

# UNIVERSO AGROALIMENTARIO

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL

AÑO 2, NUM. 8 PUBLICACIÓN DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA | AGOSTO - OCTUBRE 2022

NOPAL FORRAJERO  
SUPLEMENTO DE DIETA BOVINA

METALES PESADOS EN LA AGRICULTURA  
TECNOLOGÍAS POSCOSECHA



Universidad  
**De La Salle**  
Bajío

**MUNDO  
GASTROALIMENTARIO**

MICROGREENS  
CAPULHUAC, LA BARBACOA

**MUNDO  
AGROBIOTECNOLÓGICO**

EXTRACTOS CONTRA ARAÑA ROJA  
EXTRACTO DE GOBERNADORA

# Directorio Institucional Universidad De La Salle Bajío, León, Gto (México)

**Dr. Enrique A. González Álvarez, fsc.**  
Rector

**Mtra. Ma. Socorro Durán González**  
Vicerrectora

**Lic. Julián Espejel Rentería, fsc.**  
Vicerrector

**Mtro. José Julio Carpio Mendoza**  
Director Administración y Finanzas

**Mtra. Patricia Villasana Ramos**  
Directora de Investigación y Doctorado

**Ing. Carlos Agustín Aguilar Ruiz**  
Director de la Escuela de Agronomía

## Directorio de la Revista

**Mtro. Tristan Azuela Montes**  
Director Editorial

**Dr. Andres Cruz Hernandez**  
Asesor Editorial

**Mtra. Claudia I. Valencia García**  
Diseñadora Editorial

**Dr. Klaus Koters Ruther**  
Asesor Editorial

**Mtro. Isidro Conde Gonzalez**  
Editor de Redacción

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE BAJIO**  
Av. Universidad, 602 Col. Lomas del Campestre, C.P.  
37150 León, Guanajuato (México)

**REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL UNIVERSO  
AGROALIMENTARIO**  
Publicación de la Escuela de Agronomía de la  
Universidad De la Salle Bajío.

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL UNIVERSO AGROALIMENTARIO, Año 2, Número 08, agosto - octubre 2022, es una publicación trimestral editada por la **Escuela de Agronomía de Universidad De La Salle Bajío**, Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, C.P. 37150, León, Gto. México. Tel. (+52) 477 710 8500,

[https://bajio.delasalle.edu.mx/publicaciones\\_revista\\_universo\\_agroalimentario.php](https://bajio.delasalle.edu.mx/publicaciones_revista_universo_agroalimentario.php)

**Editor responsable: Mtro. Tristan Azuela Montes.** Contacto: tristan@azuelagroup.com, Reserva de Derechos al uso Exclusivo: **En trámite**, ISSN: **En trámite**, ambos a ser otorgados por el **Instituto Nacional del Derecho de Autor**. Responsable de la última actualización de este número Mtro. Tristan Azuela Montes, Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, León Gto. C.P. 37150, Fecha de la última actualización 01 de agosto 2022.

## Consejo Editorial

**Ms Rsc. Tristán Azuela Montes**  
**Director y Editor en Jefe.**

Docente de Desarrollo de Negocios y Agronegocios de la Escuela de Agronomía de la Universidad De La Salle Bajío.

**Ing. Carlos Agustín Aguilar Ruiz**  
**Editor Académico**

Director Escuela de Agronomía, Universidad De La Salle Bajío, León, Guanajuato (México)

**MRP y MP. Cristhian B. Córdova Azuela**  
**Editor Asociado**

Director de Imagen y Comunicación, Universidad De La Salle Bajío, León, Guanajuato (México)

**M.C. Angelina Guerrero Ambriz**  
**Editora Adjunta**

Secretaria Académica en la Escuela de Agronomía Universidad De La Salle Bajío, León, Gto (México)

**Mtro. Oscar Humberto Rocha Franco**  
**Editor Adjunto**

Jefe Académico de Posgrados de la Escuela de Agronomía y de la Escuela de Veterinaria, Universidad De La Salle Bajío.

**Dra. Liliana Carolina Córdova Albores**  
**Editora Adjunta**

Investigadora y Coordinadora de la licenciatura en Agrobiotecnología de la Universidad de Guadalajara (México)

**Dr. Ismael Fernando Chavez Diaz**  
**Editor Adjunto**

Investigador del Programa de Recursos Genéticos del Centro Nacional de Recursos Genéticos Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) México.

**Mtra. Carola Franck M.**  
**Editora Adjunta Internacional**

Responsable de Relaciones Internacionales. Docente, Asesora de Tesis y Proyectos de Grado de la Universidad Simon I. Patiño, Cochabamba (Bolivia)



# PALABRAS DEL EDITOR



**Mtro. Tristán Azuela Montes**  
Director & Jefe Editorial  
info@azuelagroup.com  
T: (+52) 442 631 8746

Bienvenidos a la octava edición de la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario, edición **Agosto - Octubre 2022**.

Es impresionante, el saber y el conocimiento que se puede acumular con solo leer un poco de lo que nuestros autores comparten con todos nosotros. Está claro, que nadie lo sabe todo y que para innovar en el sector es necesario buscar la manera de cambiar el mundo. Lo podemos cambiar, si tenemos esa chispa de genialidad y emprendedurismo, o podemos tomar parte del conocimiento de otros y evolucionar hacia la prosperidad.

La libertad y la felicidad que representa el futuro es el gran reto de nuestra sociedad en el siglo XXI. Muchas cosas han avanzado a lo largo de los años, décadas y siglos; pero la manera en la que el ser humano absorbe el conocimiento y aprende sigue siendo primitivo y por ello, la lectura es aún esencial en nuestro proceso de capturar el conocimiento.

Se han inventado diversos medios tecnológicos para acceder a la información tanto visual, auditiva o kinestésica; pero el proceso y funcionamiento del cerebro aún sigue siendo igual. Mientras no inventen cómo transferir conocimiento a nuestro cerebro como si de un USB se tratara, la propuesta de aprender a través de la expresión escrita seguirá siendo para los que queremos cambiar el mundo una fuente insaciable de inspiración.

Por ello los invitamos a que su participación y trascendencia sea parte de la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario y nos envíen sus artículos a fin de compartir parte del conocimiento universal.

**"El método para adquirir conocimientos, sigue siendo a través de un proceso visual o auditivo"**

*Tristán Azuela*

# Sumario

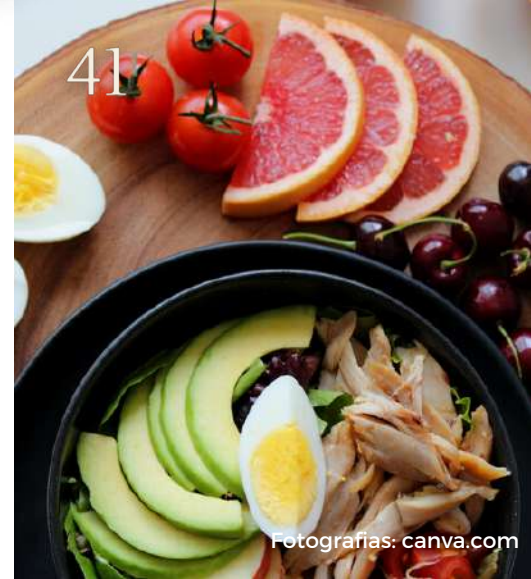
07



33



41



02

EDITORIAL  
PALABRAS DEL EDITOR

41

ACRILAMIDA: RIESGO  
LATENTE EN ALIMENTOS

07

NOPAL FORRAJERO COMO  
SUPLEMENTO BOVINO

47

CAPULHUAC, LA MECA DE  
LA BARBACOA

13

METALES PESADOS EN LA  
AGRICULTURA MEXICANA

53

MUNDO  
AGROBIOTECNOLÓGICO  
ARAÑA ROJA

21

RECURSOS FORESTALES  
DE GUANAJUATO

59

EFFECTO ANTIFÚNGICO  
DE EXTRACTO DE  
GOBERNADORA

29

TECNOLOGÍAS  
POSCOSECHAS

69

HIDROPONIA DE  
TRASPATIO

33

EL MANGO MEXICANO Y  
SUS VARIEDADES

77

AGRICULTURA CELULAR E  
INNOVACIÓN

37

MUNDO  
GASTROALIMENTARIO  
MICROGREENS

# P R E S E N T A C I O N

## A. ENFOQUE Y ALCANCE DE LA REVISTA

---

La Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario es una publicación especializada online que nace en el año 2020 como una revista de difusión que pretende fomentar la creatividad de los estudiantes en la lectura y escritura profesional, buscando nuevas ideas y elementos de reflexión, como un reto actual de vida; así como la participación de nuestros maestros en el desarrollo dentro del entorno universitario que permita fomentar la reflexión y el debate en torno a las nuevas ideas que vayan surgiendo.

Dispone del enfoque innovador de nuestros investigadores ante los nuevos retos y tendencias mundiales. La participación de nuestros egresados que nos permita la retroalimentación de lo que acontece en el mundo de los agronegocios. La colaboración de alumnos y maestros de otros países, con los que la Escuela de Agronomía tiene intercambios y que nos permita generar sinergias, ideas y opiniones sobre lo que acontece en otros lugares del planeta. Las contribuciones del gobierno, instituciones, empresarios y todos aquellos que deseen participar para aportar valor y conocimiento sobre los temas de actualidad en Agroalimentos, Agroindustria, agricultura, Agrocultura, Agrotecnología, Turismo, Gastronomía, Ciencias y Sector Agropecuario.

La revista Digital Internacional Universo Agroalimentario es una revista electrónica arbitrada por autoridad externa al artículo quien lo evalúa y produce un veredicto sobre su veracidad y relevancia, que edita la Escuela de Agronomía de la Universidad De La Salle Bajío en la ciudad de León, Guanajuato (México). Es autofinanciada por la institución y gratuita para todos los autores que deseen publicar sus artículos de difusión.

