1	2	30	2
Predicho 4	12	1	1	30

casualidad fue menor a $2.2e-16$, lo cual implica que la precisión del modelo fue estadísticamente significativa.

Respecto al conjunto de prueba, las estadísticas de precisión e índice de Kappa fueron 83.59% y 0.78, respectivamente. La probabilidad de que la precisión sea mayor que la tasa de no información por casualidad fue menor a $2.2e-16$, lo cual implica que la precisión del modelo fue estadísticamente significativa.

La Figura 2 muestra que la Categoría 4 (e.g. material vegetal propagativo como plantas y semillas), que es la más riesgosa, es la mejor predicha por el modelo, en tanto que las categorías 1 y 2 son menos afortunadas en su clasificación. Esto implica, que se debe mejorar la clasificación de origen.

Los resultados indican que el modelo tiene un buen rendimiento en la clasificación, con una precisión del 88.67% (para entrenamiento) y 83.59%, para prueba, con una concordancia (Kappa) de 0.85 y 0.78, para entrenamiento y prueba, respectivamente. El uso del modelo de aprendizaje automático SVM, representa una alternativa de apoyo, para identificar muy rápidamente, el tipo de riesgo que puede tener una mercancía, considerando variables categóricas como país de origen, país de procedencia, tipo de mercancía y nombre científico. Cabe destacar, que el modelo puede ser actualizado continuamente, incorporando otras características del producto importado ya sean numéricas y/o no numéricas. Se concluye que esta metodología puede ser de gran utilidad, para disminuir costos y tiempo durante el proceso de inspección de productos de importación que llegan por puertos, aeropuertos y fronteras.

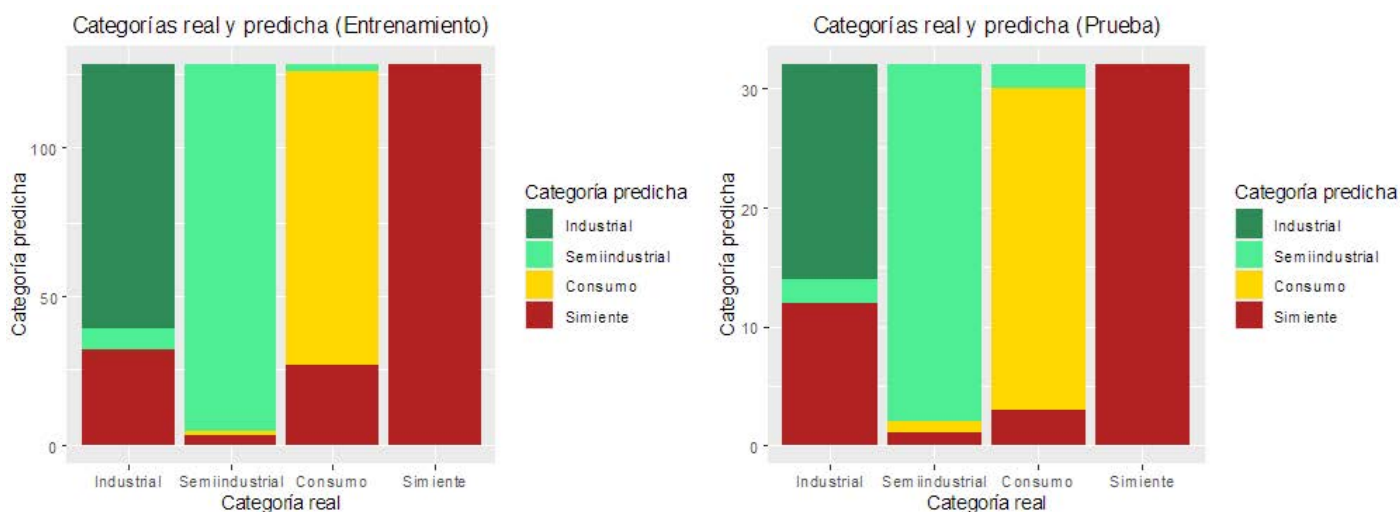






Figura 2. Frecuencias de las Categorías de los productos de importación.

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 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.	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Comercio Capacitación Finanzas Públicas	Número de publicaciones Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Comunidades Agrarias					
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						



El nopal, su cultivo, importancia y problemática en la Región de Milpa Alta

Medina-Ríos, Guadalupe¹; Barranco-Florido, Juan E.²; Rodríguez-Navarro, Silvia³; Marín-Cruz, Víctor H.⁴

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, Maestría en Ciencias Agropecuarias, Xochimilco, Coyoacán, México.

² Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Sistemas Biológicos, Xochimilco.

³ Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Xochimilco, Ciudad de México, México. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México, México.

⁴ Universidad para el Bienestar Benito Juárez García, Plantel Milpa Alta, Av. 5 de mayo s/n, San Bartolomé Xicomulco, Milpa Alta, Ciudad de México, México, C.P. 12250.

* Autor para correspondencia: 2242800953@alumnos.xoc.uam.mx

Problema

El cultivo de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) en Milpa Alta, Ciudad de México, es una actividad fundamental para la economía local y la identidad cultural. Esta especie tiene usos alimenticios, medicinales y comerciales. Su consumo per cápita en México supera los seis kilogramos anuales, y se emplea en platillos típicos, además de productos procesados como harinas, jugos y cosméticos. En la medicina tradicional, se usa para reducir el colesterol, controlar la diabetes y proteger el sistema digestivo. Sin embargo, enfrenta desafíos como la degradación del suelo, escasez de agua. En este contexto, los sistemas de cultivo en terrazas desempeñan un papel clave en la sostenibilidad de la producción, permitiendo conservar el suelo, optimizar el uso del agua y mejorar la eficiencia del cultivo.

El sistema de terrazas consiste en la construcción de plataformas escalonadas en terrenos con pendiente, lo que ayuda a reducir la erosión y a mantener la humedad del suelo. Para garantizar la sostenibilidad del cultivo, se propone mejorar las terrazas agrícolas, optimizar el riego y fomentar el manejo agroecológico del suelo. Esta técnica ha sido utilizada desde la época prehispánica, y es importante en la zona de Milpa Alta, donde las condiciones semiáridas y la falta de agua requieren estrategias que maximicen la retención de humedad y la fertilidad del suelo. La implementación de estas prácticas contribuiría a fortalecer la producción, preservar los recursos naturales y asegurar la continuidad de una actividad que es símbolo de identidad y sustento para miles de familias en la región. Para ello se plantea la construcción de plataformas escalonadas con muros de piedra para prevenir la erosión, la captación de agua de lluvia para su aprovechamiento en el riego, el uso de

Cómo citar: Medina Ríos, G., Barranco-Florido, J. E., Rodríguez-Navarro, S., & Marín-Cruz, V. H. El nopal y su cultivo en la Región de Milpa Alta. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.416>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 73-76.

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



residuos orgánicos para enriquecer el suelo y la diversificación de cultivos con leguminosas para mejorar su fertilidad.

Solución planteada

La comunidad indígena Malacaxtepec, Momoxco, alcaldía de Milpa Alta, ubicada al sureste del Valle de México, se caracteriza por su agricultura tradicional, y zona productora de nopal verdura. El clima es semiárido y suelo con buen drenaje, aunque el nopal se adapta a suelos con variaciones de humedad, temperaturas que varían entre 15 a 30 °C, como prácticas de manejo de suelos se tiene la técnica en terrazas para conservar la humedad.

En esta comunidad a principios de la década de 1940, la población heredó la técnica de Florentino Flores, originario del Barrio de la Concepción, Villa Milpa Alta; en la década de 1950 los productores seleccionan las variedades Milpa Alta y Copena F-1 para dar inicio con el sistema de plantación comercial, que consiste en hileras a una distancia de 1.50 metros entre plantas. Las pencas o cladodios se siembran entre una separación de 30 a 40 centímetros, se dejan crecer en promedio un metro y medio de altura; la densidad es de 15-40 mil plantas ha^{-1} y la producción se incrementa si se aplica suficiente cantidad de abono orgánico (Figura 1).

El auge de la región en la comercialización de nopal verdura comenzó en la década de 1980, por lo que es una actividad fundamental en la economía de diez poblados de la alcaldía Milpa Alta: San Antonio Tecómitl, San Francisco Tecoxpa, San Jerónimo Miacatlán, San Juan Tepenahuac, Santa Ana Tlacotenco, San Agustín Ohtenco, Villa Milpa Alta, San Lorenzo Tlacoyucan, San Pedro Atocpan y San Pablo Oztotepec. En estos poblados hay aproximadamente 8,000 productores, que para el año 2022 cultivaron 4500 hectáreas de nopal, la producción varía de 45 a 60 toneladas anuales por hectárea,



Figura 1. Cladodios comúnmente conocidos como nopal verdura.

con una producción anual de 203,843 toneladas que representan una derrama económica para Milpa Alta de 428.34 millones de pesos anuales. Los pequeños productores comercializan el nopal en el Centro de Acopio de Nopal Verdura ubicado en barrio La Concepción, poblado Villa Milpa Alta, alcaldía Milpa Alta, mercados sobre ruedas de la Ciudad de México, y en los Mercados de la Merced, Central de abastos y Jamaica, en ocasiones existen envíos al norte del país.

Para mejorar el cultivo y producción sostenible de nopal en Milpa Alta, se propone el mejoramiento de sistemas de terrazas, técnicas de irrigación optimizada y estrategias ecológicas de conservación del suelo, y mejorar la eficiencia en el uso del agua, evitar la degradación del terreno y mantener su fertilidad. La construcción de plataformas escalonadas reforzadas con muros de piedra y vegetación ayuda a estabilizar el desgaste del suelo y conservar la humedad evitando que el agua de lluvia escurra y permitiendo que el agua se infiltre en el suelo. El trazado de terrazas con líneas de nivel, siguiendo la pendiente natural del terreno mejora la infiltración del agua y evita deslaves, y la incorporación de material orgánico (composta, estiércol y residuos agrícolas) enriquecen el suelo aumentando su fertilidad. Además, se aprovecha el agua de lluvia por medio de captación en pequeños depósitos de almacenamiento para su posterior riego por medio de sistemas de irrigación, para evitar la evapotranspiración se adiciona la cobertura de residuos de nopal u otra materia orgánica, finalmente se realiza la diversificación de cultivos, intercalando el nopal con leguminosas como frijol o haba para mejorar la estructura del suelo y aportar nitrógeno de manera natural, en conjunto con la aplicación de biofertilizante.

En el control de plagas se utiliza los preparados naturales, este tipo de estrategias se están realizando en el poblado de San Lorenzo Tlacoyucan, alcaldía Milpa Alta, en 22 parcelas, de las cuales tres se instalaron con nopal verdura y tomate bajo riego, y cubiertas de plástico; a cielo abierto cinco de nopal y brócoli, 14 de nopal y lechuga; todas sin uso de



Figura 2. Técnica agrícola denominada terrazas, permite el cultivo de nopal en terrenos con inclinaciones elevadas, poblado Villa Milpa Alta, comunidad indígena de Milpa Alta, Ciudad de México.







agroquímicos. Bajo este manejo la producción de tomate fue de 570 a 912 kg en áreas de 300 a 600 m² con un ingreso de \$492.8 a \$760.5 dólares, mientras que la producción de nopalitos fue de 22.0 toneladas en la misma superficie con un ingreso de \$306.8 dólares.

En brócoli se produjeron inflorescencias de 500 a 833 g y una producción de 250 a 441.5 kg con ingresos de \$102.2 a \$ 295.5 dólares. De lechuga se produjeron piezas de 500 a 967 gramos y una producción de 567 a 1,700 kg e ingresos de \$ 302.7 a \$818.1 dólares por parcela. De esta forma y diversificando los cultivos, se puede conservar y reforzar la tradición agrícola de Milpa Alta, con un enfoque sustentable, permitiendo continuar con el cultivo del nopal para las futuras generaciones.

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	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental	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
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	Productores independientes Comunidades Agrarias	Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				
A través de experiencias	Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores						

Sistema de producción de cultivos diversificados una estrategia para la seguridad alimentaria

González-Medina, Emmanuel Eduardo¹; Peredo-Rivera, Ernesto¹; Carrillo-González, Rogelio²; Soto-Estrada, Alejandra³; Zuñiga-Estrada, Lamberto⁴; Torres-Aquino, Margarita^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Salinas de Hidalgo, S.L.P., México. C.P. 78620.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

³ Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, C.P. 91690.

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Las Huastecas Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas, México C.P. 89610.

* Autor para correspondencia: maquino@colpos.mx

Problema

Los sistemas agrícolas convencionales, basados en el uso de tecnología agrícola no amigable con el ambiente como el uso excesivo de plaguicidas, fertilizantes y la mecanización (labranza) han afectado las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo anterior pone en riesgo su fertilidad y consecuentemente su degradación, además de mayores costos de producción.

A partir de la década de 1950 hubo un fuerte desarrollo agrícola e industrial, así como un alto crecimiento demográfico (2,500 millones de habitantes en 1959 a 6,060 millones en el año 2000), lo que conllevó a requerir más servicios como una mayor demanda del agua y de producción de alimentos, que aceleró la degradación de suelos, a un nivel preocupante para finales del siglo XX.

Bajo estas circunstancias durante el siglo XXI, México deberá enfrentar problemas que involucran: incremento poblacional, cambio climático, inseguridad alimentaria y recursos naturales degradados. Históricamente, la conservación del recurso edáfico se ha centrado en prácticas que previenen la erosión eólica e hídrica. Por lo que, una perspectiva más amplia de la conservación del suelo, deberá incluir o considerar prácticas agroecológicas más adecuadas contemplando las categorías vegetativas: diversificación de cultivos (cultivos asociados, rotación de cultivos); de conservación (labranza reducida o mínima); agronómicas (fertilización organomineral, fertirrigación) para restaurar la fertilidad física, química y biológica del suelo y mejorar su productividad de los suelos.

Cómo citar: González-Medina, E. E., Peredo Rivera, E., Carillo-González, R., Soto-Estrada, A., Zuñiga-Estrada, L., & Torres-Aquino, M. Sistema de producción de cultivos diversificados una estrategia para la seguridad alimentaria. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.436>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero. 2025. pp: 77-81.

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



Un ejemplo de ello, son los suelos degradados en el municipio de Salinas de Hidalgo, en San Luis Potosí, donde el suelo presenta baja concentración de nutrientes esenciales como el fósforo, nitrógeno y potasio, además, presenta un pH alcalino y una conductividad moderada, lo cual agrava la problemática ambiental y dificulta la producción de alimentos.

Solución Planteada

Diversos estudios han demostrado que la diversificación de cultivos, en comparación con los sistemas agrícolas simplificados (monocultivo), favorece y estabiliza los servicios ecosistémicos, como el suministro de alimentos, la regulación del ciclo de nutrientes y agua, el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo, la polinización y el control de plagas y enfermedades. Estos beneficios se logran dentro de los límites socioeconómicos viables, como ingresos garantizados y condiciones de trabajo adecuadas. Las prácticas agroecológicas, enfocadas en la diversificación de cultivos, proporcionan tanto beneficios directos como secundarios para proteger y mejorar la salud del suelo.

En este contexto, se implementó un módulo de producción agrícola en colaboración con un productor, en una superficie útil de 572.5 m². Se realizó la preparación del terreno y la fertilización de fondo con 5 t ha⁻¹ de estiércol seco, junto con 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O. Para distribuir el agua de manera uniforme, se instaló un sistema de riego por goteo por gravedad, dividido en dos secciones independientes en circuito cerrado.

A continuación, se trasplantaron plantas de cempasúchil y dos franjas florales de lavanda en los laterales del módulo. Estas plantas se eligieron para atraer polinizadores y crear una barrera biológica. Se sembraron, maíz (una variedad criolla y dos híbridos), frijol, calabacita, cilantro, pasto Sudán y girasol. Con el objetivo de reducir los daños por plagas, se utilizaron extractos vegetales semanalmente y se colocaron trampas con feromonas para monitorear la presencia de gusano cogollero y soldado. Cabe destacar que, como resultado de estas actividades, se generaron dos empleos temporales, lo que significó un beneficio económico para dos productores. La producción de maíz forrajero y flores de cempasúchil, cosechadas a finales de octubre, representa una alternativa de producción para los agricultores de la región. La calabacita, el ejote, el pasto Sudán y el cilantro fueron destinados al autoconsumo, y el excedente de la cosecha fue comercializado en restaurantes y adquirido por habitantes de Salinas de Hidalgo, S.L.P. La flor de cempasúchil fue donada al concurso de altares de muertos, organizado por estudiantes, personal académico y administrativo del Campus San Luis Potosí.

Este enfoque agroecológico no solo favorece la diversificación y la sostenibilidad del sistema agrícola, sino que también contribuye a la mejora de la biodiversidad y la resiliencia ante cambio climático y de mercado. La implementación de estos sistemas ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo de los pequeños y medianos productores, mientras se promueve la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales.

Beneficios de la diversificación de cultivos

La diversificación de cultivos como es el caso específico de la unidad familiar que se muestra en las fotografías u otras experiencias representa una estrategia prometedora

hacia un sistema de producción más sustentable y adaptado al cambio climático; al mismo tiempo coadyuva a una producción diversificada de alimentos y dietas más sanas que contribuyen a reducir el hambre oculta y a fortalecer la seguridad alimentaria de la población rural. También permite disponer de forraje durante todo el año, con el fin de asegurar la alimentación del hato de ganado familiar durante la época de estiaje (marzo-junio) y producción de proteína animal. Al respecto, se ha mencionado que una mayor diversidad de especies cultivadas conduce a una mayor estabilidad en la producción de alimentos y a una dieta más diversificada para los productores. Al mismo tiempo se mitiga en impacto en el ecosistema y la biodiversidad.