## B. POLITICAS

---

**Tipo de revista:** Es una revista electrónica y digital en formato pdf y publicada en la plataforma de la Universidad De La Salle Bajío

**Propósito y objetivo:** Servir como cauce para acercar y conectar el conocimiento del saber del mundo en los campos agroalimentario, agroindustrial, agropecuario, agroalimentario de innovación y con temas de actualidad que desarrollan los investigadores, maestros, alumnos y empresarios nacionales e internacionales de diversas disciplinas, así como para divulgar y debatir los diversos temas que se puedan analizar desde distintos enfoques de la realidad de nuestro estado, nuestro país y nuestro planeta.

**Periodicidad:** La revista se publica con una frecuencia trimestralmente.

**Idiomas:** Los artículos publicados son originales en español y diversos idiomas tales como francés, inglés, portugués entre otros.

**Ejes Temáticos o contribuciones en las áreas de:** Agroalimentos, Agroindustria, Agricultura, Agrocultura, Agrotecnología, Turismo, Gastronomía, Ciencias y Sector Agropecuario e industrial de actualidad.

## C. INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

---

La convocatoria está abierta para los autores a lo largo del año. Pueden participar autores de las diversas instituciones, alumnos de la Escuela de Agronomía y de otras escuelas de agronomía del país y del extranjero, egresados, maestros, investigadores nacionales e internacionales, instituciones públicas y privadas nacionales e internacionales, empresarios Mexicanos de cualquier origen nacionales e Internacionales y a todo aquel interesado en el mundo de los Agroalimentos, Agroindustria, Agricultura, Agrocultura, Agrotecnología, Turismo, Gastronomía, Ciencias y Sector Agropecuario e industrial de actualidad.

**Los autores deben seguir los siguientes requerimientos:**

**Naturaleza del trabajo:** Los artículos que se reciban deben ser resultados originales e inéditos, resultado de un trabajo académico, experiencia personal o resultado de una investigación. La redacción del texto debe presentar coherencia, sintaxis y congruencia.

**Créditos Culturales:** Para todos aquellos alumnos de la Universidad De La Salle Bajío que participen con un artículo de difusión, se les dará 3 créditos culturales por artículo

**Envíos:** los trabajos deben ser enviados al correo **info@azuelagroup.com** indicando la universidad a la que pertenecen, nivel licenciatura o posgrado, semestre y nombre completo del autor.

**Extensión y formato:** Presentar el trabajo en formato digital en Word, interlineado 1, fuente Arial, tamaño 10 puntos, tamaño carta (21.59 cm x 27.94 cm), márgenes a criterio del autor, alineado a la izquierda. Título Fuente Arial 14 Negritas, centrado longitud cualquiera y sin punto final. Encabezados de Segundo orden fuente Arial 12, minúsculas, negritas, alineado a la izquierda y sin punto final. Encabezados de tercer orden fuente Arial 11, minúsculas, excepto la primera letra y los nombres propios, alineado a la izquierda y sin punto final. Nombre de autores fuente Arial 10, nombre y apellido con mayúscula inicial si es más de un autor, los nombres se separarán con comas y sin punto final.

**La extensión mínima será de 3 cuartillas tamaño carta como mínimo (1,800 palabras aprox.).**

**Imágenes:** Cada artículo deberá ir acompañado por al menos 6 imágenes, las cuales deberán ir adjuntas al email en formato png o jpg de al menos 2 MB o 1080 pixeles con su referencia o fuente correspondiente. (Separadas del documento Word).

**Información autoral:** El límite de coautores es ilimitado.

**Secciones: Las diversas secciones en las que los autores pueden aportar su conocimiento, son las siguientes:**

- **Ensayo:**

Documento que aporta un enfoque crítico, analítico y documentado del estado actual de conocimiento sobre un tema. Debe contener análisis novedosos, inéditos e interpretaciones personales claramente diferenciadas, de manera que destaque la calidad del trabajo. Mínimo 3 cuartillas.

- **Monografía:**

Escrito informativo y científico sobre un tema único cuya trama es argumentativa, y busca la objetividad en sus planteamientos; debe manifestar de manera puntual la problemática sobre la que se trabajará. A diferencia del ensayo, debe considerarse como un documento expositivo, cuyo lenguaje debe ser claro y preciso. Mínimo 3 cuartillas.

**Artículo de divulgación:**

Escrito breve, informativo, no especializado que tiene como objetivo explicar hechos, ideas, conceptos y descubrimientos vinculados al quehacer científico y tecnológico, basados en investigaciones científicas o hipótesis. Están destinados a un público más general no especializado, manteniendo la calidad y veracidad de una investigación científica. Mínimo 3 cuartillas.

**Traducciones:**

Trabajar solicitud de textos de otras carreras sobre las líneas temáticas de la Escuela de Agronomía.

Traducción científica, de difusión y técnica o literaria. Mínimo 3 cuartillas. Fuentes primarias no terciarias.

**Experiencia formativa:**

Narrativa de algún intercambio, participación en congreso o experiencia exitosa en el ámbito académico. Identificar el desarrollo personal y académico del alumno que generó esta participación. Mínimo de 3 cuartillas.

**Proyecto social:**

Debe contener los siguientes elementos: Introducción, contexto del proyecto, objetivo del proyecto, perfil del usuario, planeación y diseño del proyecto, actividades realizadas, evaluación, conclusiones y referencias bibliográficas. Mínimo de 3 cuartillas.

**Entrevista:**

Debe contener los datos del entrevistado y una breve reseña curricular del mismo. Trabajar una temática específica sobre las líneas de la Escuela. Puede ser por solicitud directa de los docentes de proyecto de la revista. Mínimo de 3 cuartillas.

**PLAGIO**

**Los documentos recibidos serán pasados por sistema antiplagio, por lo que se solicita a los autores que sus artículos sean originales.**

***"Los artículos aquí incluidos son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la postura de la Universidad De La Salle Bajío."***



## D.PROCESO DE REVISIÓN DE LOS ARTÍCULOS POR ARBITRAJE (REVISIÓN POR PARES)

- Al recibir el artículo por un autor, se enviará un correo al autor con la confirmación de la recepción del artículo o de la falta de información que complete los requisitos señalados en las instrucciones.
- Los artículos serán revisados por la editorial o pares y en su defecto se enviará el artículo al consejo editorial para ser evaluado por alguno de los especialistas en la materia y generar un dictamen, ya sea para solicitar que se realicen correcciones al artículo o para recibir confirmación de que el artículo puede pasar al proceso de maquetación por cumplir con todos los requisitos.
- Se procede a maquetar artículo con las correcciones, modificaciones o ampliaciones correspondientes señaladas.
- Cuando los artículos han sido maquetados, se validan nuevamente con los autores para confirmar que no existe ninguna errata para procederá a publicar.
- El proyecto completo de la revista se envía en formato electrónico y digital al departamento de comunicación de la Universidad De La Salle Bajío para su publicación en las redes y proceder a indizarlo internacionalmente.

**Institución Editora:** Escuela de Agronomía de la Universidad de la Salle Bajío.

**Editor:** Mtro. Tristan Azuela Montes.

### Número de artículos por publicar por número:

Se consideraría al menos 10 productos totales para la publicación del número, tomando en cuenta la diversidad de los textos, entre los relativos a cuestiones teóricas (monografía, ensayo, artículo de divulgación) y aspectos prácticos (traducciones, experiencia formativa, proyecto social y entrevista).

### Dudas, comentarios o sugerencias.

Cualquier duda o comentario con el editor se puede contactar vía email a: [info@azuelagroup.com](mailto:info@azuelagroup.com) o vía whatsapp al (+52) 442 631 8746 en cualquier idioma.



THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL (CC BY 4.0) LICENSE.

# NOPAL FORRAJERO COMO SUPLEMENTO EN LA DIETA DEL GANADO BOVINO



**Paola Flores Hernández**  
**Escuela de Agronomía**

Universidad De La Salle Bajío  
pfh71112@udelasalle.edu.mx

***El nopal (*Opuntia spp*), es una planta nativa de México, la cual desde generaciones pasadas se ha utilizado en la alimentación tanto humana como animal. Actualmente, por su valor nutritivo, fitoquímico, industrial, ecológico, medicinal y simbólico, entre otros, es uno de los recursos vegetales más importantes para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas de nuestro país.***

El nopal se puede emplear para alimentar ganado caprino, bovino, ovino y porcino, así como aves de corral y conejos, debido a que constituye una alternativa de forraje útil en tiempos de sequía ya que aporta energía, fibra, agua y vitaminas. Sin embargo, debe combinarse con otros alimentos debido a su bajo contenido proteico. Se puede cosechar durante todo el año, no obstante, es de mayor utilidad en la época de sequía (noviembre-junio) cuando en campo escasea el forraje para el ganado.

Las pencas, útiles para forraje deben estar maduras pero suculentas de hasta tres años de edad. Lo ideal es cosechar entre octubre y marzo, procurando que sea antes de que aparezcan nuevos brotes. También es posible cosechar pencas al final del otoño, estas deben almacenarse en condiciones secas y sombreadas para conservarlas en óptimo estado y así poder ofrecerlas al ganado durante la época seca.

Esta cactácea prospera mejor en suelos calcáreos profundos con buen drenaje, de textura arenosa a franca y sin problemas de salinidad; con un pH entre 6.5 y 8.5. Se adapta a condiciones de precipitación de 200 a 1,800 mm. El rango de temperatura para su crecimiento es de 6 a 36° C, con una óptima de 15 -16° C.