Figura 1. Visita de participantes Recorrido de campo 1 “Experiencias agroecológicas en el altiplano potosino” en el marco del tercer Congreso Mexicano de Agroecología al módulo de cultivos diversificados, en el potrero “El Cono”, Salinas, San Luis Potosí. Fotografía: Emmanuel E. González-Medina.



Figura 2. Panorámica del módulo de producción de cultivos diversificados (calabacita, pasto Sudán, cilantro, flor de cempasúchil, frijol, girasol y maíz forrajero), en el potrero “El Cono”, Salinas, San Luis Potosí. Fotografía: Emmanuel E. González-Medina.



Figura 3. Cosecha de productos (calabacita, ejote y cilantro) y franjas florales de lavanda, en el potrero “El Cono”, Salinas, San Luis Potosí. Fotografía: Emmanuel E. González-Medina.



Figura 4. Cosecha de flor de compasúchil, potrero “El Cono”, Salinas, San Luis Potosí. Fotografía: Emmanuel E. González-Medina.

Retribución social







Esta estrategia ha sido divulgada a productores, estudiantes y académicos de diversas instituciones relacionadas con el sector agrícola, con la finalidad de replicar su implementación.

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 Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental	Competitividad Recursos Humanos Comercio Generación de empleos Capacitación	Número de publicaciones 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						
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						
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						



Sistema agroforestal de mango (*Mangifera indica*) en alta densidad de plantación en pequeña escala

Pérez-Luna, Xavier Alejandro¹; Cañas-Ramos, Eddy Rodolfo¹; Bautista-Ortega, Jaime^{1*}; Sabido-Cervera, Inssy Yared¹; Fraire-Cordero, Silvia²; Huicab-Pech, Zulema³

¹ Colegio de Postgraduados Posgrado Maestría en Ciencias en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico. Sihochac, Champotón, Campeche, México. C.P. 24450.

² Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías CONAHCYT, Programa Posdoctorales. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. CIATEJ. Subsele SURESTE.

³ Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Investigador por México Conahcyt, Champotón, Campeche, México.

* Autor para correspondencia: jbautista@colpos.mx

Problema

El cultivo del mango en Campeche tiene un gran potencial, sin embargo, enfrenta desafíos significativos que requieren atención prioritaria para mejorar la productividad y rentabilidad. En el estado, se cultivan las variedades Tommy Atkins, Manila y Criollo, principalmente, con densidades que oscilan entre 69 y 278 árboles por hectárea. A pesar de los beneficios de adoptar altas densidades (*e.g.* 3,333 plantas/Ha) (Cuadro 1), los productores muestran resistencia a esta práctica ya que consideran que el crecimiento vigoroso de los árboles en el clima y suelo no favorecen a este sistema productivo. La densidad de 100 plantas por hectárea (10 m×10 m), es la más usada por los productores de la región sureste; sin embargo, debido a la altura que alcanzan los árboles, las partes superiores queda fuera del alcance para la cosecha, desperdiciando gran parte de la producción. Alternativamente, se puede optar por las podas de formación y manejo para controlar la altura de los árboles, lo que facilitaría el acceso a la cosecha. Densidades de 5.5 m×5.5 m se ha utilizado en Campeche y permite podar los árboles a una altura de 2 metros, facilitando las labores culturales, esto permite tener un árbol de copa redonda, que favorece el crecimiento uniforme del cultivo. El espacio entre calles puede ser aprovechado para la siembra de pasto palatable para el ganado, integrando un sistema silvopastoril. El Cuadro 1 ilustra la versatilidad en la distribución espacial de árboles de mango, presentando cinco densidades de siembra que van desde sistemas de baja densidad hasta plantaciones de alta densidad.

Cómo citar: Bautista-Ortega, J., Pérez Luna, X. A., Cañas Ramos, E. R., Sabido Cervera, I. Y., Fraire-Cordero, S., & Huicab-Pech, Z. G. Sistema agroforestal de mango (*Mangifera indica*) en alta densidad de plantación en pequeña escala. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.437>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero. 2025. pp: 83-87.

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



Cuadro 1. Distribución topológica de diferentes densidades de siembra para el cultivo de *Mangifera indica* L.

Densidad de siembra (Plantas/hectárea)	Espaciamiento entre plantas (m)	Espaciamiento entre calles (m)	Características
3,300	1.5	3	Alta densidad; requiere una alta inversión y mano de obra, un manejo preciso debido a un mayor riesgo de enfermedades, plagas y deficiencias nutrimentales.
660	1.5	10	Alta densidad; requiere un manejo intensivo y tecnológicas específicas.
333	3	10	Densidad intermedia; ofrece un equilibrio entre producción y manejo.
278	5.5	5.5	Densidad intermedia; permite un desarrollo óptimo de plantas y facilita labores de cultivo.
69	12	12	Baja densidad; Sistema tradicional en las huertas, puede limitar la producción.

La falta de aceptación y conocimiento sobre las ventajas de estas técnicas limita la inversión en infraestructura y tecnología. Muchos productores no aplican procesos de calidad ni conocen las mejores prácticas agrícolas, lo que dificulta su competitividad en el mercado, por lo que es una oportunidad de mejora.

Solución planteada

Una solución propuesta es implementar un sistema de plantación con un espaciado de 1.5 metros entre árboles y 10 m entre calles, con aproximadamente 660 plantas por hectárea. Este diseño permite maximizar la producción y optimizar el uso del espacio en las huertas (Figura 1). Alternativamente, se sugiere un sistema con 333 plantas por hectárea, manteniendo 3 metros entre árboles y 10 metros entre calles.

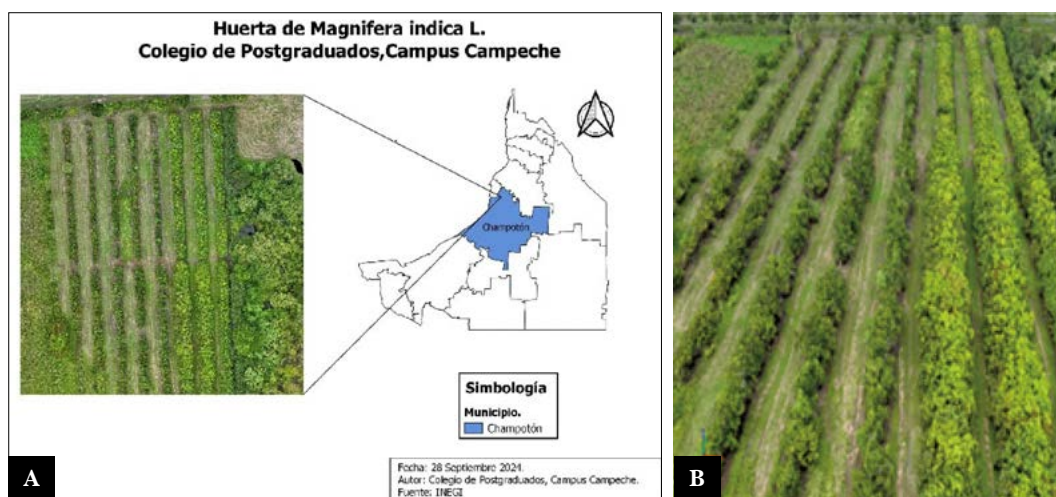


Figura 1. A) Ubicación geográfica de la parcela demostrativa en el municipio de Champotón, Campeche. B) Vista aérea de la parcela demostrativa del Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, establecida en una densidad de siembra de 666 árboles por hectárea de *Mangifera indica* L.

Si bien distintas densidades de siembra permiten la integración de sistemas agrosilvo-pastoril y agroforestales, con 333 plantas por hectárea, se podría incluir ganado bovino para enriquecer el suelo y diversificar ingresos. Plantaciones de árbol ramón (*Brosimum ali-castrum*), mango (*Mangifera indica* L.), aguacate (*Persea americana*) se han usado de manera exitosa en Campeche.

En el caso de 660 plantas por hectárea, también se podría considerar la inclusión de aves de corral para el manejo de plagas. Esto es relevante pues la mosca de la fruta al reproducirse deposita sus huevos en frutas maduras y en proceso de descomposición; al eliminar las larvas, se disminuye la cantidad de moscas adultas que emergerán. Además, en el caso de las gallinas, estas se alimentan de otros insectos, lo que a su vez reduce la presión de la plaga en el cultivo, contribuyendo a un manejo integrado de plagas y representando un ahorro en los costos de alimentación de los animales. Es importante asegurarse de lo siguiente: 1) que los animales tengan acceso limitado para evitar que dañen los árboles; 2) que haya rotación en el pastoreo; 3) dividir el huerto en secciones; 4) hacer uso de guías para dirigir al ganado, y ubicar los comederos y bebederos en áreas alejadas de los árboles, para evitar focos de contaminación y lesiones en los frutales.

Intercalar con los árboles de mango, especies como leguminosas y hortalizas, no solo mejora la salud del suelo, sino que también ofrece ingresos adicionales a corto plazo. Entre las leguminosas se encuentra el frijol y entre las hortalizas el chile habanero y tomate. Las estrategias de manejo, como la selección de variedades y la implementación de rotación de cultivos, son esenciales para mantener la salud del suelo y así maximizar la producción.

El sector privado puede tener una inversión ligeramente superior, los rendimientos y ganancias en este sector son significativamente más altos. Esto resalta la importancia de adoptar prácticas adecuadas y acceder a mejores recursos para optimizar la producción de mango, tanto en el sector privado como en el social (Figura 2).

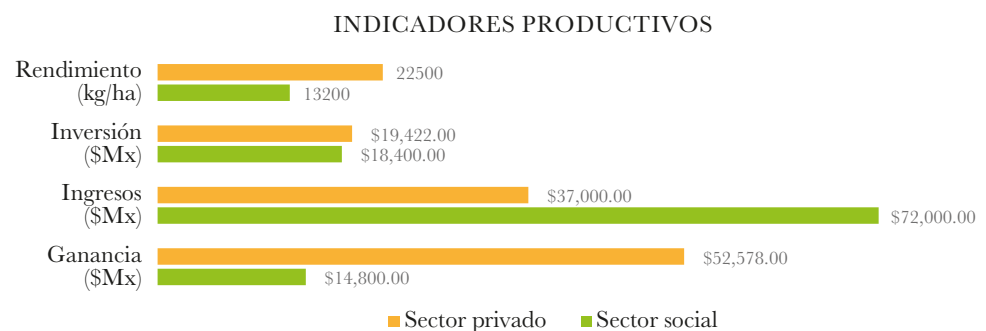


Figura 2. Costos de producción en pesos mexicanos (MX \$) en plantaciones de mango en diferentes sectores de Campeche.

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 Comunidades Agrarias	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	Competitividad Recursos Humanos Comercio Generación de empleos Capacitación	Número de publicaciones 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						
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						
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						



Compuestos Volátiles en Flores y Hojas de Aguacate

Martínez, Elizabeth¹; Guillén-Andrade, Héctor¹; Escalera-Ordaz, Ana K.¹; Espinosa-García, Francisco J.²; García-Rodríguez, Yolanda M.²; Ariza-Flores, Rafael³; Ponce-Saavedra, Javier¹; Apáez-Barrios, Patricio¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México, C.P. 60170.

² Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Morelia, Michoacán, México, C.P. 58089.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Regional del Pacífico Sur, Oaxaca, México, C.P. 68200.

* Autor para correspondencia: hector.guillen@umich.mx

Problema

En *Persea americana* se han identificado alrededor de 362 metabolitos secundarios (MS) con actividad antialimentaria, insecticida y fungicida, entre otras. El conocimiento de su presencia y diversidad en el aguacate es de suma importancia ya que estos compuestos son esenciales para la sustentabilidad del cultivo. La diversidad de MS como un mecanismo de resistencia a factores bióticos y abióticos podría mejorar la productividad del aguacate, ya que muchos de los compuestos identificados se ha reportado que tienen actividad biológica atrayentes de polinizadores, insecticidas, antialimentarios y nematocidas, entre otras.

Solución Planteada

El conocimiento de la riqueza de MS presentes en el aguacate puede ser parte de una estrategia para la selección y aprovechamiento de variedades potenciales y alternativas con ventajas comparativas a la variedad Hass. En plantas del género *Persea* se han detectado diversos compuestos, principalmente en hoja, que pueden tener la propiedad de atraer insectos: polinizadores, dispersores de semillas y de enemigos naturales, así como con efectos repelentes, fungicidas e insecticidas. Además, se ha sugerido que estos compuestos podrían influir en la capacidad de establecer interacciones con otras plantas.

De acuerdo con lo anterior, en el presente estudio se planteó analizar, mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GM-MS), el contenido de MS presentes en hoja y flor de cada uno de los 15 genotipos tipo Hass, cuyos ejemplares presentan

Cómo citar: Martínez, E., Guillén Andrade, H., Escalera Ordaz, A. K., Espinosa García, F. J., García Rodríguez, Y. M., Ariza Flores, R., Ponce Saavedra, J., & Apáez Barrios, P. Compuestos Volátiles en Flores y Hojas de Aguacate. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.439>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

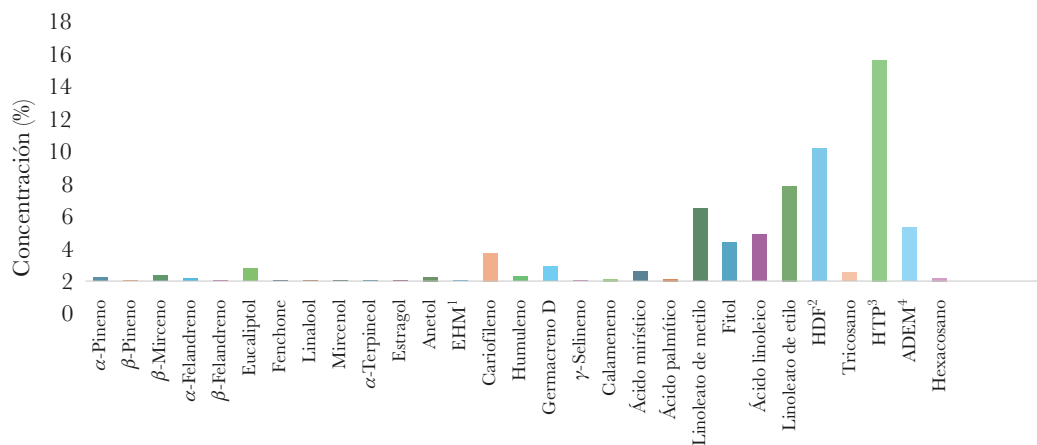
Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 87-90.

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



algunas características distintivas: porte bajo, precocidad y/o alta productividad. Todos los materiales se encuentran establecidos en el banco de germoplasma de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” de Uruapan, Michoacán.

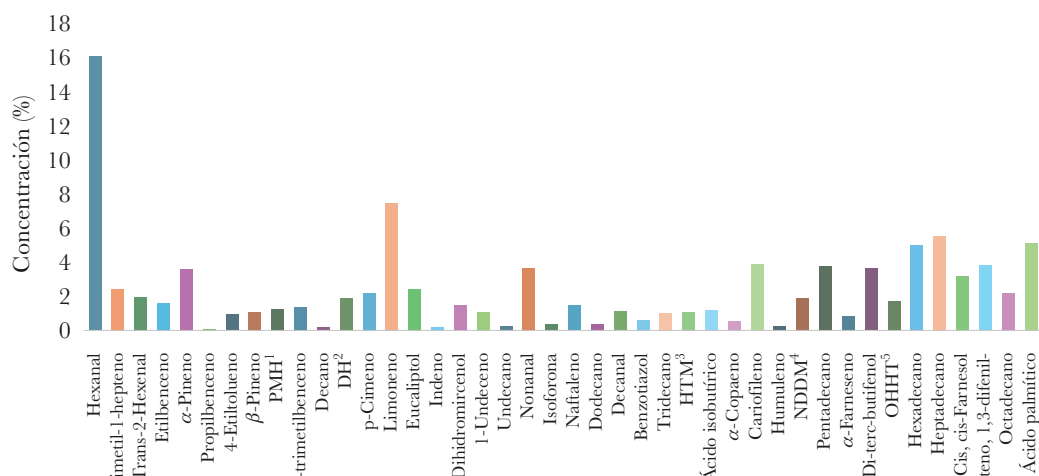
Los resultados obtenidos mostraron una alta diversidad de compuestos volátiles. Un total de 71 MS fueron identificados; 29 en hoja (Figura 1) y, 42 en flor (Figura 2). Las diferencias observadas en el perfil fitoquímico probablemente se atribuyan más al factor



Metabolitos secundarios

¹EHM=2-Etil-3-hidroxihexil 2-metilpropanoato, ²HDF=2-[(8Z,11Z)-Heptadeca-8,11-dienil]furan, ³HTP=2-(7-Heptadecinyloxy)tetrahydro-2H-pyran, ADEM=Ácido 6,9,12,15-docosatetraenoico, éster metílico

Figura 1. Metabolitos secundarios identificados en tejido foliar de los 15 genotipos de aguacate tipo Hass.



Metabolitos secundarios

¹PMH=2,2,4,4,6,6-pentametilheptano, ²DH=2,4-Dimetil-1-heptanol, ³HTM=(1-hidroxi-2,4,4-trimetilpentan-3-il) 2-metilpropanoato, ⁴NDDM=Naftaleno, decahidro-1,4a-dimetil-7-(1-metiletlenil)-, ⁵OHHT=7-oxabicyclo[4.1.0]heptan-3-ol, 6-(3-hidroxi-1-butenil)-1,5,5-trimetil-

Figura 2. Metabolitos secundarios identificados en tejido floral de los 15 genotipos de aguacate tipo Hass.

genético, y no tanto al ambiental, debido a que los árboles se encuentran establecidos bajo las mismas condiciones de cultivo.

De los compuestos identificados, los terpenos constituyen el grupo predominante: en hoja representó más del 50% del total, mientras que en flor fue de aproximadamente el 28% (Figura 3). Estos MS son responsables del aroma y sabor de las plantas, además, desempeñan un papel importante en la defensa y su interacción con el ambiente. Por otro lado, los monoterpenos se han reportado con actividad antialimentaria, lo que sugiere una posible relación entre su presencia y la resistencia y/o susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Al grupo de los alcanos, se les atribuyen funciones defensivas, responsables del sabor amargo en algunas plantas. En la flor del aguacate fueron identificados 12 alcanos que representan el 28% del total de los compuestos; en contraste con la hoja, donde solo se presentaron dos MS de este grupo. Dada la limitada información existente sobre los MS en flor de aguacate, los resultados obtenidos aportan información valiosa sobre la diversidad química floral de este frutal.

Las hojas y las flores presentaron perfiles químicos distintos, lo que puede atribuirse a las diferentes funciones que cada uno de estos órganos desempeña en la planta. Esta variabilidad en la composición de MS proporciona información valiosa que podría ayudar a comprender los mecanismos de defensa del aguacate y de su interacción con el entorno.

El estudio de los MS presentes en el aguacate es de gran relevancia debido a su potencial de aplicación en diversas industrias, como la farmacéutica, alimentaria y cosmética. En el sector agrícola, algunos de estos compuestos son utilizados como promotores de crecimiento y en la elaboración de plaguicidas. La versatilidad y utilidad de los MS convierten su análisis en nuevas oportunidades de investigación, no solo en el aguacate, sino también en otros cultivos.

Aun cuando los resultados de esta investigación representan un avance significativo para comprender la diversidad fitoquímica del aguacate, se requieren estudios más profundos para establecer la relación entre los perfiles fitoquímicos identificados y su resistencia y/o susceptibilidad a factores bióticos y abióticos. Algunos de los genotipos analizados contrastan con el tipo y concentración de MS identificados en la variedad Hass, esta información

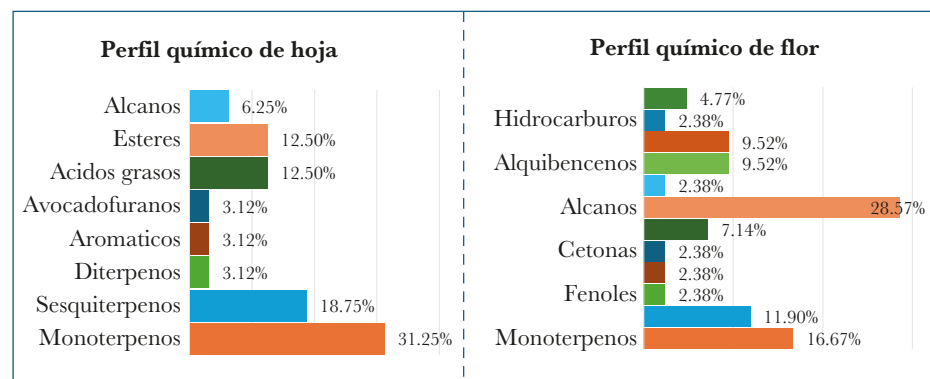


Figura 3. Perfil químico de hoja y flor de los 15 genotipos de aguacate tipo Hass.

no se incluye en el presente artículo. El mayor conocimiento del tipo y concentración de MS en tejidos de distintos órganos del aguacate permitirá explorar la utilidad y potencial de estos compuestos en la productividad del aguacate y de su uso en distintas industrias.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Innovación sostenible	Identificación de metabolitos secundarios presentes en distintos órganos del aguacate y potencial uso en el manejo sostenible y sustentable del cultivo.	Comunidad científica, académica y asociaciones de productores	Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) Primario Secundario	Científico Ambiental Social	Ciencia y Tecnología Responsabilidad Ambiental Educación	Genotipos tipo Hass con potencial como variedades comerciales Formación de Recursos Humanos	Aplicación de técnicas y conocimientos científicos y tecnológicos para el desarrollo social y económico Formación de estudiantes Tesis de Licenciatura (1), de Maestría (1) y de Doctorado (1) Difusión de información generada Desarrollo de productos y servicios para la sociedad
Innovación frugal	Estrategia para la selección y aprovechamiento de genotipos con ventajas comparativas a la variedad Hass.						



Transición agroecológica de sistemas de producción de leche

Plata-Reyes, Dalia A.^{1*}; López-Rojas, Eliot, G.¹; Pizarro-Paz, Dante M.^{2,3}; Martínez-García Carlos, G.¹; Wattiaux, Michel A.³; Arriaga-Jordán, Carlos M.^{1*}

¹ Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo Piedras Blancas, C.P. 50090 Toluca, Estado de México, México.

² Department of Plant and Agroecosystem Sciences, University of Wisconsin, Madison, USA.

³ Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin-Madison, USA.

* Autor para correspondencia: cmarriagaj@uaemex.mx

Problema

En la actualidad los sistemas de producción a nivel mundial enfrentan grandes problemáticas de índole, ambiental, social y económico derivado de la mecanización de la agricultura y la subsecuente pérdida de prácticas agroecológicas. Al respecto, la agroecología que surge como un movimiento social y una ciencia se ha convertido en una alternativa para dar respuesta a estas problemáticas a partir de la adopción de estrategias y prácticas tendientes al manejo racional de los recursos de tierra, trabajo y capital humano y económico de los sistemas de producción. Al estudiar y comprender de manera sistemática, multidimensional, integral y sobre todo transdisciplinaria los elementos del contexto y las prácticas de producción es posible identificar, generar y proponer estrategias de producción respetuosas con el medio ambiente. En México, los resultados de los estudios respecto a la evaluación de la sostenibilidad se encuentran fragmentados debido a las escalas heterogéneas en función de sus indicadores, índices y plazos. Además, aún no se cuenta con información sobre la evaluación del desempeño agroecológico en los sistemas de producción de leche en pequeña escala basados en la metodología TAPE (Tool for Agroecology Performance Evaluation); por lo cual, es un enfoque nuevo e innovador que permite contextualizar el desempeño agroecológico de los sistemas de producción en nuestro país.

Cómo citar: Plata Reyes, D. A., López-Rojas, E. G., Pizarro-Paz, D. M., Martínez-García, C. G., Wattiaux, M. A., & Arriaga-Jordán, C. M. Transición agroecológica de sistemas de producción de leche. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.442>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 91-93.

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

Solución planteada

Se realizó la evaluación del desempeño agroecológico en sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) en dos regiones. La región Noroeste (Aculco) con ganado bovino cruza Holstein (Figura 1) y Suroeste (Temascaltepec) con ganado bovino de doble propósito del Estado de México (Figura 2) durante el verano de 2024, mediante el desarrollo



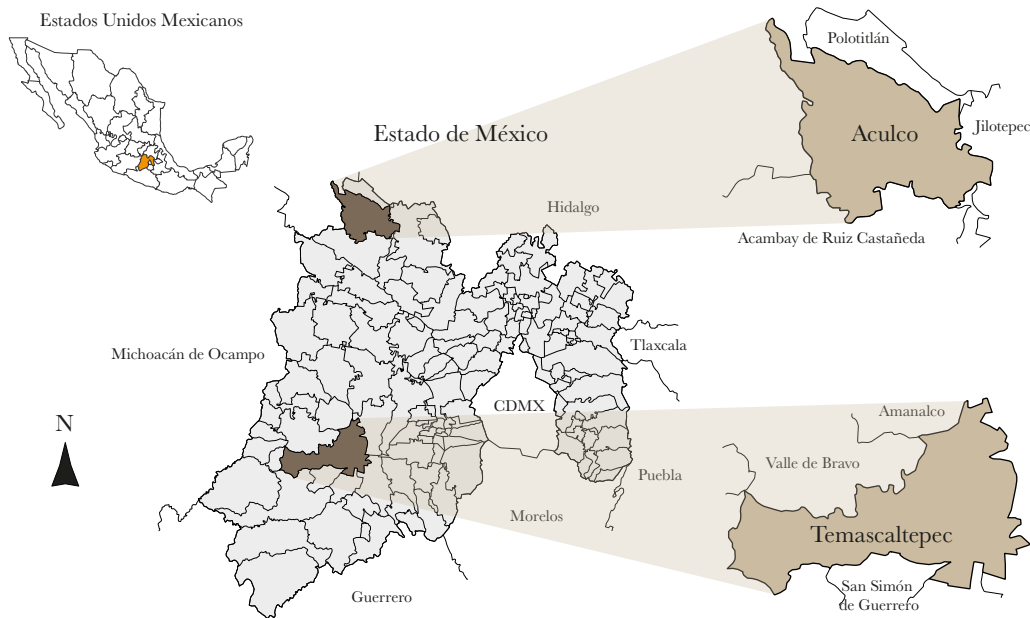


Figura 1. Localización de Aculco y Temascaltepec

de la herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE por sus siglas en inglés: *Tool for Agroecology Performance Evaluation*) a través de cuatro Pasos a partir de una serie de preguntas que se realizan cara a cara con productores.

La herramienta TAPE se encuentra disponible en línea (Figura 3) consta de un cuestionario que se realiza en campo. Donde se evalúan 10 elementos agroecológicos y 10 criterios de desempeño A la luz de los ODS. La herramienta TAPE, puede ser utilizada por las instituciones de investigación y por los productores de leche con la finalidad de identificar y proponer prácticas agroecológicas en función de su contexto enfocadas hacia la producción, la transformación, la distribución y el consumo. Además, durante la evaluación del desempeño agroecológico se consideran aspectos como; políticas públicas, alimentarias y la importancia de grupos sociales como las mujeres y los jóvenes a nivel



Figura 2. Características del ganado bovino en las regiones de: A) Aculco y B): Temascaltepec. (Fotografías cortesía: Michel Wattiaux).

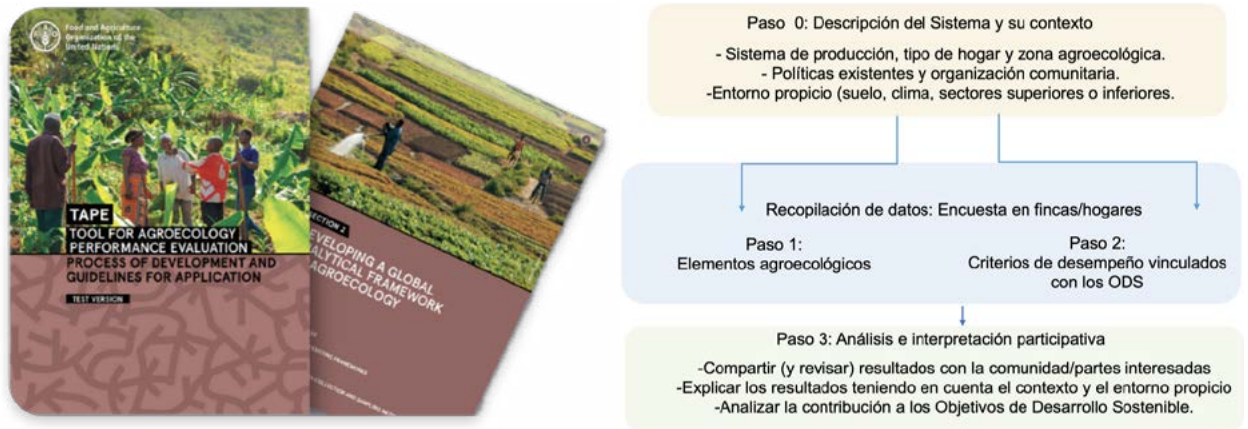


Figura 3. Instrumento para la evaluación del desempeño agroecológico. A: Herramienta TAPE e instructivo disponible en línea: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals-helpdesk/champion/article-detail/tool-for-agroecology-performance-evaluation-%28tape%29/es>. B: Pasos para el desarrollo de la herramienta TAPE.

local. Con la finalidad de promover sistemas alimentarios sostenibles, a partir del enfoque agroecológico y permitir la coexistencia de diversas unidades de producción y sistemas enfocados a una producción agropecuaria hacia tecnologías de menor huella ambiental y canales de comercialización de valor agregado al lograr el uso racional de los recursos disponibles.







Retribución social

Refiere la transferencia de conocimiento a partir de los resultados de la evaluación del desempeño agroecológico en los sistemas de producción de leche mediante la difusión de infografías a través de medios digitales en este caso, específicamente del teléfono móvil (mensajes de WhatsApp), con el objetivo de presentar los resultados y proponer alternativas para la adopción de prácticas agroecológicas.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	A partir de los resultados de la evaluación del desempeño agroecológico se busca contribuir con la sostenibilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala a partir de identificar, generar y proponer prácticas agroecológicas en función del contexto de los sistemas producción.	Infografías respecto a la agroecología, herramienta TAPE y elementos agroecológicos a productores independientes. Población en particular.	Primario: Agricultura, Ganadería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Comercio Generación de empleos Capacitación	Tres tesis de licenciatura. Seis ponencias en congresos nacionales e internacionales Transferencia a productores

El árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz): Un aliado en la soberanía alimentaria y la adaptación al cambio climático en México

Castañeda-Alonso, Sandra A.¹ ; Santiago-Santes, Orlando V.¹ ; García-García, Guillermo² ; Sosa-González, Wadi E.³ ; Bautista-Ortega, Jaime¹ ; Santillán-Fernández, Alberto^{4*} 

¹ BIOSAT. Colegio de Postgraduados campus Campeche. Champotón, Campeche, México. C.P. 24450.

² Ingeniería en Sistemas Computacionales. Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza. Venustiano Carranza, Puebla, México. C.P. 73049.

³ Posdoctorado SECIHTI. Colegio de Postgraduados campus Campeche. Champotón, Campeche, México. C.P. 24450.

⁴ IxM SECIHTI. Colegio de Postgraduados campus Campeche. Champotón, Campeche, México. C.P. 24450.

* Autor para correspondencia: santillan.alberto@colpos.mx

Problema

Por su situación geográfica, condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, México se encuentra en una de las zonas más vulnerables del mundo al cambio climático. La política agrícola nacional ha adoptado medidas para mitigar y/o adaptar sus daños, dentro de las cuales la producción sustentable de alimentos ha tomado especial relevancia. Sin embargo, estas medidas se han centrado en los cultivos agrícolas de ciclos cortos, dejando de lado la producción de alimentos de especies perennes forestales como el *Brosimum alicastrum* Swartz (árbol Ramón) que se presenta como un recurso local con potencial para la soberanía alimentaria y adaptación al cambio climático (Figura 1). En virtud de ello el objetivo de este trabajo es revalorizar la producción de alimentos de origen forestal mediante el concepto de bosques comestibles de especies locales.

Cómo citar: Castañeda Alonso, S. S., Santiago Santes, O. V., García García, G., Sosa González, W. E., Bautista-Ortega, J., & Santillán-Fernández, A. El árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz): Un aliado en la soberanía alimentaria y la adaptación al cambio climático en México. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.444>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 95-101.

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



Figura 1. *Brosimum alicastrum* Swartz un recurso local para contribuir a la soberanía alimentaria (hojas y frutos) y la adaptación al cambio climático en México.



Solución planteada

Brosimum alicastrum Swartz es una especie arbórea con amplia distribución en México (Figura 2), conocida en el norte del país como capomo, en el centro como ojite, ojuche u ojoche, y en el sureste como nogal Maya, Ramón u Oxx (vocablo Maya). Su valor comercial se ha incrementado debido a sus bondades en la alimentación animal y humana, sus propiedades medicinales y servicios ecosistémicos. Sin embargo, en la actualidad, se distribuye de manera natural con incipiente manejo silvícola, en selvas subcaducifolias o subperennifolias de climas cálidos y tropicales, con altitudes desde los 20 a 1600 msnm, temperatura media anual superior a los 23 °C, precipitaciones anuales de 600 a 1500 mm, y en suelos someros y pedregosos de buen drenaje, con pH de 6.8 a 8.2.

El árbol produce una fruta que contiene una semilla conocida como nuez Maya, fue utilizada por la cultura Maya en la preparación de tortillas, cuando la producción de maíz era escasa. Su valor nutricional (Cuadro 1) es similar al de maíz y trigo, sin embargo, a diferencia de estos cultivos, el árbol Ramón crece de manera silvestre y sus usos se han limitado por ser una especie asociada a la pobreza. No obstante, ofrece una amplia gama de productos y subproductos para la alimentación humana y animal, así como una especie forestal con amplio potencial para la regeneración de ecosistemas degradados y resiliente al cambio climático. Por ejemplo, de la semilla se obtiene harina y sustituto de café, y de la hoja té y forraje (Figura 3).