Imagen: <https://www.villanuevaproduce.com.mx/>





Generalmente se utilizan variedades de nopal silvestre para alimentar al ganado, sin embargo, la presencia de espinas es abundante, por lo que se dificulta su manejo. Además, la eliminación de las espinas implica un costo de inversión, por ejemplo, el uso de soplete para quemarlas. Ante esta situación, se cuenta con variedades de nopal sin espinas, como Copena F1 y Milpa Alta, lo que facilita su aprovechamiento sin ninguna dificultad, reduciendo costos y tiempo de preparación.

### ¿Cómo ofrecerlo al ganado bovino?

El nopal contiene una gran cantidad de azúcares solubles, por lo que son rápidamente aprovechados por el ganado, sin embargo, se requiere de la presencia de nitrógeno y algunos minerales, en especial azufre, para su mejor aprovechamiento. De tal forma que es preferible ofrecerlo junto a otros ingredientes en dietas balanceadas que faciliten su asimilación. Al incorporarse a dietas de animales de pastoreo, en donde ya consumen grandes cantidades de proteína obtenida principalmente de arbustos, no es necesario incorporar a la dieta otra fuente de proteína.

Pero en el caso de incorporarse a la dieta de animales de corral, si es necesario complementar la dieta con fuentes de proteína alternas con el objetivo de balancear la dieta. Para balancear las dietas suplementadas con nopal complementando la fracción proteica, es posible utilizar harina de soya, harinolina o gluten de maíz, ya que estas son ricas en proteínas. Estos ingredientes se pueden agregar mezclados con el nopal o de manera separada.



Imagen: [www.elsiglodedurango.com.mx](http://www.elsiglodedurango.com.mx)

La pollinaza (excremento de pollo de engorda) también puede ser una opción como fuente de proteína y de igual manera se puede mezclar con el nopal, con la ventaja de que puede ser más barato en comparación con los otros ingredientes. La proporción dependerá de los ingredientes que se incorporen a la dieta y del estado reproductivo del animal (vacío, gestante, lactante), así como del propósito de este (producción de leche o de carne). A continuación, se muestra un ejemplo de dieta para el caso de animales de agostadero, la cual es ajustable dependiendo de la etapa de desarrollo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Dieta para ganado bovino en diferentes etapas de desarrollo suplementada con nopal y fortificada con diferentes fuentes de proteína.

Combinación	Estado reproductivo		
	Vacías	Gestantes	Lactantes
Nopal: pollinaza	85:15	83:17	80:20
Nopal: harinolina	88:15	84:14	83:17
Nopal: soya	90:10	88:12	85:15

### ¿Cuál es el valor nutricional del nopal para ganado bovino?

La principal característica del nopal es que cuenta con un elevado contenido de agua (83 a 92%) y su valor nutricional es muy variado.

El contenido de materia seca varía de 8 a 17%, el cual contiene de 4 a 12% de proteína cruda; 1.9 a 2.6 Mcal/kg de energía digestible; de 35 a 45% de fibra cruda; 29 g/100 g de carotenos y de 13 mg/100 g de ácido ascórbico.



Imagen: <https://eldiariomx.com/>

Los valores de digestibilidad son del 72% para proteína y 65 a 80% para materia orgánica. El contenido de proteína es menor al de las leguminosas forrajeras (16%), pero similar al de los pastos (6 a 8%), mientras que su elevado contenido de energía digestible lo hace comparable con el de los pastos (2.0 Mcal/kg) y la alfalfa (2.646 Mcal/kg).

### ¿Cómo se usa el nopal?

Se puede utilizar de diversas maneras, entre las más utilizadas son las siguientes:

**Picado y chamuscado:** Debido a la gran cantidad de espinas y para evitar heridas en los animales, es necesario chamuscarlas para eliminarlas y posteriormente ser cortado y picado para ser acarreado al lugar de consumo o resguardo.



Imagen: Pixabay

**Molido o licuado:** Una forma más económica de aprovecharlo es molido o licuado y ofrecerlo en comederos tipo canoa.

**Ensilado:** Para preparar el ensilado, las pencas se cortan y se pican, preferentemente a máquina, procurando que los pedazos queden de 2 a 3 cm de ancho por un máximo de 10 cm de largo. Al ensilar se combina con algún forraje seco (heno de pasto) para que absorba el exceso de agua.

**Nopal enriquecido con urea:** El enriquecimiento del nopal consiste en agregar nitrógeno (urea) y algunos minerales, como azufre y fósforo, para mejorar su aprovechamiento por el animal. Por cada 100 kg de nopal picado o molido se agregan 600 g de urea; 80 g de sulfato de amonio y 600 g de superfosfato simple disueltos en 4 litros de agua. La mezcla se puede predigerir en un biodigestor u ofrecer directamente, preferentemente después de un reposo mínimo de 2 horas.

### ¿Qué ventajas tiene el uso del nopal como forraje?

- Es una fuente de alimento en la época de sequía, cuando otras fuentes están poco disponibles.
- Alto contenido de agua.
- Se puede aprovechar en cualquier época del año.
- Posee gran adaptación a diversos tipos de clima.
- Altos rendimientos por unidad de superficie.
- Es de fácil propagación.
- Tolera podas frecuentes.
- Conserva su calidad en pie por largo tiempo.
- Mantiene alta digestibilidad en pencas maduras.

### Conclusiones

El uso de nopal como forraje es una alternativa viable para la alimentación de ganado bovino, especialmente para las regiones desérticas, semidesérticas o incluso cuando no se cuentan con los recursos necesarios para poder alimentar al ganado con forraje convencional.

El nopal tiene una gran capacidad para adaptarse a diversos climas y resistencia a largos periodos de sequía, aunado a una gran velocidad de crecimiento. No obstante, es importante considerar la necesidad de complementar la dieta del ganado con otros nutrientes y fuentes de proteína, por lo que no puede utilizarle como único ingrediente en la dieta, esto para poder evitar deficiencias nutricionales.



# Nutrición Vegetal

E S P E C I A L I D A D

POSGRADOS





ESPECIALIDAD

### La Universidad De La Salle Bajío,

a través de sus programas de Posgrado, te permite desarrollar competencias profesionales mediante una oferta académica pertinente, amplia y de vanguardia. Nuestra planta docente está conformada por profesionales en la materia, que se distinguen por su perfil académico y experiencia profesional.

## Nutrición Vegetal

Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios: Campus Campestre SEP No. 2023092.  
Programa registrado ante la Dirección General de Profesiones.

### Objetivo general

Capacitar especialistas que diseñen sistemas de nutrición vegetal a través del manejo adecuado de suelo, agua y plagas, para incrementar la producción de cultivos inocuos y de alta calidad con un enfoque sustentable.

### Dirigido a

Egresados de las licenciaturas en Agronomía, Veterinaria y Zootecnia, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Ingeniería en Administración Agropecuaria, Ingeniería Empresarial Agropecuaria, Biología, o área afines.

### Horario de clases

Viernes de 18:00 a 21:00 y sábados de 8:00 a 14:00 h

*Horario sujeto a variación según disponibilidad de docentes.*

# PLAN DE ESTUDIOS

## 1er CUATRIMESTRE

Metabolismo y Fisiología Vegetal

Análisis de Agua, Suelo y Extracto Celular e Interpretación

Edafología y Sustratos

## 2o CUATRIMESTRE

Sistemas de Nutrición Vegetal

Fertirriego e Hidroponía

Diagnóstico y Recomendación en Sitios de Producción

## 3er CUATRIMESTRE

Agricultura Orgánica

Fisiopatías

Manejo Integrado de Enfermedades

Seminario de Investigación



**Campus Campestre**

c\_magricultura@delasalle.edu.mx • Tel. (477) 710 85 00, ext. 1182 y 1582

# IMPLICACIONES DE LOS METALES PESADOS EN LA AGRICULTURA DE MÉXICO

*Parte superior de izquierda a derecha:*

**Juan Ramos Garza**

**Dr. en Ciencias Químico-biológicas**

Instituto Politécnico Nacional  
Universidad del Valle de México-Coyoacán  
juan.ramos@uvmnet.edu

**Lily X. Zelaya Molina**

**Dra. en Ciencias Químico-biológicas**

Instituto Politécnico Nacional  
Investigador Titular  
Centro Nacional de Recursos Genéticos (INIFAP)  
zelaya.lily@inifap.gob.mx

**Ismael F. Chávez Díaz**

**Dr. en Ciencias en Fitosanidad, Fitopatología**

Colegio de Postgraduados  
Investigador Titular  
Centro Nacional de Recursos Genéticos (INIFAP)  
chavez.fernando@inifap.gob.mx

*Parte inferior de derecha a izquierda:*

**Altagracia Reyes Castillo**

**Dr. en Ciencias de la Agronomía**

Universidad de Concepción en Chile  
Campo Experimental Tecomán, CIRPAC (INIFAP)  
Investigadora Titular  
reyes.altagracia@inifap.gob.mx

**Santiago Ruíz Ramírez**

**Mto. en Tecnología de Semillas**

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Investigador Titular  
Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIRPAC (INIFAP)  
ruiz.santiago@inifap.gob.mx

**Biol. Pedro Iván Martel Vargas**

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

Universidad de Guadalajara  
martelpedro@gmail.com





El suelo es un sistema multifuncional que ofrece bienes y servicios de vital importancia para el desarrollo de la sociedad. Como sustrato es el factor fundamental para la producción de cultivos, y ecológicamente es la base de la purificación del agua y de la atmósfera; sin embargo, es un recurso natural con capacidad limitada para soportar y asimilar contaminantes. Actualmente las principales actividades primarias, como la agricultura, la minería y la industria han generado conjuntamente la contaminación de los suelos por metales pesados.