En la Península de Yucatán, el uso de sus hojas y frutos en la alimentación de ganado, y el hecho de que la cultura Maya lo haya utilizado en época de hambruna, han provocado

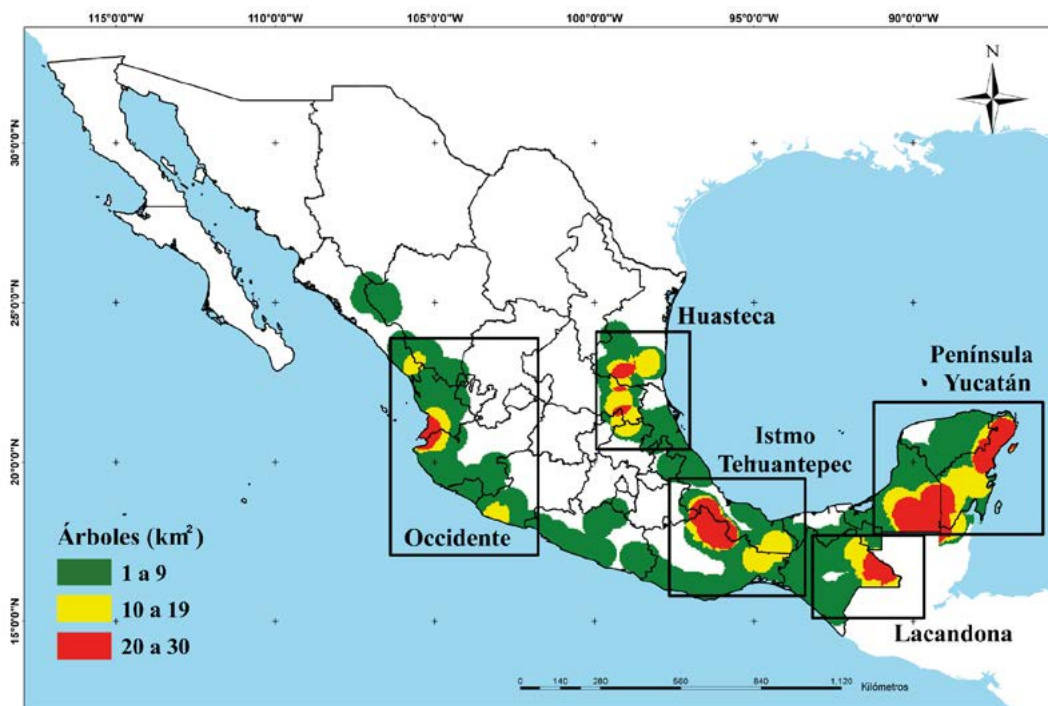





Figura 2. Regiones de distribución de abundancia de *Brosimum alicastrum* Swartz en México.

Cuadro 1. Composición nutricional de semilla y pericarpio de tres variantes en el color del fruto de *Brosimum alicastrum*.

Fruto		Composición proximal (%)				
Color	Parte	Humedad	Ceniza	Gras	Proteína	Carbohidratos
	Semilla	4.35	1.49	1.22	11.84	77.74
	Pericarpio	4.56	2.95	22.34	8.68	54.72
	Semilla	4.48	1.49	1.49	11.45	77.59
	Pericarpio	6.86	2.87	23.66	8.52	45.06
	Semilla	4.93	3.63	1.57	13.7	71.77
	Pericarpio	12.9	5.19	1.15	13.16	58.16

Datos obtenidos mediante análisis proximales por el grupo de investigación de la especie en el Colegio de Postgraduados campus Campeche.



Figura 3. Usos documentados de *Brosimum alicastrum* en México.

que la especie sea catalogada como una especie forrajera, lo que ha limitado su uso como recurso natural comestible humano, restándole valor y mayor aceptación en la dieta alimenticia. Sin embargo, en la actualidad a pesar de que, en sus zonas de distribución natural, no es apreciada, si existe un interés por recopilar el conocimiento popular de su uso para promover su cultivo y la difusión de sus propiedades nutraceuticas.

Dentro de las fortalezas de *Brosimum alicastrum* Swartz destacan su adaptación a la sequía, su alto contenido nutricional, que es libre de gluten, y su versatilidad para transformarse en productos para consumo humano y pecuario (alimento y bebidas) (Figura 4).



Figura 4. Principales áreas donde *Brosimum alicastrum* Swartz contribuye a la soberanía alimentaria y la adaptación al cambio climático en México.

Además, el árbol Ramón al ser una especie perenne, contribuye a la captura de carbono y ayuda a reducir los efectos del cambio climático. Se ha documentado que, bajo condiciones extremas de altas temperaturas (superiores a 36 °C), presenta una mayor absorción de carbono con menor pérdida de agua, lo que le permite mantener un incremento en su biomasa, cuando para otras especies resultaría estresante.

Sin embargo, a pesar de la importancia de la especie y de toda la investigación desarrollada en torno a ella, existe poco conocimiento sobre su silvicultura y el desarrollo de plantaciones forestales comerciales que permitan contribuir a la soberanía alimentaria bajo el concepto de bosques comestibles. En virtud de ello, en el Colegio de Postgraduados campus Campeche se trabaja en el desarrollo de investigación orientada a la silvicultura de la especie, desde la morfometría de los árboles y morfotipos de sus semillas y frutos, evaluación de sustratos y fertilización de plántula producida en vivero (Figura 5), técnicas de acodo e injertos para la propagación del germoplasma, y su viabilidad en plantaciones forestales (Figura 6). Actualmente el área de estudio es la Península de Yucatán y eventualmente la región Huasteca, pero se pretende incidir en las cinco regiones de abundancia de la especie (Figura 2) mediante la sinergia con otros investigadores e instituciones.

No obstante, desde la experiencia del grupo de investigación del campus Campeche; consideramos que para que el árbol Ramón sea considerado como una especie comestible y base en la dieta del mexicano, se debe trabajar en la revalorización de su uso como un patrimonio cultural que potencialice su origen autóctono y endémico, a través de un sistema agroalimentario localizado que resalte el vínculo alimento-territorio. Por tanto, la investigación que se oriente en torno a la especie *Brosimum alicastrum* se presenta como una oportunidad para potenciar sus usos tanto en la soberanía alimentaria como en la adaptación al cambio climático (Figura 7).

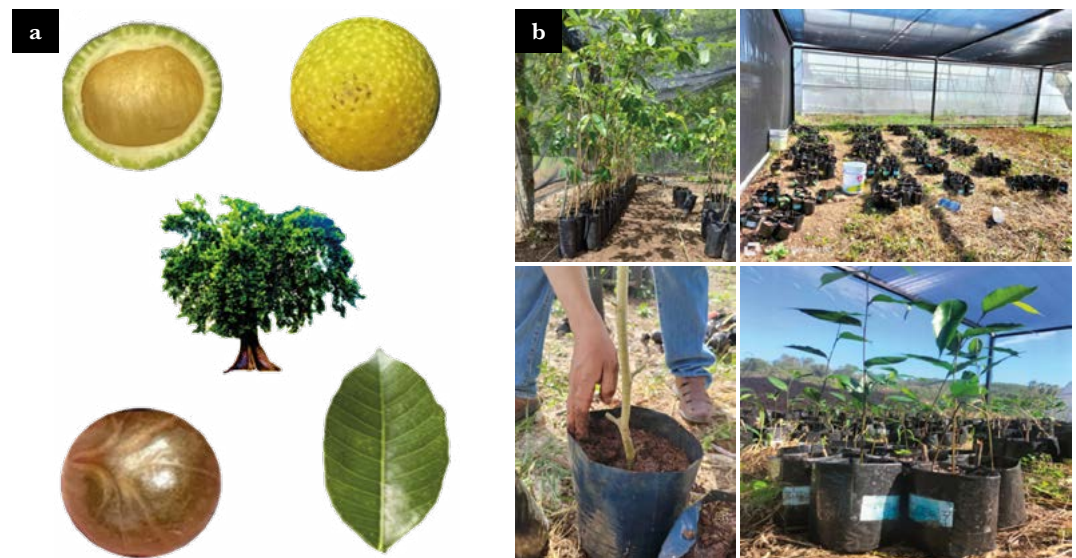


Figura 5. Análisis morfométrico de germoplasma de *Brosimum alicastrum* (a), y evaluación de sustratos y fertilización de plántula producida en vivero (b).



Figura 6. Técnicas de acodo (a) e injertos (b) para la propagación del germoplasma, y su viabilidad en plantaciones forestales (c).

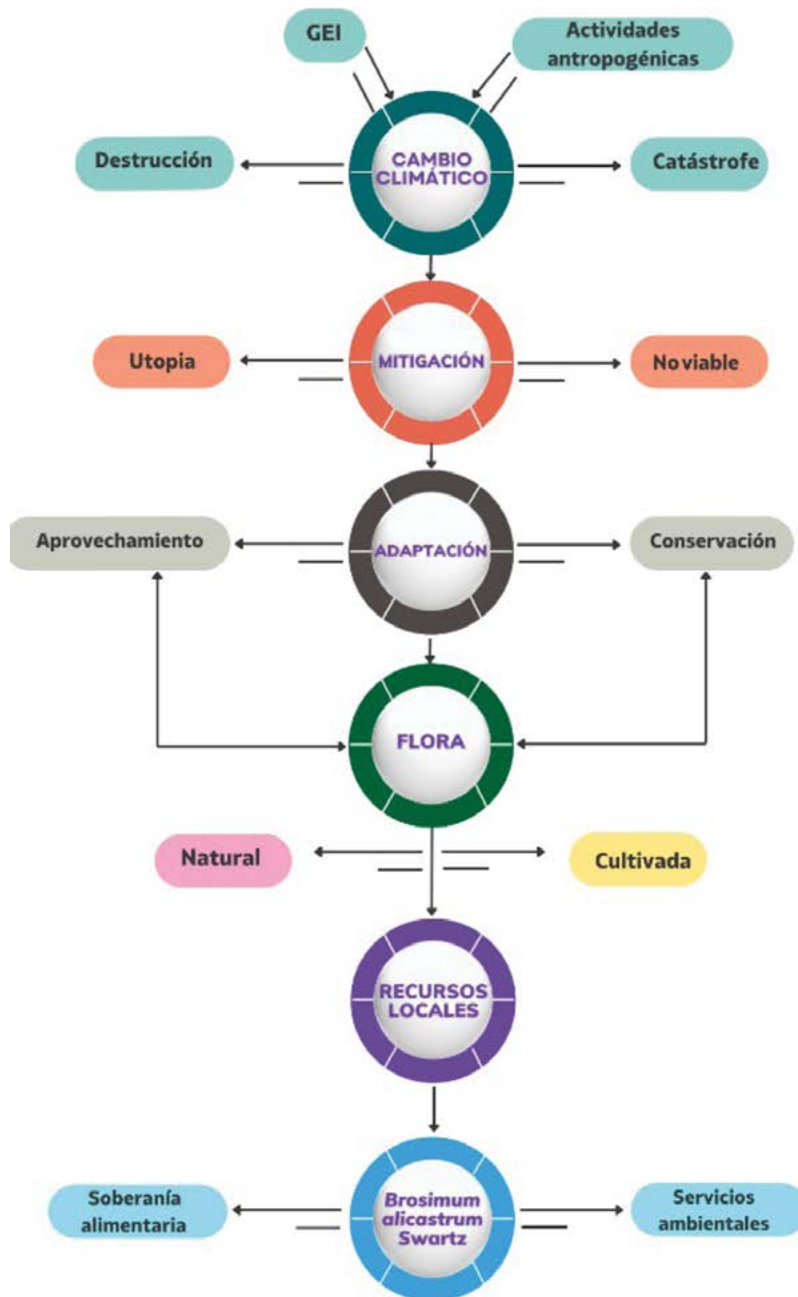


Figura 7. Áreas de oportunidad para el desarrollo de investigación en torno a la especie *Brosimum alicastrum* para potencializar sus usos en soberanía alimentaria y adaptación al cambio climático (GEI: Gases Efecto Invernadero).

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Innovación sostenible	Producción de alimentos a base de una especie forestal que contribuya a la soberanía alimentaria y la adaptación al cambio climático en México	Asociaciones de Productores Forestales del programa Federal Sembrado Vida Poblaciones en particular: Santo Domingo Kesté, Hool y Sihochac	Primario: Explotación forestal (bosques comestibles) Secundario: Actividades económicas que transforman el fruto, semilla y hojas de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz en productos elaborados (harinas -semillas-, mermeladas -fruto-, té -hojas-, sustituto de café -semillas-)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico (soberanía alimentaria) Responsabilidad Ambiental (regeneración de ecosistemas degradados, servicios ecosistémicos de soporte y regulación) Salud Pública (uso medicinal alternativo)	Capacitación (selección de germoplasma, producción de plántula de calidad por semilla, acodo e injerto para la obtención de frutos, semillas y hojas)	4 tesis de Licenciatura 6 tesis de Maestría BIOSAT 8 artículos científicos 10 participaciones en congresos nacionales e internacionales 10 egresados (4 de Licenciatura, y 6 de maestría BIOSAT) 6 talleres con productores del programa Sembrado Vida de las comunidades de Santo Domingo Kesté, Hool y Sihochac (Campeche)
Innovación frugal	Lograr que la especie <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz sea considerada como un recurso local funcional en la alimentación humana, mediante su cultivo como un bosque comestible, mejorando su manejo silvícola actual						
A través de experiencias	Recopilar el conocimiento popular sobre los usos de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz para promover su cultivo y la difusión de sus propiedades						
Innovación disruptiva	Ayudar a crear un nicho de mercado para un recurso forestal local (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz) con amplio potencial en la alimentación animal y humana						

Biofertilizantes a base de hongos ectomicorrízicos y bacterias benéficas en la producción de especies de importancia forestal

Ivette, Ortiz-Lopez¹; Magdalena, Martínez-Reyes¹; Jorge V. Maurice-Lira¹; Rosario Ramírez-Mendoza¹; Soledad, Balbuena-Carrasco¹; Jesús, Pérez-Moreno^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Posgrado en Edafología. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, C.P. 56230, Estado de México, México.

* Autor de correspondencia: jepemo@yahoo.com.mx; jperezm@colpos.mx

Problema

A nivel mundial los ecosistemas forestales han sufrido una drástica reducción de superficie. En México los bosques cubren 324,183 km² lo que equivale a un tercio del territorio nacional, pero problemas como la deforestación y el cambio de uso del suelo han tenido un impacto negativo en aproximadamente 50% de las especies forestales que conforman los bosques. Adicionalmente, la tala de árboles indiscriminada, el ataque de plagas y enfermedades, el uso excesivo de fertilizantes químicos y los incendios forestales constituyen una amenaza para la supervivencia y biodiversidad de los bosques. Las zonas forestales son de gran importancia ecológica y económica, ya que intervienen en la mitigación del cambio climático, brindan servicios ecosistémicos como la retención de suelo y agua, restauración de áreas degradadas, y además constituyen una fuente de alimentos, obtención de fitofármacos y combustibles útiles para la sociedad. Adicionalmente, gran parte de las especies forestales que se plantan en áreas para rehabilitación o reforestación, sin ningún tratamiento previo no sobreviven, y en el mejor de los casos su supervivencia llega a ser de 20%. Es por ello que surge la necesidad de implementar acciones pertinentes que sean más compatibles y amigables con el ambiente, que coadyuven al cuidado y mantenimiento de los ecosistemas forestales, como es la rehabilitación de suelos y la reforestación con plantas de calidad sanitaria en vivero previamente inoculadas con microorganismos benéficos, lo cual aumenta la posibilidad de su supervivencia al sitio final de trasplante.

Solución planteada

Actualmente los biofertilizantes a base de microorganismos benéficos están tomando una gran importancia tanto en la agricultura como en el sector forestal a nivel global. Una de las alternativas biotecnológicas sustentables y sostenibles para la producción de planta

Cómo citar: Ortiz-Lopez, I., Martínez-Reyes, M., Maurice-Lira, J. V., Ramírez-Mendoza, R., Balbuena-Carrasco, S., & Perez Moreno, J. Biofertilizantes a base de hongos ectomicorrízicos y bacterias benéficas en la producción de especies de importancia forestal. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.458>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025..

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero. 2025. pp: 103-107.

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



de calidad de especies forestales en invernadero, está constituida por la inoculación con hongos ectomicorrízicos (HECM) y bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV). El fundamento del éxito de estas asociaciones simbióticas se basa en el hecho de que en condiciones naturales las raíces de los árboles forestales viven en conjunto o en asociación con estos microorganismos. Tanto la asociación con hongos ectomicorrízicos como con bacterias benéficas es fundamental para la supervivencia de las plantas debido a los múltiples beneficios que les aportan. Por ejemplo, los hongos ectomicorrízicos, hacen disponibles para los árboles con los que se asocian, nutrimentos orgánicos que se encuentran retenidos en el suelo y que las plantas por sí mismas no podrían absorber. Adicionalmente, dichos hongos incrementan la resistencia a diversos tipos de estrés, incluyendo baja fertilidad de suelos, ausencia de agua y presencia de metales pesados, y promueven la protección contra microorganismos patógenos del suelo, entre otras funciones (Figura 1).

La inoculación de estos microorganismos en árboles forestales reduce considerablemente su tiempo de estancia en invernadero e incrementa de manera significativa su crecimiento, desarrollo y mejora la calidad fisiológica de las plantas. Adicionalmente, en el Colegio de Postgraduados se ha desarrollado una biotecnología de inoculación eficiente, barata, económica y de fácil aplicación (Figura 2) utilizando no solo hongos ectomicorrízicos, sino también diversas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (Figura 3).