Los metales pesados más comunes son plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni), cobalto (Co), cobre (Cu) y zinc (Zn). Algunos de ellos en concentraciones bajas son necesarios para el crecimiento de los organismos como plantas, microorganismos y hasta animales, ya que juegan un papel importante en procesos de óxido-reducción, regulación de la presión osmótica, interacciones electrostáticas y funcionan como cofactores enzimáticos, todos procesos importantes para la vida.

Los metales pesados pueden encontrarse de forma natural en el suelo debido a los procesos pedogénicos, es decir, a los procesos físicos, químicos y biológicos que a través del tiempo modifican materiales parentales y liberan estos minerales para formar el suelo.

Su concentración natural en el suelo es considerada como elementos "traza", ya que se presentan en concentraciones menores a 1 g/kg.

Los metales pesados se consideran contaminantes del suelo cuando:

- 1) Sus tasas de generación por ciclos antropogénicos son más rápidas que las naturales.
- 2) Son transportados de minas o jales mineros por el viento o el agua.
- 3) Están presentes en concentraciones más elevadas a las que se encontrarán por procesos ambientales naturales.
- 4) Las formas químicas en que se presentan los hacen más disponibles y tóxicos.



Fotografía: Canva





Los metales pesados en concentraciones mayores a los establecidos en los estándares nacionales o internacionales ejercen efectos tóxicos sobre los organismos. Entre los efectos tóxicos más comunes se observa la inhibición de enzimas por interacción con su estructura u otras proteínas, lo que inhabilita procesos vitales para el organismo; desplazan iones esenciales en biomoléculas lo que hace que pierdan su funcionalidad original; causan disrupción de membranas destruyendo las células; producen estrés oxidativo e interactúan con los sistemas que protegen contra el proceso de oxidación ocasionado por radicales libres.

Específicamente, la toxicidad generada en las plantas por altas concentraciones de metales pesados incluye: alteraciones en la fotosíntesis por la destrucción de las moléculas de clorofila; inhibición o retraso en la germinación y desarrollo de las plantas; reducción del área foliar por lo que el área fotosintética se limita; aumento de la permeabilidad de las membranas celulares lo que altera la capacidad de translocar nutrientes; disminución del contenido de proteínas en las hojas, lo que merma el contenido nutrimental de la planta; inhibición en la actividad de las nitrogenasas y de la nodulación afectando la capacidad de asimilar N; efecto inhibitorio en la elasticidad de la pared celular; alteración en la absorción, contenido y metabolismo de nutrientes; alteraciones en la actividad enzimática; alteración en el balance hídrico de la planta, entre otros (Baldrian, 2012).

Las fuentes de contaminación de metales pesados más comunes en el suelo destinados para la actividad agrícola son diversas:



**a) Fertilizantes.** Estos insumos agrícolas han sido utilizados de forma exitosa desde la revolución verde con la finalidad de aportar minerales esenciales a las plantas permitiendo así su buen desarrollo, no obstante, una gran cantidad de estos se agregan al suelo y además de contener nutrientes como el N (nitrógeno), P (fosforo) y K (potasio), en la mayoría de las ocasiones también contienen impurezas de metales como Cd, Pb y Hg.

**b) Pesticidas.** La industria agrícola se ha vuelto dependiente del uso de los pesticidas con la finalidad de controlar la sanidad de los cultivos. Hasta hace algunos años, estos productos contenían una gran cantidad de metales pesados. El 10% de los pesticidas aprobados en algunos países contenían compuestos de Cu, Zn, Pb, Mg (magnesio) y Hg.

El uso continuo, prolongado y de forma desmesurada de estos productos ha acarreado una gran cantidad de metales pesados que contaminan los suelos agrícolas.

**c) Sólidos y abonos.** Las enmiendas agrícolas son usadas comúnmente incorporando numerosos biosólidos en forma de abonos, compostas, lodos activados, desperdicios y subproductos de origen animal, entre otros, no obstante, estos propician la acumulación de metales como As (arsénico), Cr (cromo), Cd, Cu, Pb, Hg, Ni, Se (selenio), Mo (molibdeno), Zn, Ti (titanio) y Sb (antimonio).

**d) Minas y procesos mineros.** Los desechos de la industria minera en su mayoría son colocados en depresiones naturales y humedales, resultando en severas contaminaciones. Estas se movilizan por el suelo, el agua y el aire, además son asimiladas por los diversos organismos, lo que resulta en su transporte de forma directa o indirecta. Esto implica un gran daño ecológico alterando los ecosistemas y afectando de forma colateral la salud humana. Estas prácticas se realizan comúnmente por la industria minera, textil y petroquímica, esta última se caracteriza por liberar compuestos orgánicos que al mineralizarse liberan continuamente pequeñas cantidades de metales pesados (De Volder et al., 2003).

Fotografía: Canva





La industria minera mexicana se inició en los primeros años de la época colonial, ocasionando desde hace más de 450 años problemas ambientales en algunos distritos mineros. Sin embargo, la generación de residuos se ha agravado en las últimas tres décadas por el incremento de la actividad minera en el país. Durante los procesos de la minería, grandes cantidades de desechos se depositan en depresiones naturales o artificiales, o a cielo abierto, creándose de esa forma grandes depósitos de residuos con una gran cantidad de metales pesados, los cuales tienen una elevada probabilidad de ser dispersados por agua y aire a las zonas agrícolas circundantes (Ramos-Arroyo et al., 2006).

Los principales metales y metaloides considerados como tóxicos en suelos y aguas destinados a la actividad agrícola son:

**1.-Arsénico (As).** Considerado altamente tóxico para todo tipo de organismos vivos, las formas inorgánicas tienden a ser más tóxicas que las formas orgánicas y su biodisponibilidad ambiental siempre depende del pH del medio en el que sean liberado, de las condiciones redox y de la actividad microbiana en el suelo. En el ambiente, el arsénico se combina con el oxígeno, los cloruros y los sulfuros formando compuestos inorgánicos.

El arsénico en el ambiente se encuentra en forma de ácidos arseniosos ( $H_3AsO_3$ ), los ácidos arsénicos ( $H_3AsO_4$ ), arsenitos, arsenatos, ácido metilarsenico, ácido dimetilarsenico y arsina. La forma iónica de este elemento es muy similar a la del fósforo, lo cual permite que este entre de forma rápida a la célula, posteriormente inactiva diversas reacciones metabólicas en las que está involucrado el fósforo. Por otra parte, el arsenito tiene la habilidad de formar puentes con grupos funcionales de las proteínas.

Fotografía: INIFAP



**2.- Plomo (Pb).** El plomo puede considerarse como un elemento ubicuo de manera ambiental, es conocido por ser un metal no esencial, pero un aumento en la concentración de este puede resultar en una elevada toxicidad. Sus dos estados importantes de oxidación son el  $Pb^{+2}$  y el  $Pb^{+4}$ , el segundo es el que se distribuye ampliamente de forma natural.

El plomo se conjuga naturalmente con el cloro (Cl) y con el N, por lo que se le encuentra formando parte de cloratos, cloritos y nitratos, las sales que contienen plomo en estado  $Pb^{+2}$  son generalmente poco solubles en agua. El plomo puede contaminar fácilmente el suelo y el agua, y su procedencia se debe a los subproductos de los autos, y al polvo y al desecho de diversas industrias. Este elemento tiende a acumularse a los 20 centímetros de profundidad en el suelo y difícilmente tiende a moverse, sin embargo, a esta profundidad puede ser letal para diversos cultivos y microorganismos afectando la actividad agrícola.

**3.- Cobre (Cu).** Es un elemento presente en rocas y suelos, el cual se encuentra en forma de sulfitos, sulfatos, salicilatos y carbonatos en un 95 al 98% de su presencia total. Su capacidad de solubilizarse en cualquiera de estas presentaciones depende completamente del pH, mientras que, si forma complejos, su solubilidad dependerá de la cantidad de materia disponible del suelo. Este es considerado como un micronutriente de esencial para todo organismo vivo ya que funciona como transportador de electrones y cofactor para varias enzimas, pese a sus atributos, el cobre es letalmente tóxico en cantidades elevadas para los cultivos y el ganado.

Se ha documentado que los iones de este metal interactúan con proteínas, enzimas, ácidos nucleicos (ADN y ARN) y otros metabolitos causando alteraciones que resultan letales..

**4.-Zin (Zn).** Este elemento naturalmente forma parte de la composición de rocas y diversos minerales. La importancia de este radica en que es esencial para la replicación y transcripción del ADN, además de cumplir diferentes roles dentro de la célula, de tal manera que es necesario para el crecimiento y desarrollo de la mayoría de los seres vivos. El zinc se encuentra en altas concentraciones en asentamientos humanos por la actividad industria, a niveles a los que puede ser tóxico.

Naturalmente, estos elementos forman parte de los suelos y de los seres vivos, de tal manera que son de suma importancia para diversos procesos biológicos. No obstante, las actividades humanas los concentran de forma desmedida en suelos y aguas de tal manera que perturban el orden natural y actúan como contaminantes tóxicos letales.

De la misma manera en la que la actividad humana ha concentrado a estos metales en los suelos agrícolas, es posible revertirlo. Tomando en cuenta el daño ocasionado a los suelos por los métodos de producción masiva de productos agrícolas, los investigadores del INIFAP han dirigido sus esfuerzos a desarrollar métodos y tecnologías para disipar estas concentraciones de materiales pesados. Se inició por echar un vistazo al mismo suelo, en donde los microorganismos son omnipresentes, y los suelos contaminados con metales pesados no son la excepción. Inclusive, algunos de estos microorganismos pueden convertir los metales pesados a sus formas no tóxicas. Las tecnologías de remediación de suelos mediante el uso de seres vivos son denominadas como técnicas de "Bioremediación".

La bioremediación representa un conjunto de tecnologías de menor costo, así como una opción a largo plazo para inmovilizar contaminantes y minimizar el riesgo ambiental.



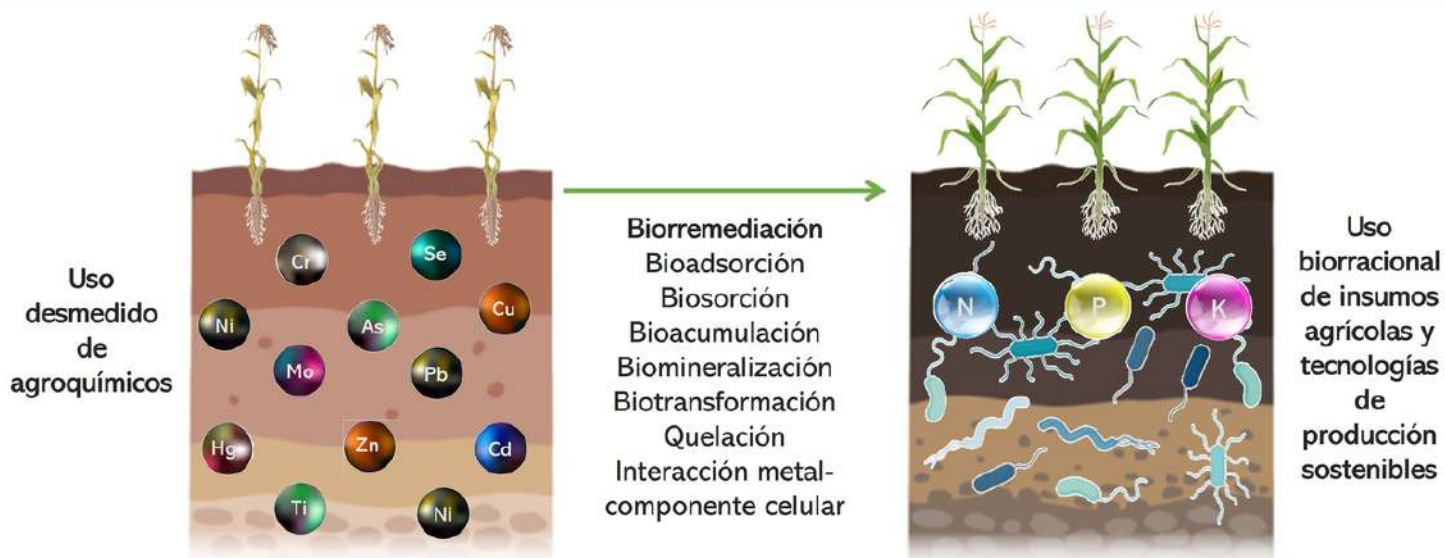
Esta emplea microorganismos, los cuales presentan capacidades metabólicas versátiles que les permite adaptarse a la presencia de los metales pesados y de alguna manera procesarlos para modificarlos de manera que no representen un peligro tóxico.

Así mismo, se pueden utilizar plantas que asociadas a diversos agentes microbianos desarrollan la capacidad de absorber, acumular o metabolizar contaminantes para estabilizar el suelo.

Así, en conjunto plantas y microbiota asociada, promueven el crecimiento de las raíces, la generación y acumulación de materia orgánica y la remoción y secuestro de sustancias tóxicas del ambiente, lo cual se conoce como fitorremediación (Zaidi et al., 2006).

La plasticidad metabólica de algunos microorganismos les permite producir enzimas que degradan los compuestos conformados por metales pesados que los hacen tóxicos; dichas enzimas como las reductasas o las transferasas les confieren resistencia hacia los metales pesados.

También son capaces de mineralizar los contaminantes orgánicos llevándolos hasta dióxido de carbono y agua. De esta forma la biorremediación puede aplicarse de forma exitosa en suelos agrícolas contaminados con metales pesados a través del empleo de microorganismos de los cuales se conoce su crecimiento, su actividad metabólica y como esta se ve alterada por los cambios ambientales. Entre los mecanismos de biorremediación desplegados por los microorganismos es posible diferenciar a la bioadsorción, la biosorción, las interacciones metal-componentes celulares, la bioacumulación, la biomineralización, la biotransformación y la quelación de metales pesados. En estos procesos los microorganismos remueven los iones de metales pesados del suelo por uso de moléculas químicas que participan en su crecimiento y desarrollo, y son capaces de disolver los compuestos metálicos por reacciones de oxidorreducción, llevándolos a diferentes estados de oxidación. Los microorganismos pueden restaurar el ambiente mediante la oxidación, la unión a componentes de la pared celular, la inmovilización, la volatilización y transformación de los metales pesados (Fang et al., 2010; Figura 1).



**Figura 1. Mecanismos de biorremediación y sus efectos sobre el suelo (Figura de autoría propia creada con Biorender.com).**

En la región pacífico centro, una de las regiones de mayor importancia en la producción agrícola de México, los técnicos del Programa Bienestar para los Productores e investigadores de INIFAP de Jalisco y Colima, han detectado problemas con metales pesados en suelos cultivados con caña de azúcar.

Específicamente, en el municipio de Tala, en el estado de Jalisco, en las localidades de Ahuisculco, el Refugio y Pacana (Castro Urdiales), entre los cuales se encontraron rangos de arsénico y mercurio de hasta 99 y 89 mg/kg de suelo, respectivamente.

En el estado de Colima, se detectaron predios de caña de azúcar con rangos por encima del límite permitido de arsénico, mercurio y vanadio; 55, 68 y 83 mg/kg de suelo, respectivamente.

Estas altas concentraciones de metales pesados influyen en el desarrollo, nutrición y por ende en la producción del cultivo; así mismo, pueden ser transportados en la cadena de consumo que se genera con el cultivo y llegar a consumo humano.

Es por esto que los investigadores del INIFAP y otros centros de investigación y educación, están involucrados en la generación de tecnologías que involucren la biorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales pesados a través del empleo de microorganismos y plantas que permitan la remoción, inmovilización o transformación de estos metales pesados, con la finalidad de mejorar la salud ambiental y promover la salud de los comensales.

### Referencias bibliográficas.

- Baldrian, P. (2010). *Effect of Heavy Metals on Saprotrophic Soil Fungi*. In: *Soil Heavy Metals. Soil Biology*, vol 19. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-02436-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02436-8_12)
- DeVolder PS, Brown SL, Hesterberg D, Pandya K. 2003. *Metal bioavailability and speciation in a wetland tailings repository amended with biosolids compost, wood ash, and sulfate*. *J. Environ. Qual.* 32, 851–864.
- Fang, LC, Huang, QY, Wei, X, Liang, W, Rong, XM, et al. 2010. *Microcalorimetric and potentiometric titration studies on the adsorption of copper by extracellular polymeric substances (EPS), minerals and their composites*. *Biores Technol.* 101, 5774–5779.
- Ramos-Arroy YR, Siebe-Grabach CD (2006) *Estrategia para identificar jales con potencial de riesgo ambiental en un distrito minero: estudio de caso en el Distrito de Guanajuato, México*. *Rev Mex Cienc. Geol* 23: 54-74.
- Zaidi S, Usmani S, Singh BR, Musarrat J (2006) *Significance of Bacillus subtilis strain SJ-101 as a bioinoculant for concurrent plant growth promotion and nickel accumulation in Brassica juncea*. *Chemosphere* 64: 991–997.



Imagen: Canva



# LOS RECURSOS FORESTALES DEL ESTADO DE GUANAJUATO COMO FUENTE DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO

***De acuerdo con el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2009-2014, cerca del 70% del territorio mexicano (137.8 millones de hectáreas) está cubierto por algún tipo de vegetación forestal: el 41% de matorrales xerófilos, 25% de bosques templados, 22% de selvas, 1% de manglares y otras asociaciones de vegetación, y 11 % de otras áreas forestales (SEMARNAT, 2021).***



**Dr. Abraham A. Arellano-Perusquía**  
Escuela de Agronomía  
Universidad De La Salle  
aarellanop@delasalle.edu.mx

Los ecosistemas y recursos forestales constituyen un bien público esencial para el desarrollo sostenible tales como la reducción de gases de efecto invernadero, causantes principales del calentamiento global, proveen servicios ambientales vitales para los seres humanos, como son la regulación del ciclo hidrológico, la disponibilidad de agua, el control de la erosión y el secuestro de carbono, así como bienes maderables y no maderables, alimentos y productos medicinales estratégicos para el desarrollo colectivo social y económico, en armonía con el medio ambiente.

Además, es importante mencionar que los árboles son de gran ayuda y utilidad en zonas urbanas, ya que protegen del ruido, regulan la temperatura, son barreras contra el viento, dan sombra y privacidad, mejoran el paisaje y retienen los contaminantes.

En el estado de Guanajuato, debido a su localización geográfica, su accidentada orografía y diversidad climática podemos encontrar diferentes tipos de ecosistemas tales como pastizales, bosques, selvas y matorrales, albergando una gran cantidad de especies de flora nativa que son fuente de alimento para fauna silvestre y personas que habitan en comunidades situadas dentro de estos, así como una importante fuente de recursos maderables y dendroenergéticos (carbón y leña), principalmente en las zonas boscosas del estado. En este sentido, las familias botánicas más representativas y de mayor diversidad florística se encuentra la familia Fabaceae (leguminosas), siendo los géneros más destacables el género Acacia (huizaches) y el género Prosopis (Mezquites), Enterolobium (parota), Calliandra, Ebanopsis (ebano), Pithecellobium, Mimosa, Senna y Erythrina (colorín), la Familia Fagaceae con varias



especies del género *Quercus* (encinos), Familia Pinaceae representada por el oyamel (*Abies religiosa*) y varias especies del género *Pinus*, Familia Burseraceae (copales) representado por varias especies del género *Bursera*, Familia Cupressaceae representado por *Cupressus* y *Juniperus*, Familia Cactaceae representado por *Echinocactus plathyacanthus* (biznaga gigante), *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Stenocereus marginatus* (pitaya), *Opuntia* (nopal) y Agavaceae representado por *Dasyllirion acrotrichum*, *Yucca filifera*, *Nolina parviflora* y varias especies del género *Agave*.