Durante las últimas dos décadas se han obtenido resultados positivos en distintos experimentos establecidos en Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, en el incremento de: altura y diámetro del tallo, desarrollo del sistema radical y biomasa total (Cuadro 1, Figura 4) y aumento en la translocación de nutrientes a las plantas (Cuadro 2). Se han evaluado más de 100 combinaciones de plantas nativas de México con importancia forestal y hongos ectomicorrízicos, y en diversos experimentos se han encontrado efectos sinérgicos al utilizar bacterias promotoras del crecimiento vegetal (*e.g.*, *Pseudomonas azotoformans*). El empleo de estos microorganismos es una contribución importante de la microbiología a la producción de especies forestales en invernadero, ya que representan una alternativa biotecnológica amigable con el ambiente y que contribuye a la disminución del uso o dependencia de fertilizantes químicos.

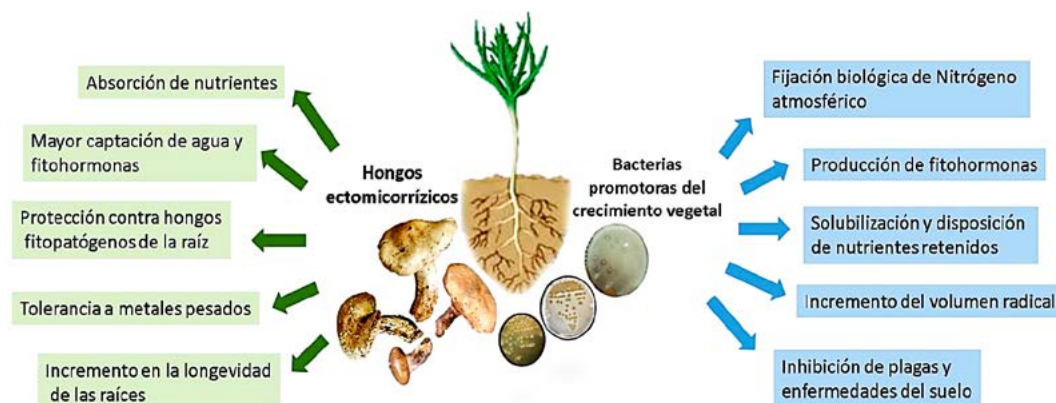


Figura 1. Beneficios de los hongos ectomicorrízicos y bacterias promotoras del crecimiento vegetal en las plantas inoculadas con dichos microorganismos.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo financiero del COMECyT a la primera autora; y al Proyecto ENASAS_2025_29.



Figura 2. Metodología de inoculación utilizando esporomas o píleos de hongos ectomicorrízicos comestibles y bacterias beneficiosas en pinos.

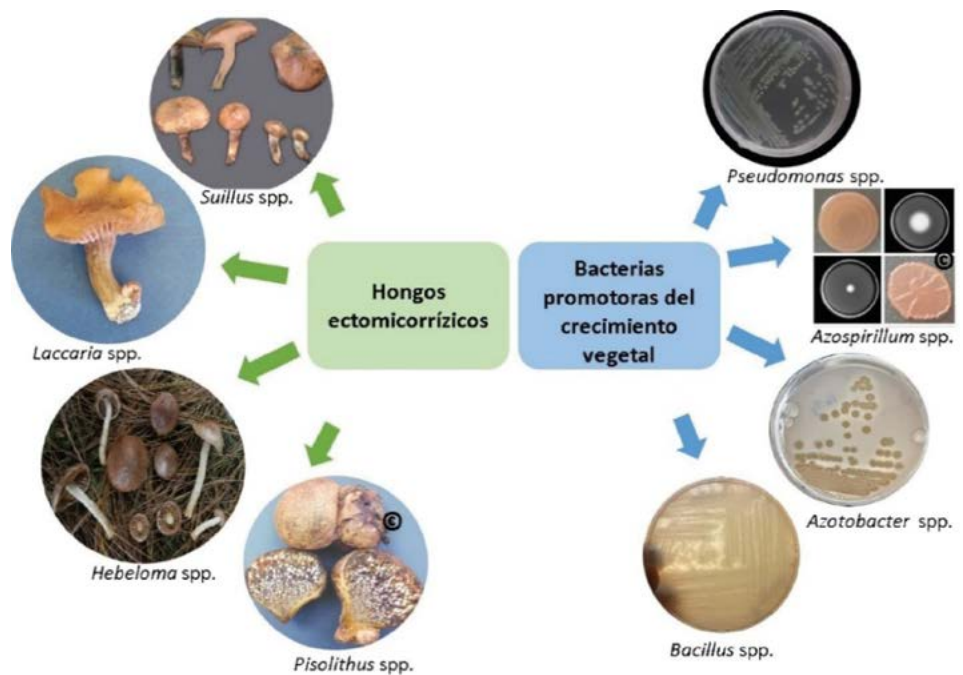


Figura 3. Hongos ectomicorrízicos y bacterias promotoras del crecimiento vegetal utilizados frecuentemente para la elaboración de biofertilizantes.

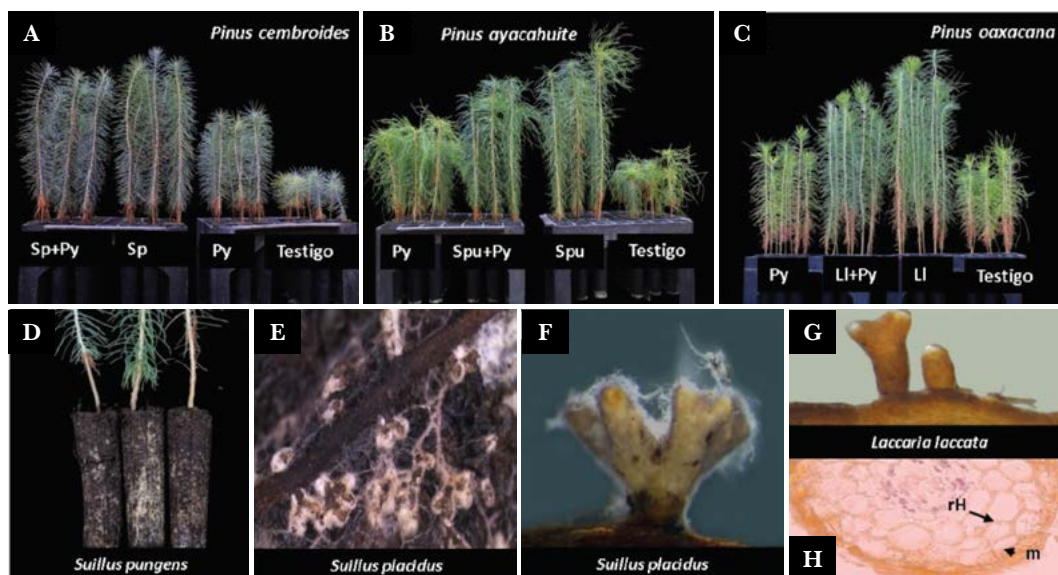


Figura 4. Efecto de la aplicación de biofertilizantes a base de hongos ectomicorrízicos y bacterias promotoras del crecimiento vegetal para la producción de especies forestales. A-C) Incremento en las variables de vigor (altura y diámetro) en plantas de pinos inoculadas con *Suillus placidus* (Sp), *S. pungens* (Spu), *Laccaria laccata* (Ll) y *Pseudomonas azotoformans* (Py) en comparación con plantas testigo o sin inocular; D) Plantas colonizadas mostrando la abundancia de micelio externo; E) Colonización exitosa en plantas de especies forestales con hongos ectomicorrízicos; F) Raíz ectomicorrizada mostrando el morfotipo de Sp; G) Morfotipo de la raíz de Ll; H) Corte transversal de la ectomicorriza de Ll, mostrando algunas estructuras características de una micorriza, red de Hartig (rH) y manto fúngico (m).

Cuadro 1. Ejemplos de combinaciones de hongos ectomicorrízicos comestibles y *Pseudomonas azotoformans* en distintas especies forestales y su efecto en términos de crecimiento (biomasa, raíces, altura y diámetro del tallo) en condiciones de invernadero.

Especie forestal	Especie de hongo ectomicorrízico	Efecto de crecimiento			
		Biomasa	Raíz	Altura	Diámetro del tallo
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	++	++	++	++
	<i>Suillus placidus</i> (Bonord.) Singer	+++	+++	+++	+++
	<i>Tricholoma mesoamericanum</i> (Peck) Redhead	++	++	++	++
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehren.	<i>Hebeloma alpinum</i> (J. Favre) Bruchet	++	+++	+++	+++
	<i>L. laccata</i> + <i>Pseudomonas azotoformans</i>	+++	++	++	+++
<i>Pinus greggii</i> Engelm.	<i>L. laccata</i>	++	++	++	+++
	<i>Suillus pungens</i> Thiers y AHSm.	+++	+++	+++	+++
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	<i>Laccaria trichodermophora</i> G.M. Muell.	++	++	++	+++
<i>Pinus oaxacana</i> Mirov.	<i>L. laccata</i> + <i>P. azotoformans</i>	+++	++	+++	+++
	<i>Laccaria laccata</i>	+++	++	++	+++

++ = incremento de 31-60%; +++ = incremento >60%. Los incrementos son comparados con respecto a plantas no inoculadas.

Cuadro 2. Ejemplos del efecto en el contenido de nutrientes de combinaciones ectomicorrízicas, solas o con bacterias promotoras del crecimiento vegetal evaluadas en distintas especies de pino.

Especie forestal	Especie de HECM	Macronutrientes					Micronutrientes				
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	B
<i>Pinus greggii</i>	<i>Suillus pungens</i>	+++	+++	++	-	++	++	++	-	-	-
<i>P. ayacahuite</i>	<i>Laccaria laccata</i>	+++	++	++	+	++	++	+	++	+	+
	<i>Laccaria laccata</i> + <i>Pseudomonas azotoformans</i>	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	+
<i>P. oaxacana</i>	<i>L. laccata</i>	+++	++	+	++	++	+	++	++	+	+
	<i>L. laccata</i> + <i>P. azotoformans</i>	+++	++	++	++	++	+	++	++	++	+








- = sin incremento; += incremento de 0-30%; ++ = incremento de 31-60%; +++ = incremento >60%. Todos los incrementos son comparados con respecto a plantas no inoculadas.

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	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Número de tesis
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Gobierno de los Estados		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	Productores independientes	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)	Ambiental	Educación	Capacitación	Número de familias beneficiadas
		Comunidades Agrarias		Conocimiento			
			Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico



Calidad postcosecha de cuatro genotipos de aguacate derivados de la cruza ‘Hass’×‘Pionero’

Díaz-Herrera, Yumari¹; Chávez-Franco, Sergio H.^{1*}; González-Camacho, Juan M.²; González-Hernández, Víctor A.³; Calderón-Zavala, Guillermo¹; Villaseñor-Perea, Carlos A.⁴ Espíndola-Barquera, María C.⁵

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, C.P. 56264.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Cómputo Aplicado, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, C.P. 56264.

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Genética, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, C.P. 56264.

⁴ Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México, C.P. 56230.

⁵ Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S. C. Coatepec, Estado de México, México, C.P. 51700.

* Autor de correspondencia: ?????@???.??

Problema

México es el principal productor y exportador de aguacate (*Persea americana* Mill.) en el mundo. En el año 2023, la producción nacional fue de 2.9 millones de toneladas, principalmente de aguacate ‘Hass’, que ocupa más del 95% de la superficie cultivada en México. La excesiva dependencia del cv. ‘Hass’ plantea diversos desafíos, como elevados costos de producción, necesidad de manejo agronómico intensivo y creciente susceptibilidad a enfermedades y plagas. México es el centro de origen de aguacate y cuenta con amplia diversidad genética que plantea una oportunidad para diversificar la producción de aguacate. En este contexto, la Fundación Salvador Sánchez Colín ha generado genotipos de aguacate que ofrecen un potencial prometedor, derivados de la cruza entre el cultivar ‘Hass’ y ‘Pionero’, un cultivar de porte medio (3.3 m), de copa abierta y vigor medio (Figura 1a), forma semi-circular a irregular, su fruto es de color verde oscuro a púrpura medio, peso entre 310 a 528 g, semilla circular y pulpa color crema (Figura 1b y c). Mediante polinización controlada entre ‘Hass’ y ‘Pionero’ se obtuvieron 105 genotipos, de los cuales HP38, HP64, HP49 y HP45 fueron seleccionados por sus características sobresalientes. Sin embargo, es necesario evaluar algunas características de calidad postcosecha de estos cuatro genotipos de aguacate derivados de la cruza ‘Hass’×‘Pionero’.

Cómo citar: Díaz-Herrera, Y., Chávez-Franco, S. H., González-Camacho, J. M., González-Hernández, V. A., Calderón-Zavala, G., Villaseñor-Perea, C. A., & Espíndola-Barquera, M. C. Calidad postcosecha de cuatro genotipos de aguacate derivados de la cruza ‘Hass’×‘Pionero’. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.452>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1). Enero-Febrero, 2025. pp: 109-112.

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

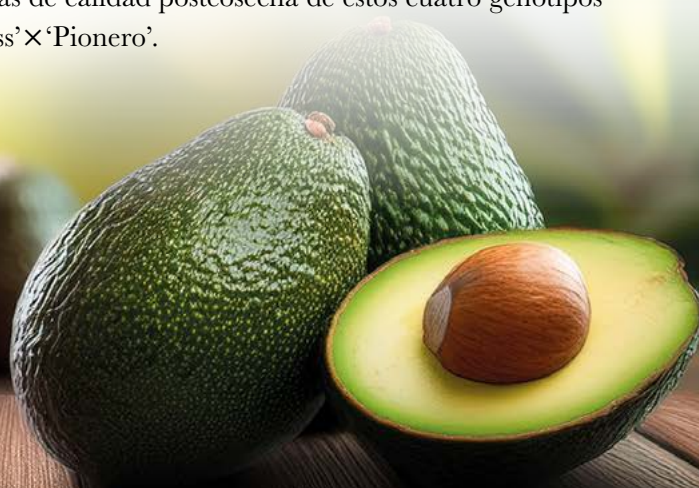




Figura 1. a) Árbol de aguacate cultivar 'Pionero'; b) Frutos de aguacate 'Pionero' en desarrollo; c) Fruto de aguacate 'Pionero' en madurez de consumo corte longitudinal.

Solución planteada

Se cosecharon frutos de los genotipos destacados HP64, HP38, HP49 y HP45 en el 'Huerto La Labor' de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C. en Temascaltepec de González, Estado de México en febrero de 2023, con un contenido de materia seca mayor a 21%. Después de la cosecha 20 frutos de cada genotipo se trasladaron al laboratorio, se lavaron, seleccionaron y se almacenaron a temperatura ambiente (20 ± 2 °C) y $55 \pm 5\%$ de humedad relativa, hasta que alcanzaron la madurez de consumo. Se determinó la pérdida de firmeza con una escala preestablecida de textura al tacto de cinco niveles: 1=duro (madurez fisiológica), 2=inicia ablandamiento, 3=ligeramente blando, 4=blando y 5= suave y muy blando (madurez de consumo). Las características evaluadas en madurez fisiológica y madurez de consumo fueron: peso, longitud, diámetro, porcentaje de pulpa, firmeza, vida postcosecha y color.

Las principales características físicas que hacen atractivo un fruto son el tamaño, la forma y el color. Según los descriptores para la forma del fruto en aguacate, los frutos de la variedad HP38 exhibieron una forma obovada, mientras que los de HP45 y HP49 fueron elipsoides, y los de HP64 mostraron una forma esferoide alta (Figura 2) (IPGRI, 1995).

Se observaron diferencias significativas en las variables de longitud, diámetro y peso entre los genotipos evaluados en madurez fisiológica y madurez de consumo (Cuadro 1).

Los genotipos HP49 y HP45 destacaron por su mayor peso y tamaño, de acuerdo con la normativa NMX-FF-016, estos frutos se clasifican dentro del calibre "A", clase "Súper", que está reservado para frutos con peso superior a 265 g. En contraste, los genotipos HP38 y HP64 pertenecieron al calibre "C" de la clase "I", con pesos entre 171 a 210 g. Estas diferencias destacan la variabilidad en el tamaño y la forma de los genotipos estudiados, lo cual puede influir en la preferencia del consumidor y en la comercialización de los frutos.

Los frutos de los cuatro genotipos mostraron el cambio típico en el color externo, que va desde verde a púrpura oscuro (Figura 2), este cambio en tonalidad es importante para alcanzar una buena aceptación en el mercado, ya que la referencia de color en madurez de consumo es una tonalidad negra-púrpura, como en los frutos del cv. 'Hass', que es el más comercializado.