La vegetación del municipio de León varía con la altitud, desde Bosque de Encino, Matorral Xerófilo y, pastizales. En la parte norte (serrana) del municipio, se tiene una zona de reserva ecológica denominada Sierra de Lobos, área donde se encuentran distintos tipos de vegetación,

tales como el bosque de encino, bosque de encino-pino, chaparral, matorral subinerme y matorral espinoso, que cumplen con diversas funciones, como la regulación del flujo de agua hacia las partes bajas, la recarga de aguas subterráneas, la retención de suelo, la fijación de carbono y hábitat de fauna silvestre, entre otras.

Además, cuenta con una diversidad faunística importante, encontrándose 181 especies de aves, siendo algunas de ellas: Ana americana, *Branta canadensis*, *Falco peregrinus* (halcón peregrino) y *Bubo virginianus* (buho); 39 especies de reptiles: *Crotalus aquilus*, *Kinosternon hirtipes* y *Sceloporus grammicus*; 34 especies de mamíferos: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Sciurus oculatus* (ardilla) y *Leptonycteris nivalis* (murciélago).



Figura 1. Flora nativa del estado de Guanajuato: a. *Enterolobium* sp. (parota), b. *Bursera fagaroides* (copal), c. *Erythrina* sp. (colorin) y d. *Echinocactus plathyacanthus* (biznaga gigante).





En el municipio podemos encontrar una gran diversidad de flora nativa, tal como el Casahuate Prieto (*Ipomoea murucoides*), Chicalote (*Argemone arida*), Damiana (*Turnera difusa*), Encino (*Quercus sp.*), Estafiate (*Artemisa mexicana*), Gobernadora (*Brickellia veronicaefolia*), Heno (*Tillandsia recurvata*), Huizache (*Acacia farnesiana*), Laurel de la Sierra (*Misanteca capitata*), Maguey (*Agave Americana var. marginata*), Maguey de Pulque (*Agave atrovirens*), Mezquite (*Prosopis juliflora*), Nopal ardiente (*Opuntia microdasys*), Nopal común (*Opuntia hernandezii*), Nopal lasar (*Opuntia stenopetala*), Órgano (*Pachycereus marginatus*), Periquillo (*Tagetes florida*), Pirul (*Schinus molle*), Quelite (*Ambrosia artemisaefolia*) y Toloache (*Datura Stramonium*), por destacar las especies más importantes de interés gastronómico, medicinal y forestal de la región.

Por desgracia, el desconocimiento sobre la importancia y, por lo tanto, sobre el valor de los bienes y servicios que proveen los árboles y arbustos nativos en los ecosistemas antes mencionados, da paso a prácticas inadecuadas de cultivo y aprovechamiento, así como actitudes y comportamientos sociales poco favorables para la protección y conservación de los recursos forestales o el establecimiento de modelos de producción y consumo responsables con el cuidado del medio ambiente.

Por tal razón, de ahí que la participación de los diferentes actores de la sociedad sea cada vez más necesaria, con una mejor y más efectiva incidencia, no sólo en el diseño de políticas públicas, sino también en su ejecución y posterior evaluación. El cambio de uso del suelo, la tala ilegal, los incendios, las plagas y enfermedades, así como el cambio climático son los principales retos que enfrentamos en la conservación de nuestros recursos forestales.



Figura 2. Flora nativa del municipio de León, Guanajuato: a Nopal lasar (*Opuntia stenopetala*), b Huizache (*Acacia farnesiana*), c Encino (*Quercus sp.*) y d Mezquite (*Prosopis juliflora*).



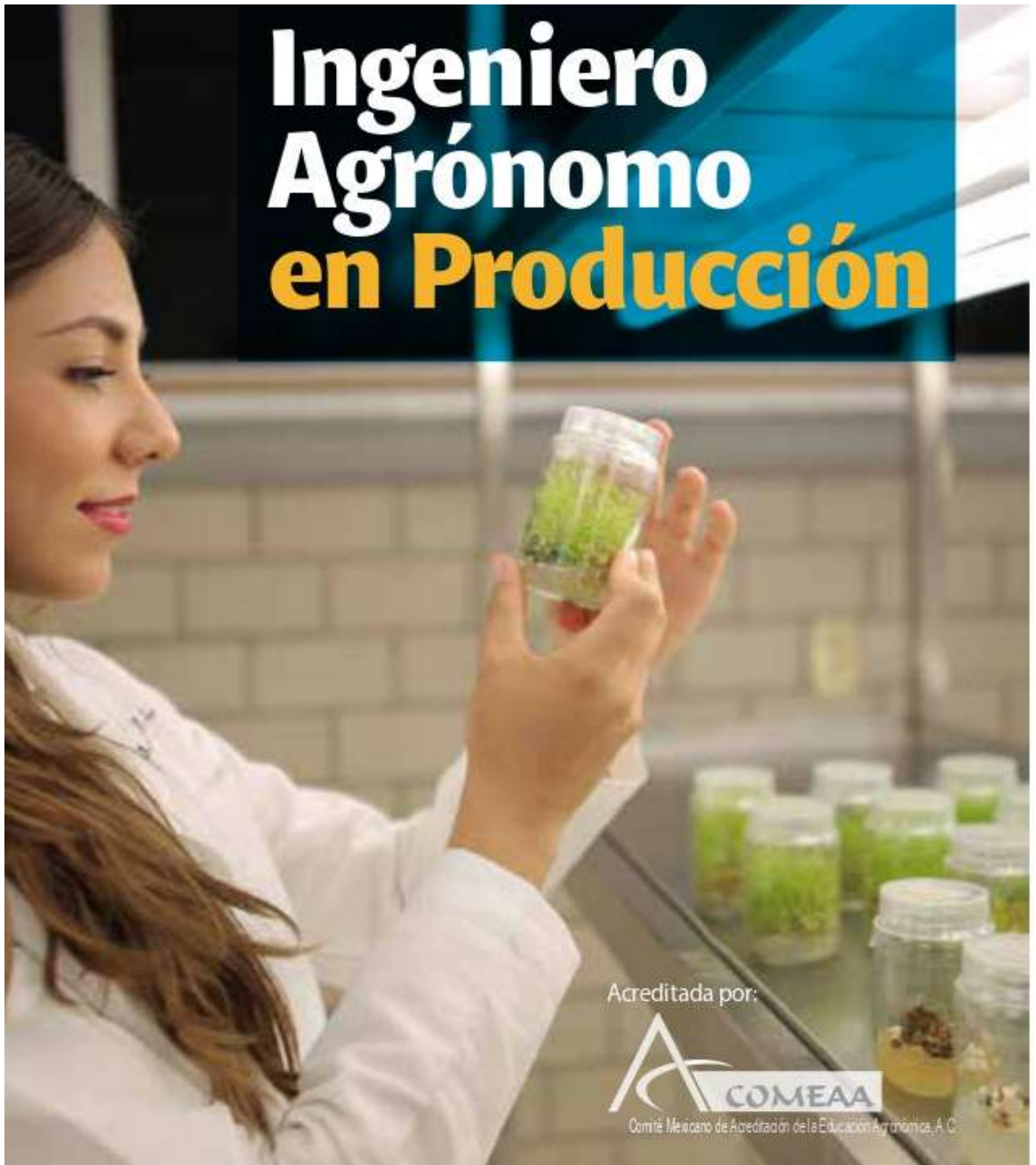
Debemos reconocer la importancia de conservar, manejar y restaurar activamente los ecosistemas en los que habitamos, así como los invaluable bienes y servicios ambientales que ofrecen estos, por lo que es urgente el desarrollo de políticas públicas específicas para promover que las comunidades que los habitan obtengan mejores oportunidades de bienestar a través de su manejo sostenible.

#### Referencias bibliográficas

SEMARNAT. 2021. *Día del Árbol en México*. Consultado el 2 de julio de 2022. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/dia-del-arbol-en-mexico-276702?idiom=es>



# Ingeniero Agrónomo en Producción



Acreditada por:



Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica, A.C.



Universidad  
**De La Salle**®  
Bajío

## ¿QUÉ HACE UN INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN?

Es un profesionalista capaz de **planear, producir, transformar y comercializar productos agropecuarios**, utilizando sistemas tecnológicos actuales, **conservando y mejorando la calidad del medio ambiente**. Tiene la capacidad de detectar y solucionar problemas técnicos, productivos, ambientales, económicos y sociales de la cadena agroalimentaria **en beneficio del ser humano y de la naturaleza**.

## ¿CUÁL ES EL CAMPO DE TRABAJO DE UN INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN?

**Producción** de cereales, hortalizas, plantas de ornato, frutales, forestales y cultivos básicos.

**Explotación** del ganado mayor como lo son ganado de leche, ganado de carne, ovinos y cabras, cerdos y aves principalmente.

**Administración** de ranchos ganaderos o de producción vegetal.

**Asesoría** para la producción vegetal en invernaderos.

**Genera** proyectos de producción agropecuaria para agricultores, ganaderos, grupos de producción como sociedades rurales, etc.

**Investigador** en áreas de producción animal o de producción vegetal. Por ejemplo mejoramiento genético, innovación en técnicas de cultivo

**Docente** en áreas químico biológicas, desde secundaria hasta posgrado.

**Responsable** de su negocio propio: agroquímicos, semillas, fertilizantes, producción agrícola, producción pecuaria (ganado mayor, abejas, aves, por ejemplo).