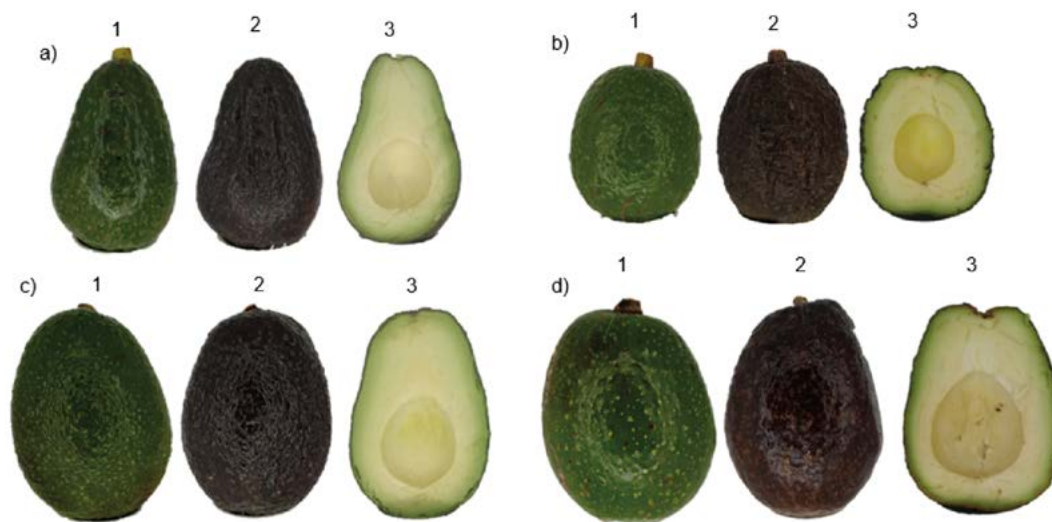


Figura 2. Apariencia de los frutos de cuatro genotipos de aguacate a) HP38, b) genotipo HP64, c) genotipo HP49 y d) genotipo HP45, en 1) Madurez fisiológica; 2) Madurez de consumo, 3) Pulpa en madurez de consumo.

Una variable importante de calidad es la proporción de la pulpa, los genotipos HP64 y HP49 mostraron valores superiores respecto a HP45 y HP38 en madurez de consumo (Cuadro 1). Por otro lado, HP64 mostró la mayor vida de anaquel, alcanzando 14.8 días, seguido por HP49 y HP45, mientras que HP38 fue el genotipo que presentó una maduración más rápida.

La firmeza disminuyó durante el almacenamiento, pasando de valores iniciales entre 80- 120 N al momento de la cosecha a valores que oscilaron entre 1-4 N en madurez de consumo para todos los genotipos. Este parámetro influye directamente en su manejo, almacenamiento y transporte, en este estudio, el genotipo HP64 destacó por presentar la mayor firmeza, lo que sugiere que podría ser más resistente a daños mecánicos a lo largo de la cadena de suministro.

Finalmente, los resultados indican que los genotipos HP49 y HP64 sobresalieron con una mayor proporción de pulpa, un atributo valorado tanto por consumidores como por la industria. HP64 mostró una mayor firmeza y vida de anaquel. Los frutos del genotipo HP49 presentaron características superiores de tamaño y forma, lo que lo convierte en una opción atractiva para el mercado. Estos resultados posicionan a ambos genotipos como alternativas prometedoras en la diversificación de la oferta de aguacate. No obstante, es conveniente realizar estudios acerca del perfil nutracéutico y el uso de tecnologías postcosecha que permitan extender aún más su vida de anaquel, optimizando su comercialización.

Cuadro 1. Características de calidad postcosecha de cuatro genotipos de aguacate ‘Hass’×‘Pionero’.

Variable	HP38	HP64	HP49	HP45
Madurez Fisiológica				
Peso (g)	188.9±47.6 b ^z	201.5±63.1 b	266.7±56.9 a	296.2±58.0 a
Longitud (mm)	88.4±7.9 b	80.3±8.2 c	99.7±8.2 a	97.5±8.1 a
Diámetro (mm)	64.4±5.7 c	67.6±7.1 bc	71.0±5.0 ab	75.5±5.2 a
Proporción de pulpa (%)	74.9±1.3 b	77.7±3.1 b	76.6±2.5 ab	74.1±3.2 b
Firmeza (N)	110.1±10.3 b	119.5±9.9 a	97.1±6.3 c	81.1±5.4 d
Madurez de consumo				
Peso (g)	161.0 ±41.9 b	158.8±56.4 b	230.4±50.6 a	254.7±50.4 a
Longitud (mm)	86.7±8.2 b	78.7±7.7 c	97.7±7.9 a	95.6±7.9 a
Diámetro (mm)	59.1±5.8 b	59.8±7.3 b	64.7±5.4 a	69.6±5.1 a
Proporción de pulpa (%)	71.9±1.1 bc	74.5±2.8 a	73.4±2.5 ab	71.0±3.1 c
Firmeza (N)	1.6± 0.7 b	3.2±1.2 a	1.4±0.2 b	0.9±0.1 b
Vida postcosecha (días)	10.3±0.5 a	14.8±0.6 a	12.9±1.4 b	13.7±0.5 b

^z Letras diferentes en la misma columna correspondiente a un estado de madurez indican diferencias significativas (Tukey, 0.05).

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	Competitividad Recursos Humanos Comercio	Número de publicaciones Número de familias beneficiadas
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)			Capacitación	Transferencias tecnológicas Desarrollo de productos y servicios para la sociedad Exportación incremento (%)
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		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico

Hay muchos caminos para estar contentos, uno es mediante las GIAS: Granjas Integrales Autosuficientes con el sistema “Tres en tres[®]”

Fritz Jürgen Gläser Claus^{1*}; Sara Lariza Rivera-Gasperín²

¹ Calle Loma Escondida #14, Localidad Zoncuantla, Colonia La Pitaya, Municipio Coatepec, Veracruz, México. C.P. 91608. (+52) 228 812 2620.

² Red de Ecoetología, Instituto de Ecología AC Carretera antigua a Coatepec # 351, Colonia El Haya, Municipio Xalapa, Veracruz, México. CP 91073 (+52) 228 845 3188

* Correspondencia: juergenglaeser@prodigy.net.mx

PRIMERA SECCIÓN

Hay muchos caminos hacia la felicidad, y la felicidad tiene muchas caras; todos queremos comer, tener salud, ropa, contar con un lugar y tener un techo sobre la cabeza.

El sistema “Tres en Tres[®]” nos ayuda a tomar la iniciativa de **organizar nuestro rancho**, no solo **horizontalmente** (= la producción primaria), si no también **verticalmente** (= dar un valor agregado a nuestros productos) y buscar formas de **comercialización directa**, entre otros, mediante la “**Agricultura solidaria**” [3].

Cómo citar: Gläser Claus, F. J., & Rivera-Gasperín, S. L. Hay muchos caminos para estar contentos, uno es mediante las GIAS: Granjas Integrales Autosuficientes con el sistema “Tres en tres. *Agro-Divulgación*, 5(1), <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.487>

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

Publicado en línea: Octubre, 2025.

Agro-Divulgación, 5(1), Enero-Febrero, 2025. pp: 113-131.

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

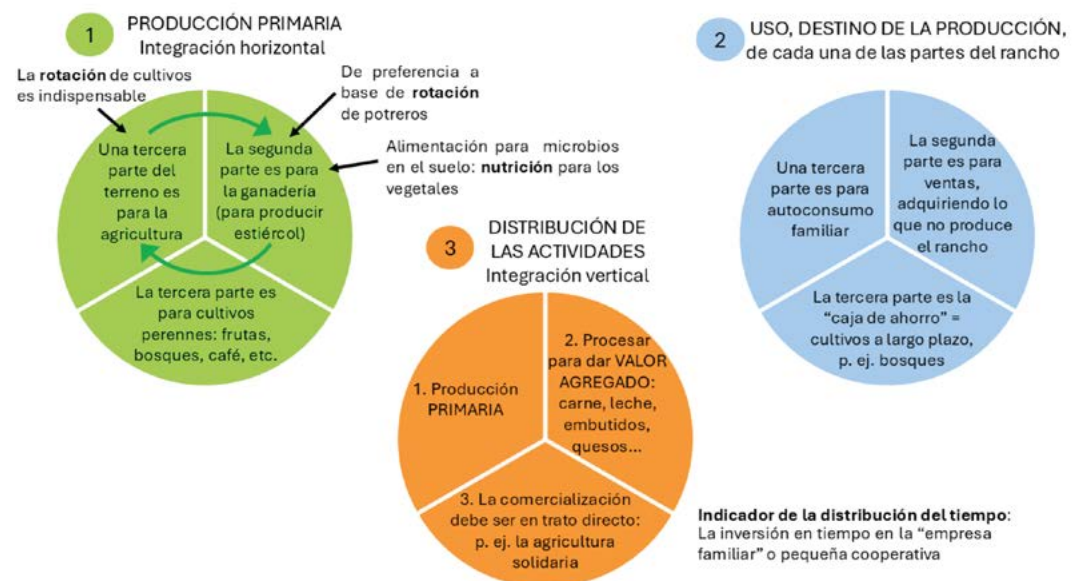


Figura 1. Representación esquemática de los círculos del sistema “Tres en Tres[®]”.

³ Contrato directo entre productores y consumidores, en el cual las dos partes se ponen de acuerdo sobre lo que quieren adquirir durante el año, apoyando al productor agropecuario con capital inicial para realizar la producción deseada. Con esto, el productor no tiene la necesidad de acudir con prestamistas y el consumidor tiene la garantía de recibir un alimento saludable e inocuo.

Hablando de las terceras partes en cada uno de los tres círculos, no hay que tomarlas estrictamente palabra por palabra. Según el lugar, la topografía, las condiciones del mercado, uno de los tercios podría ser más grande, y los otros más pequeños. Lo importante es no perder de vista la idea general ^[4].

Descripción del sistema “Tres en Tres®”:

El **primer círculo** muestra el uso del suelo para la PRODUCCIÓN PRIMARIA:

- 1/3 para cultivos anuales,
- 1/3 para animales y
- 1/3 para plantas perennes, frutales, café, bosque, etc.

El **segundo círculo** nos indica el DESTINO DE LA PRODUCCIÓN:

- 1/3 para el autoconsumo familiar. O sea, parte de la producción de maíz, frijoles, verduras del huerto, huevos, carnes, leche.
- 1/3 para la venta. Comercializando de forma directa en su localidad, de preferencia sin intermediarios.
- 1/3 para “Caja de Ahorro”. Se usan principalmente los árboles. Pues para su siembra se invierten p. ej. \$5.00 pesos por c/u, pero en la cosecha se pueden obtener unos \$5,000.00 pesos.

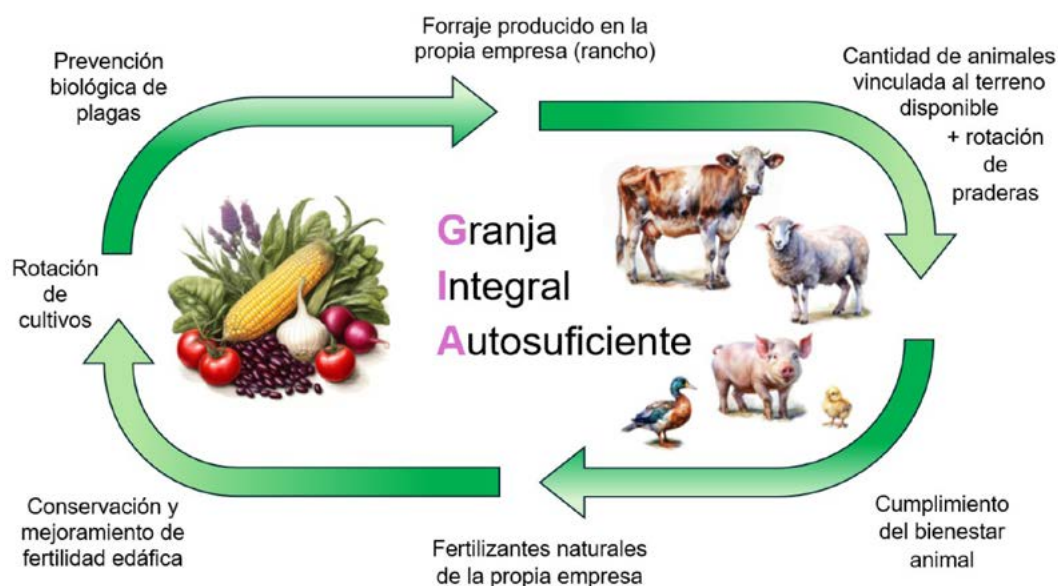


Figura 2. Función del primer círculo del sistema “Tres en Tres®”: la producción primaria, tomando como ejemplo lo que se produce o se puede producir en una GIA, la cual es un organismo autónomo en donde se trata de adquirir lo menos posible de insumos del exterior, logrando un círculo de autosuficiencia.

⁴ Por ejemplo, en nuestro caso, dentro del “Rancho-Escuela AGROSOL”, el “primer tercio” del Primer Círculo (Producción de la materia prima, Agricultura), es ocupado también en una buena parte con los animales.

El **tercer círculo**, muestra la **INTEGRACIÓN** de los dos primeros círculos, más el tiempo que los dueños dedicarán en promedio a cada una de las tres actividades:

- 1° La producción primaria
- 2° Dándole el valor agregado
- 3° El uso de tiempo que se invertirá en cada una de las actividades

Tiempo aproximado que se invertirá en cada una de las actividades:

- 1/3 parte para la producción primaria,
- 1/3 parte para darle el valor agregado completando la
- 1/3 parte para la **INTEGRACIÓN VERTICAL** de la empresa, el aspecto del tiempo invertido o qué hay que invertir. Este último depende también de la cantidad de miembros familiares disponibles.

Y todo esto es la **GRANJA INTEGRAL AUTOSUFICIENTE**, un sistema biodinámico y/u holístico.

¿Qué necesitamos para lograr este tipo de granjas? ¡Necesitamos cuatro factores productivos!

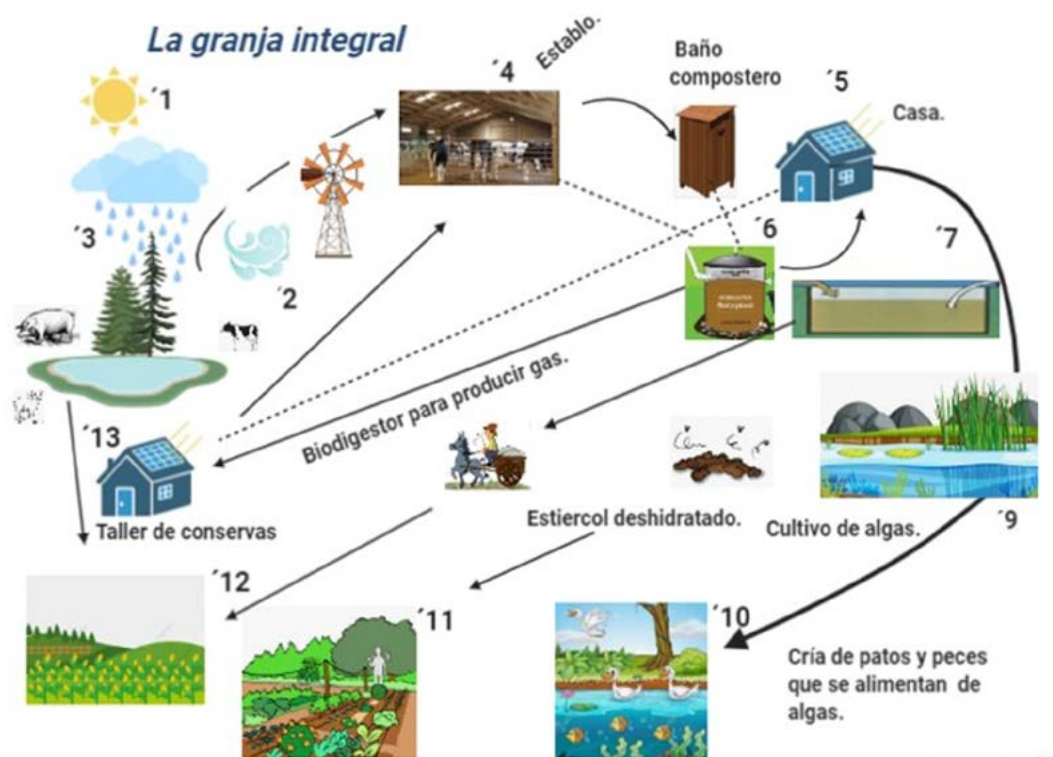
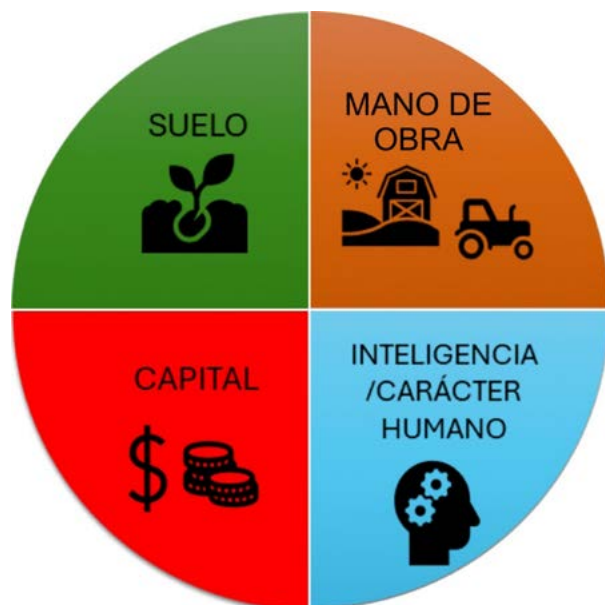


Figura 3. Función del segundo círculo: valor agregado, tomando como ejemplo lo que se produce o se puede producir en una GIA.

Los cuatro factores productivos

¿Qué necesitamos para producir?

Son cuatro factores:



- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. EL SUELO | – sobra |
| 2. LA MANO DE OBRA (Trabajo) | – también sobra |
| 3. EL CAPITAL (Dinero) | – hay lo necesario |
| 4. INTELIGENCIA/INICIATIVA HUMANA | – podría estar frenada por costumbres |

1^{er} factor de producción

El Suelo

El suelo es la base de toda la vida.

Nuestro México abarca casi 2,000 millones de km², equivalente a casi 200 millones de hectáreas. De estos terrenos, unos 27 millones de ha tienen uso agrícola y otros 100 millones de ha son praderas semiáridas de uso ganadero. En conjunto contamos con casi 130 millones de ha = aproximadamente 1 ha por habitante. En otros países donde sí son autosuficientes, se cuenta con mucho menos terreno agropecuario por habitante.

En México muchos tenemos algo de terreno. El mundo no es triste, la vida es bonita, la naturaleza nos da **Tres factores** que necesitamos para ser felices, siempre y cuando lo queramos.



- Allí está la **Madre Tierra**, con toda su vida, formada de millones de microorganismos: el humus.

- Allí está el **Sol**, que nos entrega su **energía** (luz, calor y rayos ultravioleta).
- Allí está la **Lluvia**, el **agua**, que cuidaremos mediante las cortinas rompevientos^[5] y los Keyline (Líneas Clave)^[6].

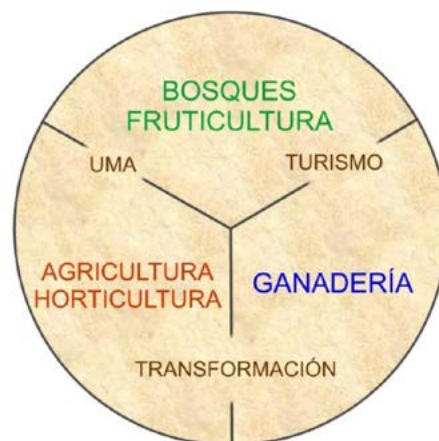
Trabajamos con estos tres factores de la naturaleza, no es difícil, no es complicado, únicamente hay que quererlo. Hagamos producir la Tierra, para el bien de nosotros y para el bien de todos.

2° factor de producción

Mano de Obra

La disposición de trabajar.

En México, somos unos 6 millones de personas las que trabajamos en el campo. Entonces, cada persona debería producir alimentos para 20 personas en la ciudad. Así más o menos fue la dinámica, p. ej., en Alemania hace dos generaciones, en los años 1960s. Sin embargo, lo que hoy en día un agricultor alemán produce, es el alimento para 140 personas más o menos. Más adelante veremos que la razón principal de esta diferencia está en la formación de las nuevas generaciones de campesinos. Recordemos que las condiciones para producir en el campo en Europa Central son mucho más difíciles que en México, por la simple razón de que allá durante los meses de invierno el suelo se cubre con nieve y no produce nada.



Aprovechamiento ideal del suelo

- 1/3 para **AGRICULTURA**
- 1/3 para **GANADERÍA**
- 1/3 para **BOSQUES**

Dependiendo de 4 factores principales:

- tipo de suelo
- topografía
- clima
- mercado

Figura 4. Distribución del espacio entre Agricultura, Ganadería y Producción Forestal. No se puede conseguir una granja SUSTENTABLE a base de monocultivos.

⁵ Cortinas rompevientos: Sucesión de árboles plantados en fila, que sirven para proveer protección contra el viento y prevenir la erosión eólica. Para más información ver el manual “El bosque que camina[®]”, Gläser-Claus 2024.

⁶ Keyline: Diseño topográfico específico ligado al flujo de agua dulce, maximizando su uso beneficioso en paisajes rurales y urbanos.

Los economistas saben que podemos reemplazar, hasta cierto nivel, el factor capital por el factor mano de obra/trabajo (MO). Sabiendo también que, demasiado capital invertido, p. ej. en “Tecnologías de Punta”, en un país como México, donde sobra MO y podría faltar capital, puede significar producir pobreza, reemplazando al hombre por máquinas.

Con el sistema “Tres en Tres[®]” y mediante las GIAs ahorramos capital y formamos plazas de trabajo para toda la familia.

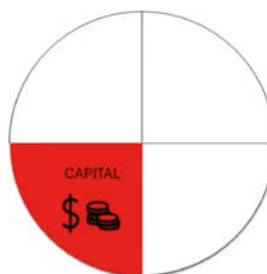
3^{er} factor de producción

El Capital

(Manejado por el 4^o factor productivo: La inteligencia humana).

Algo de capital es indispensable. Pero reemplazando MO disponible por capital, se puede producir pobreza. Recordemos que el trabajo en el campo (aparte de producir nuestra comida), no es simplemente un factor económico, sino también meramente social. Si no hay ocupación en el campo, hay emigración, desintegración de la familia, aumento de los cinturones de pobreza alrededor de las ciudades y en consecuencia aumento de la criminalidad.

En el sistema “Tres en Tres[®]” buscamos el llamado FACTOR DETONANTE, que existe prácticamente en cualquier región y trabajo productivo. Son los factores mediante los cuales se inicia el CÍRCULO VIRTUOSO, donde cada paso produce el capital para el siguiente paso. En nuestro ejemplo es el cercado eléctrico, (instrumento en las regiones de pastoreo), mediante el cual se inicia el Círculo Virtuoso.



Un círculo virtuoso para el bienestar en muchos ranchos

Objetivo: Queremos mostrar cómo por medio del *pastoreo rotativo* se aumenta la densidad del ganado por hectárea (una combinación inteligente de la ganadería, la agricultura y lo forestal), cómo con el uso de **energías alternas**, el aprovechamiento máximo de la **biomasa** y una **mecanización** adecuada, podemos en un tiempo relativamente corto iniciar un CÍRCULO VIRTUOSO. Podemos lograr cuadruplicar la producción de forraje, triplicar la carga de ganado y por lo menos duplicar los ingresos libres, dando así un último paso: la transformación de la materia prima del rancho (leche), que duplicará los ingresos ya obtenidos.

En México contamos con más de un millón de unidades de producción con ganado bovino; de los cuales, casi la mitad se encuentra en la región IV, es decir, el Sureste (Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco). Según el Censo Agrícola-Ganadero del INEGI de 1994, más de 200,000 propiedades tienen menos de 6 cabezas de ganado; unos 60,000 tienen hasta 20 cabezas de ganado; y unos 80,000 más de 20 cabezas.

Por tal razón, formamos el ejemplo sobre una propiedad, con (únicamente) 5 vacas lecheras; ya que la mayoría de los propietarios tienen las mismas condiciones; es por eso que se vuelve uno de los mayores problemas socioeconómicos del país.

—¡Pero es muy fácil de solucionarlo!

Para estas propiedades hemos comprobado el siguiente sistema de desarrollo; que en pocos años logrará aumentar considerablemente y en forma sustentable los ingresos.

Son **10 pasos** que debe realizar el propietario. Ya con el primero inicia una forma (un tipo) de círculo virtuoso que produce el capital necesario para la siguiente fase. Ver también anexos 8 y 9.

Miles de productores mexicanos que hoy en día viven en niveles bajos de subsistencia (menos de \$4,322/mes según el Banco Mundial) pueden ser incorporados en los círculos económicos del país, *cuadruplicando sus ingresos*, dando así, un enorme empuje a las economías regionales y nacionales. Siempre y cuando los hijos de los productores mexicanos tengan la posibilidad de entrenarse en las escuelas adecuadas.

En la parte inferior se muestra un pequeño diagrama explicando los pasos:

Los 10 pasos para el éxito

1. Bomba hidráulica – Para asegurar el suministro de agua

El agua es un recurso indispensable para cualquier proyecto. Con el uso de la bomba hidráulica se puede lograr una adecuada distribución del agua, no se gasta energía eléctrica, ni combustibles y funciona las 24 horas.

2. Cerco eléctrico – Para establecer sistemas rotativos

Para aumentar la producción y mejorar la rentabilidad es necesario incrementar la producción de forrajes con el uso del cerco eléctrico; el costo de instalación es 3 veces menor que una cerca tradicional y se evita el pastoreo selectivo y el sobrepastoreo.



Figura 5. Círculo virtuoso, equivalente al “primer círculo” en el sistema “Tres en Tres®”, en donde cada paso produce el capital necesario para el siguiente paso. En nuestro ejemplo el cercado eléctrico activa todo el proceso.

Antes



Después



Figura 6. Los 10 pasos para el éxito. Comparando una granja antes y después de implementar dichos pasos.

3. Henificado y ensilado – Para generar reservas de alimento

Con el pastoreo intensivo tecnificado se aumenta el forraje, de tal forma que es posible henificarlo o ensilarlo, para su uso en tiempo de sequías, para ello recomendamos usar segadoras.

4. Establecimiento de Biodigestor – Para producir biofertilizante y gas

Más forrajes significan más animales y más animales significa más estiércol; y este puede ser aprovechado en producción de gas metano con biodigestor. Se higienizan las aguas negras, se obtiene autonomía en energía y fertilizantes de mejor calidad.

5. Utilización de abonos orgánicos – Para mejorar el suelo y su fertilidad

Los purines (estiércol con agua) del biodigestor son excelentes fertilizantes, además de ofrecer mayores rendimientos por hectárea.

6. Procesamiento de materias primas – Dar valor agregado para mayores utilidades

Debido a la gran cantidad de animales con las que puede contar su rancho, le recomendamos adquirir descremadoras, mantequilleras y pasteurizadoras, las cuales darán un valor agregado a sus productos, aumentan sus ingresos y competitividad.

7. Motocultores - Tecnología apropiada y adaptada

Los motocultores le harán fácil, rápido y económico el trabajo de preparación del suelo. Además, añaden rentabilidad y eficiencia por día/hombre, trabajan bien en terrenos accidentados y cuestan de 4 a 6 veces menos que un tractor.

8. Análisis de suelos - Para evitar una fertilización equivocada

Se recomienda analizar el suelo antes de sembrar, para evitar aplicar fertilizantes no requeridos, aumentar el rendimiento y ahorrar dinero.

9. Sistemas de Silvopastoreo- Para dar múltiples usos a las tareas productivas

Con la aplicación de técnicas silvopastoriles y agroforestales se pueden obtener ingresos totales mayores evitando la erosión del suelo.

10. Energías alternas - Económicamente rentable, amigable con el ambiente

Recomendamos usar una planta eléctrica solar para dar servicio eléctrico en lugares aislados; usar una cocina solar para no contaminar y obtener energía gratis; y usar un colector solar para finalizar el día con una agradable ducha caliente.

Prosperidad sostenible=Ambientalmente amigable, socialmente justa y económicamente exitosa=Autosuficiencia alimenticia=Bienestar para la sociedad=Optimismo para el futuro.

4° factor de producción

La Capacitacion

Inteligencia / iniciativa humana

El “**eslabón débil**”. Lo más difícil, nuestros propios CO-
NOCIMIENTOS humanos, LO QUE HEMOS APRENDI-
DO DURANTE NUESTRA VIDA, con el apoyo de nuestros
padres, de libros y de los maestros en las escuelas y/o universi-
dades. LA CAPACITACION.



¡Podría ser que, en este sistema, la iniciativa humana sea el “eslabón débil”, dentro de toda una cadena necesaria para que haya suficiente producción de alimentos, autonomía alimenticia, dinero/capital (de sobra) para invertirlo en la infraestructura y las necesidades de la ciudadanía.

Recordemos la cuarta afirmación:

“Así como no se puede aprender nadar en lo seco,
tampoco no se puede aprender a producir alimentos en un aula”
...creo que nadie podría tener dudas al respecto.

Hay tierra, mano de obra y también capital, pero una Granja Integral, el sistema del “Tres en Tres[®]”, no puede funcionar sin el cuarto factor económico= “Los conocimientos humanos, la formación adecuada”. La única forma que ha demostrado ser eficiente y exitosa (y a la vez no tan costosa como los actuales formadores académicos) es la **Formación Dual**=2 años de entrenamiento con agricultores/instructores que ya la usan.

La Granja Integral es la base del sistema “Tres en Tres[®]”. Si no nos conformamos con la situación actual, entonces hay que cambiar la forma tradicional de enseñar, que es casi únicamente en teoría, en las aulas (de las escuelas de gobierno). Hay que aprovechar todas las empresas que existen en el agro, sin fijarse si el dueño es académico o no. Sin la capacitación adecuada mediante la Formación Dual no puede funcionar el sistema “Tres en Tres[®]”, ni se van a producir más alimentos, ni se va a bajar el deseo de emigrar (o ganar dinero mediante un cartel).

Además, la Formación Dual, apoyándose con los productores buenos, que nosotros en AGROSOL llamamos “Empresas amigas o Empresas cooperantes” y que de estas conocemos muchas, tiene varias ventajas:

1. Enseña a ser responsable, desarrollar iniciativas.
2. El Gobierno, la sociedad, ahorraría más del 50% de lo que cuesta actualmente formar un “Técnico Agropecuario”, que después no encuentra trabajo y queda frustrado. Y los frustrados son un peligro para toda la sociedad.

SEGUNDA SECCIÓN

La Formación Dual – Opción Comprobada

¿Como funciona la Formación Dual?

Tomamos como ejemplo la región alrededor de Xalapa. En Perote se encuentra el CBTA 86, en Coatepec el UNCADER 2 y en Úrsulo Galván el CBTA 17. Allí están sentados de lunes a viernes 2176 estudiantes (1306 de Perote, 200 de Coatepec y 670 de Úrsulo Galván) (¿aburriéndose a ratos?). Si tales masas, en vez de desaprovecharse calentando la silla, estuvieran en empresas agropecuarias durante de 4 días de la semana, aprendiendo las habilidades de su profesión, y un día de la semana familiarizándose con las bases teóricas de sus trabajos, entonces, estaría casi garantizando que estos estudiantes sí tendrían trabajo después de graduarse.

Desarrollando este ejemplo, podrían llegar a la Escuela Central los alumnos del “Subtrópico” (la región entre Lencero y Cardel) los días lunes; los de las “Altas Montañas” (Perote) los días martes; de la región de la “Praticultura” (entre Banderilla y Las Vigas) los días miércoles; los de la región de los “Cafeticultores” (Xico) los días jueves; y los del “Trópico” (San Rafael) los días viernes.



Figura 7. Comparación del sistema escolar como lo practica DGETA, con las posibilidades que ofrece el sistema de Formación Dual diseñado por los gremios profesionales.

Algunos aspectos de la Formación Dual



Figura 8. Reparto de tiempo para los estudiantes durante el primer año, en base a las experiencias del Rancho-Escuela AGROSOL, durante los años 1985 a 1995 y 2016 a 2022, capacitando a 20 estudiantes/aprendices en su internado durante un año.



Figura 9. Representación de una balanza mostrando que el mayor peso está en la práctica (80% de peso) más que en la teoría (20% de peso).

Ejemplo de los costos para formar Técnicos a nivel medio Superior en Alemania

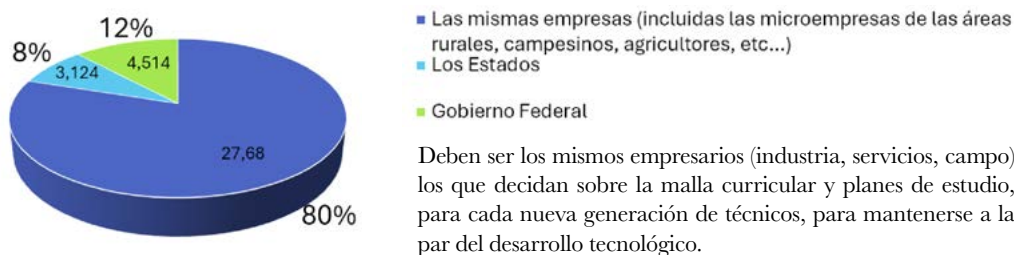


Figura 10. Gráfica de pastel que muestra la distribución de los costos para la formación de Técnicos a nivel medio Superior en Alemania, en 2005, en mil millones de Euros. El mayor costo provino de las mismas empresas.

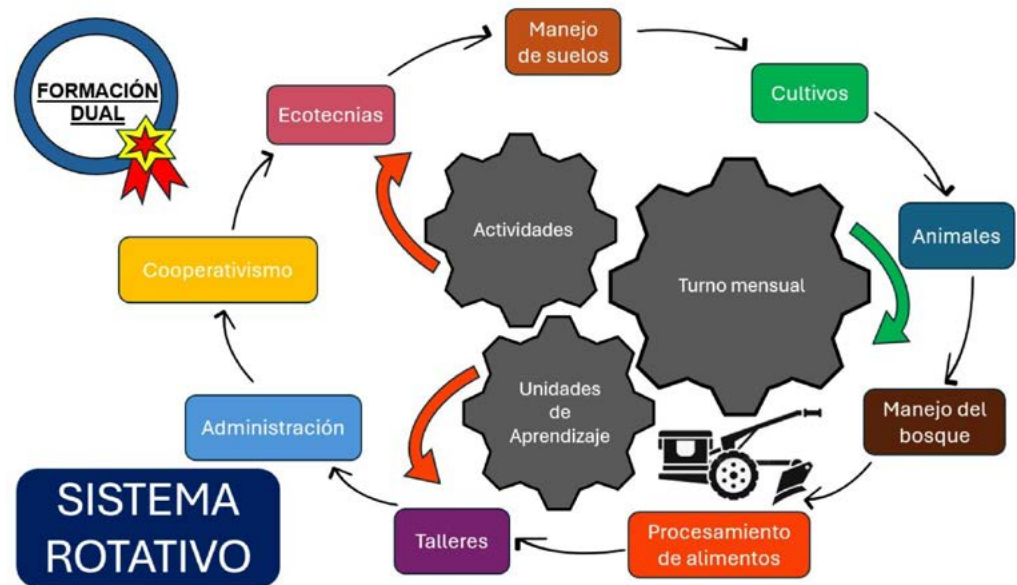


Figura 11. Las diferentes actividades engranan = Efecto sinérgico.