# ¿QUÉ MATERIAS SE CURSAN EN LA CARRERA?

Con reconocimiento de Validez Oficial de Estudios conforme al acuerdo No. 2004488 con fecha 16 de diciembre de 2004 ante la Secretaría de Educación Pública.

## PRIMER SEMESTRE

Temas Selectos de Biología  
Química Inorgánica  
Álgebra y Trigonometría  
Introducción a la Agronomía  
Comunicación Profesional  
Contexto Mundial y Nacional  
Optativa de Lengua Extranjera I

## SEGUNDO SEMESTRE

Prácticas Agronómicas  
Matemáticas aplicadas a la Agronomía  
Química Orgánica  
Maquinaria Agrícola  
Anatomía Animal  
Botánica  
Antropología Filosófica  
Optativa de Lengua Extranjera II

## TERCER SEMESTRE

Entomología General  
Hidráulica  
Topografía  
Bioquímica  
Genética  
Meteorología  
El Humanismo  
Optativa de Lengua Extranjera III

## CUARTO SEMESTRE

Estadística Agrícola  
Edafología  
Fisiología Animal  
Fisiología Vegetal  
Genotécnica  
Manejo Integral de Plagas  
Religión, Cultura y Trascendencia  
Optativa de Lengua Extranjera IV

## QUINTO SEMESTRE

Agroecología  
Química de Suelos  
Uso y Manejo del Agua  
Diseño de Experimentos  
Bromatología  
Producción de Semillas  
Fitopatología I  
El Mundo desde la Perspectiva Cristiana

## SEXTO SEMESTRE

Manejo Integral de Malezas  
Apicultura  
Enfermedades en Especies Zootécnicas  
Nutrición Vegetal  
Cultivos Básicos  
Fitopatología II  
Manejo de Poscosecha  
La Comunidad Cristiana en la Posmodernidad



## **SÉPTIMO SEMESTRE**

Nutrición Animal  
Producción de Ovinos y Caprinos  
Plaguicidas  
Agricultura Protegida  
Producción de Cultivos Perennes  
Cultivos Ornamentales  
Ciudadanía Y Responsabilidad Social

## **OCTAVO SEMESTRE**

Agricultura Sustentable  
Sistemas de Riego  
Producción Porcina  
Producción de Hortalizas I  
Taller de Agricultura Protegida  
Extensión Agropecuaria  
Ética  
Metodología de la Investigación

## **NOVENO SEMESTRE**

Uso y Conservación del Suelo  
Producción de Aves  
Producción de Forrajes  
Producción de Hortalizas II  
Cultivo de Tejidos Vegetales  
Desarrollo de Negocios I  
Ciencia, Tecnología y Sociedad  
Taller de Investigación

## **DÉCIMO SEMESTRE**

Producción de Bovinos de Carne  
Producción de Bovinos de Leche  
Biotecnología  
Procesos Agroindustriales  
Legislación Agropecuaria y Ambiental  
Desarrollo de Negocios II  
Bioética



\*Estos planes de estudio pueden ser modificados de acuerdo al ajuste curricular de la propia Universidad.



# TECNOLOGÍAS POSCOSECHA REDUCEN EL DESPERDICIO DE GRANOS Y CONTRIBUYEN A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

*El CIMMYT realiza diversas acciones que revierten el desperdicio de granos cuidando aspectos importantes para su preservación y calidad*



**Gabriela Morales Barrientos**  
**Coordinación Editorial EnIACe-CIMMYT**

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo  
CIMMYT-Editorial-Enlace@cgiar.org

Reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos representa actualmente uno de los principales retos para alcanzar la seguridad alimentaria y una prioridad para distintas organizaciones vinculadas al sector agrícola.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se estima un desperdicio global de entre un cuarto y un tercio de los alimentos producidos anualmente para consumo humano, lo que representa cerca de 1,300 millones de toneladas de alimentos, cantidad suficiente para alimentar a 2,000 millones de personas (FAO, 2022).

La pérdida de alimentos en el mundo incluye el 30% de los cereales, entre el 40 y 50% de las raíces, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas, el 20% de la carne y productos lácteos y el 35% de los pescados.

En este escenario, la FAO, insta a fortalecer las asociaciones, aumentar las inversiones públicas y privadas en capacitación de los pequeños agricultores, y en tecnología e innovación con miras a revertir la pérdida y el desperdicio de alimentos (FAO, 2020). Entre las soluciones encaminadas a frenar esta problemática están desarrollar e implementar tecnologías y prácticas para conservar la calidad y cantidad de grano y/o semilla almacenada. Tan solo en México, las pérdidas poscosecha de granos básicos como maíz, trigo y frijol alcanzan hasta un 50 % de la producción en las regiones tropicales del país. En este contexto, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) realiza diversas acciones que revierten el desperdicio de granos cuidando aspectos importantes para su preservación y calidad como el secado, limpieza, selección, clasificación, almacenamiento y control de plagas.



En el caso específico del almacenamiento, Sylvanus Odjo, coordinador de poscosecha del CIMMYT, asegura que las tecnologías herméticas son efectivas en la mayoría de los casos en los que se han implementado “Lo que estamos buscando es la tecnología adecuada para cada agricultor porque las condiciones en las tierras altas de Guanajuato no son las mismas que en la costa de Yucatán, o en cualquiera de los otros lugares en los que trabajamos”. “Notamos, por ejemplo, que en las tierras altas las plagas tienden a representar una amenaza menor para el grano almacenado, por lo que debemos usar una estrategia diferente a la que usaríamos al nivel del mar, donde la humedad puede aumentar significativamente el riesgo de que el grano se contamine”.

Entre las múltiples tecnologías herméticas para evitar pérdidas poscosecha se encuentran silos metálicos herméticos, bolsas plásticas herméticas de amarre y tipo ziploc, contenedores reciclados de almacenamiento — incluidos garrafones, barriles o botellas de plástico de PET y polvos inertes (cal micronizada y tierra de diatomeas)—.

- **Silos herméticos**

Fabricados de lámina galvanizada con cierre hermético para el acopio y almacenamiento de maíz, recomendado para agricultores de cereales y otros granos a pequeña y mediana escala. Antes de almacenar los granos es importante su secado hasta obtener una humedad límite del 14%.

- **Bolsas plásticas herméticas de amarre y tipo ziploc**

Actúan como barrera contra la humedad y los gases debido a las propiedades del plástico multilaminado utilizado para su fabricación. Protegen el ingreso de vapor de agua, favorece y preserva altas concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y bajos niveles de oxígeno (O<sub>2</sub>) creado por el metabolismo de los insectos y la respiración de la semilla o del grano almacenado.



- **Tecnologías alternativas herméticas**

Se trata de botellas, garrafones de plástico o tambos reciclados (PET) para almacenar pequeñas cantidades de trigo, maíz y frijoles secos.

Estas tecnologías alternativas son un método frecuentemente utilizado en la agricultura familiar. Son fuertes, flexibles y reciclables. Por su resistencia funcionan como barrera para la humedad y conservar los granos en buen estado.

- **Polvos inertes**

Son minerales pulverizados de baja o nula toxicidad para los organismos benéficos y para el ser humano. La cal micronizada y la tierra de diatomeas al ser diminutos fragmentos minerales, provocan la muerte de los insectos plaga por deshidratación y son considerados una alternativa para almacenar frijol y otros granos.

La efectividad de estas tecnologías de almacenamiento están respaldadas por años de investigación realizada en el CIMMYT para evitar pérdidas poscosecha y reducir el daño de las plagas en los sistemas agrícolas de pequeños productores.

En esta línea, Sylvanus Odjo, en coordinación con otros investigadores del CIMMYT evaluaron recientemente distintas tecnologías de almacenamiento en 109 localidades de 15 estados de la República (Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán) para determinar su efectividad en la reducción de pérdidas de cosecha de maíz.

Los resultados de la investigación arrojan resultados positivos, un ejemplo de ello es el uso de los polvos inertes que muestra ser una alternativa inocua y de bajo costo a los insecticidas de contacto, aunque son menos efectivos en las regiones tropicales porque su eficacia depende de la temperatura y la humedad relativa al ambiente.

Se encontró que las tecnologías herméticas como el silo y las bolsas plásticas herméticas, al igual que las tecnologías alternativas son una opción adecuada para los pequeños productores, principalmente en la reducción de daños al grano provocados por insectos y hongos, además de tener gran potencial para reducir las pérdidas de granos durante el almacenamiento.