A base de las experiencias adquiridas en el Rancho-Escuela AGROSOL, recomiendo fuertemente tomar en consideración las diez precondiciones aquí listadas (no es complicado. Únicamente se requiere cierta voluntad política):

LAS DIEZ PRECONDICIONES

Para que, mediante la Formación Dual se logre la soberanía alimenticia, paz y desarrollo, en lo que se refiere al cuarto factor productivo: La inteligencia humana.

Los Centros (independientemente de su forma o nombre, Escuela, Universidad, etc.) deben ser:

1. **Descentralizados:** Cada municipio debe que contar con uno o más **centros para la enseñanza práctica**, pudiendo así cumplir con las metas del “Plan de desarrollo”.
2. **Autosuficientes:** La cantidad de estudiantes / aprendices no debe rebasar lo que puede alimentar el Centro, el “Rancho-Escuela”. No puede ser que se quiera enseñar a producir y ser autosuficiente, pero los alimentos para la cocina haya que comprarlos en el supermercado.
3. **Unidad entre teoría y práctica:** Entre enseñar y producir. Los instructores (maestros, profesores) que enseñan la teoría, igualmente deben ser los instructores para las prácticas y viceversa.
4. **Saber producir:** Los maestros deben ganarse parte de su sueldo con los resultados económicos de sus áreas prácticas / de producción. **¿Si no, que enseñan?**
5. **Régimen de internado:** Todos los estudiantes / aprendices y maestros / encargados deben vivir en el Rancho-Escuela. Pues, la naturaleza no se fija en horarios limitados. (Los puercos podrían parir por la noche o los fines de semana).

6. **Becas:** Becas durante la capacitación (por ejemplo “Jóvenes Construyendo Futuro”) y Capital Semilla después de su formación (por ejemplo “Sembrando Vida”).
7. **Exámenes de admisión rigurosos:** Entender, interpretar y resumir textos. Dominar la “regla de 3”. Para los que todavía tienen deficiencias hay que pensar en un año propedéutico. Preferencia a hijos e hijas de productores. O sea, los herederos de los medios de producción.
8. **Preparación de los Instructores:** No necesariamente académico. Un excelente Práctico (profesional), con reputación perfecta y de preferencia, que ha mostrado que puede manejar una empresa (sin subsidios).
9. **Diploma:** Los aprendices / estudiantes deben **recibir su diploma** oficial que les abre posibilidades de estudiar en el extranjero carreras de Agricultura sostenible (Biodinámica, Praticultura, etc.).
10. **Capital semilla y compromiso, ser “Promotor” en su pueblo.** Los aprendices deben de tener el derecho garantizado, de recibir capital semilla para sus proyectos en sus propias comunidades, una vez que terminan su formación. Esto quiere decir (a la inversa) que no hay que dar financiamiento (de tantos programas) si aquel Beneficiario no ha tomado primero el curso de capacitación que es básicamente de un año (o dos años, sí requiere una especialización), según su pueblo.

Todo los Centros, estos NUCLEOS, deben seguir el Plan de Estudio “Tres en Tres®” y Sistema Dual. ¡Los sistemas no deben ser diluidos!



Figura 12. En México, en la época de los Aztecas, también existieron formas de enseñanza en las que trabajaban con la misma idea pedagógica. Eran las escuelas Calmécac y Tepochcalli. Figura tomada de Educación Institucionalizada-Genially.

Entonces ¡¿Está todo arreglado?!

- ¿La vida, nuestra vida, va a ser más bonita?
- Pues, ahora, con la Formación Dual, no de hoy a mañana, pero dentro de uno de los (famosos) sexenios, vamos a contar con suficiente producción de alimentos.
- El gobierno, la sociedad, nosotros, ya no gastaríamos nuestro dinero en la importación de lo que necesitamos comer (el capital va a estar disponible para los trabajos de infraestructura).
- Entonces – ¡Teníamos una excelente idea!

Entonces: Una de las precondiciones para la Paz y autonomía alimenticia es producir y vivir con el sistema “Tres en Tres®”, y para que este tenga mayor difusión se requiere la Formación Dual. Tres factores que se condicionan mutuamente.

TERCERA SECCION

Conclusiones: Probables obstáculos y posibles soluciones

TENEMOS —o teníamos— UNA EXCELENTE IDEA para solucionar muchos problemas relacionados con el desarrollo del campo, que sería la FORMACIÓN DUAL.

Con esta IDEA aseguramos a más personas calificadas para encontrar un trabajo bueno. Existiría menos desempleo y mejor desarrollo de muchas empresas, así más BIENESTAR en la sociedad.

Pero allí parece que hay un pequeño problema ¡OJO!

¿La Sociedad y El Individuo (las personas), desean lo mismo?: Parece que no. Lo que podría ser bueno para la Sociedad, podría estar mal para el Individuo, y al revés **¿o no?**

Normalmente, el individuo (usted, yo) actúa para que él (y su familia o simplemente las personas con las que quiere) vivan de la mejor forma posible. **¿Correcto?** p. ej.,

- Un *director de una escuela* trata de mantener su empleo y no perderlo.
- Un *burócrata* trata de mostrar que su trabajo es importante para la sociedad y lo defiende.
- Un *empleado* en una institución de asistencia técnica trata de mostrar que su trabajo significa bienestar para muchas otras personas.

¿O no?

Si el día de mañana realizáramos esta tan EXCELENTE IDEA, **una nueva forma de enseñar**, que no requiera de:

- Tantos directores escolares, porque “su” trabajo de enseñar lo realizan en realidad los mismos productores-dueños.

- Tantos burócratas, porque sus obligaciones las realizan en realidad empleados privados o empresarios.
- y los campesinos ya no necesitaran tal “asistencia técnica”; que aprendieran a defenderse por sí mismos, o sea, que crearan sus propios “Servicios de Asistencia Técnica”

¿Qué pasaría?

Pues, una cierta cantidad de los directores de los planteles escolares perderían sus ingresos, lo también los burócratas y lo mismo los Ing. de la “Asistencia Técnica”.

¿Entonces, no serían insensatas, todas estas personas que forman parte de tales áreas, si apoyaran a tan EXCELENTE IDEA? Lo normal sería que se opongán a la EXCELENTE IDEA que es la Formación Dual.

¿O no?

Por favor, agradecería que envíe sus argumentos en contra a: juergenglaeser@prodigy.net.mx para abrir una discusión con retroalimentación.

Y gracias de antemano.

Problemas, soluciones y ¿quiénes quizás lo frenarían?

PROBLEMA	(POSIBLES) RAZONES / ORIGEN	POSIBLES SOLUCIONES	¿QUIÉNES PODRIAN SENTIRSE AFECTADOS y PODRÍAN FRENAR las posibles soluciones?	QUE PASARÍA SI NO SE ACTUA
Falta de independencia alimenticia	Migración y así el abandono del campo	Mejores pagos para los productos del campo	Las empresas / consorcios que importan tanto la materia prima como los productos elaborados.	<p>Más empobrecimiento de la mayor parte de la sociedad porque el dinero que se debe gastar para las importaciones de alimentos (lo que más duele es el hambre), lógicamente faltaría para cosas como infraestructura, universidades, etc.</p> <p>Más deudas al exterior ya para dos o tres generaciones</p> <p>Más conflictos sociales</p> <p>Y así, más criminalidad; divisiones en la sociedad</p>
	Formación teórica en vez de práctica de los profesionistas para el campo	Cambiar al sistema Dual ; incluir a los dueños de los ranchos en la formación de los nuevos técnicos, no exigir grado universitario	Las personas en las dependencias como la SEP y en las Organizaciones de ‘profesionistas’, sindicatos de maestros, pues tendrían menos trabajo	
	Paternalismo para el Campesino	No “regalar” nada, si no pagar mejor el producto	El partido en poder , porque ya no podría comprar los votos con regalías	
	Subsidios, que forman dependencias	Pagar mejor el producto en lugar de ofrecer regalos y descuentos. sistema “ Tres en Tres ®”. Premios, capital semilla para los mejores Aprendices	Las empresas (o empresarios) beneficiados con la fabricación de los “regalos” ; desde la carretilla hasta el fertilizante, etc.	
Concentración de millones en las turbes	Lo atractivo de la ciudad (teatros, cultura, escuelas)	Subsidiar la cultura, pero ya no únicamente en la ciudad, si no también en las áreas rurales	Todas las personas que viven más o menos cómodamente en la ciudad	La situación en las ciudades va del mal al peor, los que tienen el capital van a aislarse, con muros y policía propia
	Pensar que allí se encontrarán trabajos más fácilmente	Descentralizar realmente las instituciones gubernamentales	Los mismos empleados de tales instituciones	
	Alta tasa de nacimientos	Hacer todo lo posible con educación , para reducir la tasa de nacimientos	La iglesia, algunas organizaciones de la llamada ‘derecha’	Los hijos no planeados, en familias numerosas, no reciben educación suficiente, se van por el camino de la delincuencia y mueren jóvenes

La Ilógica del Tiempo Disponible

En defensa de los maestros ¿Cómo interpretar y entender estas aparentes contradicciones? Algunas reflexiones...

Por un lado, ya desde el año 2015 en el Diario Oficial^[7] dice que los Directores de los centros de educación Superior y Media Superior, están “invitados” a utilizar la Formación Dual en las empresas.

Por otra parte, los profesores deben impartir un número determinado de horas en las materias prescritas. Si el horario semanal prescribe o exige a los docentes que impartan x número de horas sobre temas prefijados y luego también tienen que impartir clases prácticas, según las posibilidades comunicadas en el Diario Oficial, entonces, lógicamente, A) se deben anular las clases teóricas, o bien, B) el número total de horas por semana, por año, debe poder aumentarse, ¿con la misma remuneración? Y solamente para recordar, el sistema Dual está formado del 80% de prácticas y (únicamente) 20% de teoría.

Lo primero probablemente no sea del agrado de algunos gestores de la SEP y lo segundo probablemente tampoco de los maestros.

Entonces, ¿por qué permitir (o invitar a) los maestros a utilizar tales posibilidades (más práctica), si al mismo tiempo no existen las condiciones marco necesarias?

El objetivo de los centros de educación Media Superior es que los alumnos aprendan a trabajar^[8]. Pero ¿y si los propios maestros no saben hacer tales trabajos? Es como si se quisiera formar a un piloto con un profesional que nunca ha visto el interior de un avión y, desde luego, no sabe volar.

En cualquier caso, ¿será imposible que México llegue a producir los alimentos que necesita, si quienes deben impartir la formación para esto no saben producir? Así que, si la institución responsable de esto (SEP) no está dispuesta, tal vez por razones políticas, entonces sería mejor no postular tales metas.

¿Está todo perdido? ¡No, no está todo perdido!

Opciones y Posibilidades: Los Municipios

Según el Artículo 15 de la Ley General de Educación, los municipios ya cuentan con el derecho legal de crear sus propios **Centros de Capacitación**^[9].

El mismo AGROSOL, pero seguramente hay muchas instituciones más, podrían funcionar como **Centro para la capacitación de los futuros directores / coordinadores de los Centros Municipales**.

Entonces cada Municipio podría de crear su propios Centros de Capacitación Agropecuaria (ver “Las diez precondiciones”, página 22). Por su puesto, el terreno lo

⁷ Diario oficial de la Federación del 11 de junio de 2015. Acuerdo número 6615, estableciendo la Formación Dual como una opción educativa de tipo superior.

⁸ de Ibarrola, M. 2020. Los Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuario y la producción agrícola escolar. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 25(84): 91-119.

⁹ Artículo 15: El ayuntamiento de cada municipio podrá, sin perjuicio de la concurrencia de las autoridades educativas federal y locales, promover y prestar servicios educativos de cualquier tipo o modalidad.

debe proporcionar el Municipio. Se requiere un mínimo de muebles que puedan ser de autoconstrucción, p. ej., en las clases de carpintería. Probablemente hay en el pueblo carpinteros, personas que saben soldar, electricistas, albañiles, suficientes personas para iniciar una obra, en caso necesario.

Y para el capital de inicio (Capital de semilla) hay muchas posibilidades. Lo importante, lo indispensable, es que los maestros deben ser conscientes de que ellos producen su sueldo con lo que enseñan a sus aprendices. **Si no saben producir, ¿Qué enseñarán?**

Ruego tomar en cuenta “Un Círculo Virtuoso para el bienestar en muchos ranchos” (página 119) en el cual muestro unos pequeños cálculos para poder convertir un terreno todavía improductivo en uno productivo.

Qué Hemos Visto y Aprendido Durante los Últimos 40 Años

Hemos visto, que será posible desarrollar cientos de miles de pequeños y grandes ranchos (ganaderos) con inversiones mínimas, según el tamaño del rancho, de \$20,000.00 a \$100,000.00 en adelante, para iniciar los llamados “**Círculos Virtuosos**”. Con estas inversiones “ridículas” los propietarios pueden triplicar sus ingresos en pocos años; **conscientes** que para esto se requieren buenas Escuelas Agropecuarias (Capítulo 2 “La capacitación” y Capítulo 4 “La formación Dual – Opción comprobada”).

Lograr las metas (*autosuficiencia alimenticia y menos problemas sociales*) mediante subsidios y la Asistencia técnica (SEDARPA, SEDESO, Alianza para el campo (fue proveedor), Veracruz Granero y Yunque de la Nación (he visto los equipos tumbados en el sureste) **hemos visto que es prácticamente imposible. PERO...**

Visión

En el sureste de México, desde Puebla y Oaxaca hasta Yucatán hay más de 1,000 municipios. Si cada uno de estos municipios creara su propio Centro Agropecuario de Formación Dual y de c./u. salieran cada año entre 10 y 20 aprendices-estudiantes (tomemos 15 en promedio) y solamente el 50% lograra realizar “proyectos productivos” —formando en su pueblo su GIA mediante el sistema “Tres en Tres®”; serían $(1,000 \times 15/2 = 7,000)$ Ranchos productivos de los cuales, los Herederos de los medios de producción no tendrían la necesidad de emigrar; y esto año por año. (ver precondition 10, página 126).

CONCLUSIONES GENERALES

Hay tierra, mano de obra, también capital, pero parece que falla la convicción: “Como no se puede aprender nadar en lo seco, tampoco se puede aprender a producir alimentos y ser competitivo en un aula, o en un laboratorio, y menos pasando unas horas en un jardín. Si no **únicamente en la práctica**, en la empresa agropecuaria, bajo las condiciones que dicta el mercado real.

Quizás hay unos “responsables”, con el derecho de tomar decisiones en la Secretaría de Educación Pública (SEP), o en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), que permitan organizar Escuelas productivas, y quizás haya algunos maestros que se atrevan a vivir de los resultados económicos de su trabajo, y que así lo enseñen.

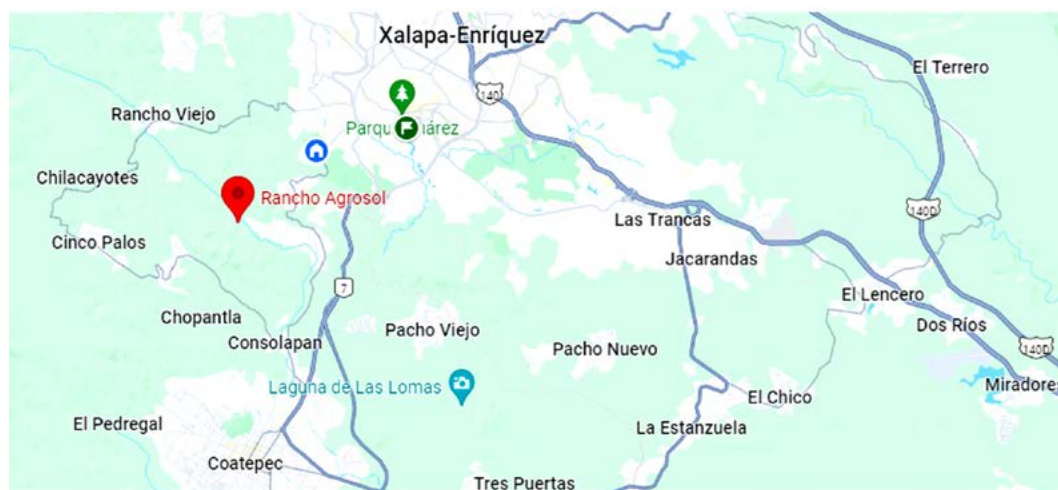
Para los interesados contamos con los planes de estudio (malla curricular).

Rancho-Escuela Agrosol Formación Dual

Estimado Lector

El Rancho Escuela AGROSOL está abierto para que usted nos visite. Recomendamos que su visita la realice los sábados y nos avise antes de venir.

También organizamos talleres, cursos y seminarios.



Dirección: Calle Loma Escondida #14, Localidad Zoncuantla, Colonia La Pitaya, Municipio Coatepec, Veracruz, México. CP 91608

Teléfono: (+52) 228 812 2620

Correo electrónico: agrosol14@gmail.com

Página web: Rancho Escuela AGROSOL o Cooperativa AGROSOL

Facebook: Rancho Escuela AGROSOL

Instagram: [@rancho.agrosol](https://www.instagram.com/rancho.agrosol)