Imagen: Propia del autor



Imagen: Propia del autor



Imagen: Propia del autor



Imagen: Propia del autor

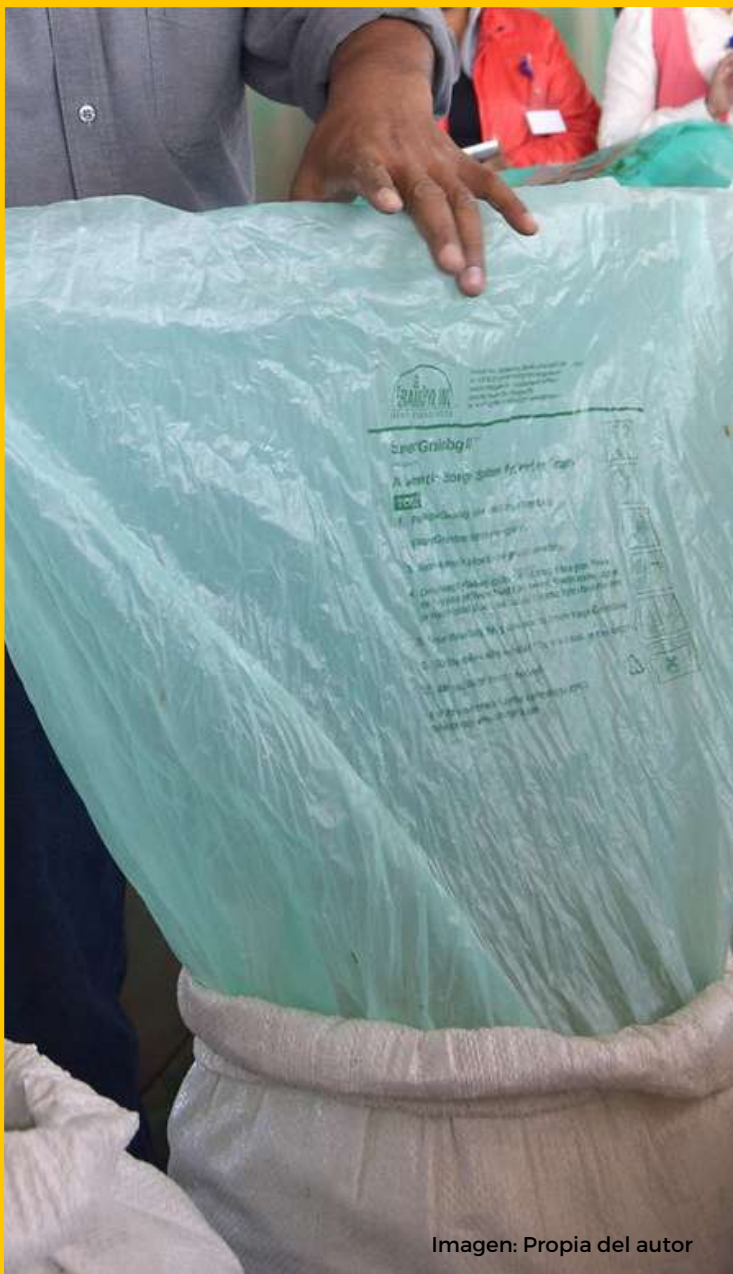


Imagen: Propia del autor

En esta dirección, el CIMMYT a través de los hubs o nodos de innovación en México, promueve prácticas poscosecha para responder a las necesidades de los agricultores. En las comunidades rurales en las que se ha identificado —a través de un diagnóstico comunitario— que las pérdidas poscosecha son un problema crítico, se han promovido soluciones a través de la implementación de módulos y áreas de extensión utilizando prototipos y comparando las prácticas convencionales de los agricultores con al menos una innovación elegida por ellos.

Otra de las acciones que el CIMMYT realiza junto con organizaciones de diversos sectores es promover la campaña #ConservaTuCosecha dirigida a productores de maíz para mejorar sus procesos a través de la capacitación y acompañamiento técnico en las siguientes prácticas:

- Manejo del cultivo en campo de manera sustentable para prevenir la infestación del grano con insectos y hongos.
- Cosecha de grano en el momento apropiado y secado con tecnología de bajo costo.
- Desgrane eficiente con tecnología accesible, reduciendo tiempos de trabajo.
- Almacenamiento del grano con tecnologías de costo accesible para mantener cantidad y calidad sin efectos adversos sobre la salud.
- Acceso a infraestructura de almacenamiento y vinculación con mercados formales de alta demanda a través de la asociatividad y la integración comercial.

De esta forma en el CIMMYT se trabaja en el desarrollo de las tecnologías y recomendaciones para productores; de las capacidades de técnicos, productores, herreros y otros actores en el sistema de poscosecha; y de los mercados de tecnologías poscosecha que abonan sin duda a la seguridad alimentaria.

## Referencias

- CIMMYT (2020). Odjo, S., Alarcon, F. *¿Es posible reducir las pérdidas poscosecha en México?* <https://idp.cimmyt.org/es-posible-reducir-las-perdidas-poscosecha-en-mexico/>
- CIMMYT (2022.) Odjo, S., González, J. *La colaboración con actores locales es clave para promover buenas prácticas poscosecha durante la pandemia de COVID-19.* <https://www.cimmyt.org/es/blogs/la-colaboracion-con-actores-locales-es-clave-para-promover-buenas-practicas-poscosecha-durante-la-pandemia-de-covid-19/>
- CIMMYT (2020). Orchardson, E. *Abriendo Camino: Sylvanus Odjo encuentra la tecnología adecuada para cada agricultor.* <https://www.cimmyt.org/es/noticias/abriendo-camino-sylvanus-odjo-encuentra-la-tecnologia-adecuada-para-cada-agricultor/>
- FAO (2022). Benítez, R. *Pérdidas de alimentos en América Latina y el Caribe.* <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>
- FAO (2020). *La pérdida y el desperdicio de alimentos deben reducirse a fin de aumentar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad del medio ambiente.* <https://www.fao.org/news/story/es/item/1310444/icode/>



# DIVERSIDAD VARIETAL DE MANGOS MEXICANOS



**Norberto Navarrete Martinez**  
Escuela de Agronomía  
Universidad De La Salle Bajío  
nnm71969@udelasalle.edu.mx

El mango es el fruto tropical más consumido por los mexicanos. Su origen se encuentra en Asia meridional en el este de India. Fue introducido a México por los portugueses y españoles a fines del siglo XVIII, la primera variedad consumida en nuestro país fue el mango Manila, el cual llegó al puerto de Acapulco, en el Estado de Guerrero, de donde posteriormente se expandió a todas las costas del país.

Los estados con mayor producción de mango son Guerrero, Chiapas, Michoacán, Oaxaca, Jalisco, Sinaloa, Colima, Nayarit y Veracruz.

En México hay aproximadamente 20 variedades de mango, de las cuales varía el total de su producción, pero todas son consumidas ya sea de manera directa o por sus derivados y productos como jugos, pulpa, deshidratado, ates, dulces, entre otros.

Las principales variedades producidas en nuestro país son los mangos Ataúlfo, Manila, Haden, Tommy, Kent, Keitt y Manila rosa, aunque hay diversas variedades que aunque no son comerciales o de amplia distribución, son consumidas de manera local, abonando a la soberanía alimentaria de las diferentes regiones y localidades.

Las características de las variedades más importantes en México son las siguientes:

**Mango Manila:** Su peso oscila entre los 180 gr y los 550 gr; la cáscara es verde al cortar del árbol, lisa no muy gruesa y de numerosas lenticelas (pequeños puntos de color amarillo al madurar); tiene un contenido moderado de jugo y fibra de baja firmeza, es considerado uno de los mangos más dulces. Esta variedad es muy productiva, la cual logra hasta tres o cuatro cosechas al año en el Estado de Guerrero. Esta producción tiene como principal destino es el mercado nacional debido a su corta vida de anaquel.

**Mango Ataúlfo:** El primer árbol de esta variedad creció de manera natural en los alrededores de Tapachula, Chiapas, desconociéndose sus progenitores; sin embargo, su nombre se debe a un productor de nombre Ataúlfo Morales Gordillo. El fruto es de larga vida de anaquel y por sus características es el mejor mango para exportaciones, una gran parte de la producción de esta variedad tiene como destino distintos países entre los que Estados Unidos figura como el principal consumidor (Saavedra,2022).



**Mango Haden:** en algunas regiones de México se le conoce como mango “petacón”. Se obtuvo de una semilla del cultivar Mulgoba plantada en 1902 por el capitán J.J.Haden en Coconut Grove, Florida. El fruto es de tamaño mediano a grande de forma oval y “regordeta”; el color de fondo es amarillo con chapeado rojo carmesí y numerosas lenticelas blancas; tiene buena resistencia y larga vida de anaquel, por lo cual, es un gran candidato para exportación.

**Mango Tommy:** Se obtuvo de una plántula de mango Haden plantada en el condado Browar, Florida, en 1922. Esta variedad se introdujo a México en la década de los setenta; la fruta es ligeramente larga y llega a pesar hasta 700 gr; el color de fondo va de un amarillo naranja o rojizo brillante a rojo oscuro con zonas rojizas que cubren la mayor parte de la fruta; es resistente al daño mecánico y es considerado apto para exportación.

**Mango Kent:** La variedad Kent tiene su origen de una semilla del cultivar Brooks sembrada en 1932 en Miami Florida. Se considera como la mejor variedad de maduración intermedia, de amplia aceptación en el mercado nacional e internacional; tiene un peso promedio de 680gr; es muy susceptible a la antracnosis; es de color amarillo verdoso con un rojo oscuro; se le llega a conocer como mango tardío y se ocupa especialmente para la industria de mango en almíbar debido a la pulpa baja en fibra y su excelente sabor.

**Mango Keitt:** Se obtuvo de una plántula de la variedad Mulgoba que se sembró en 1939 en Homstead, Florida. Fue introducido a México por productores en la década de los cincuenta; la fruta es grande y pesa de 700 gr a 1 kg, lo que lo hace una fruta de gran tamaño; la cáscara es gruesa de color amarillo con zonas ligeramente color rosa; la pulpa es jugosa sin fibra y de sabor dulce. Este mango se cosecha una vez por año principalmente en los meses de septiembre a diciembre; tarda de 6 a 7 meses para el corte; es uno de los principales mangos idóneos para la industria de la deshidratación de tipo tardío.

**Manila rosa:** Se desconocen sus progenitores; fue seleccionada y colectada en El Rosario Sinaloa en la década de los años 60; su calidad comestible es buena; su peso promedio es de 205 gr a 550 gr; la cáscara es amarilla con chapeado rojo claro; la pulpa es anaranjada dulce de buen sabor. Esta variedad no es muy conocida en el mercado nacional ya que la mayoría de la producción es de exportación por su larga vida de anaquel y buen sabor.

Fotografía: Propia del autor





Aunque las variedades anteriormente descritas son de amplia importancia comercial, existen otras variedades que, aunque son menos conocidas son ampliamente consumidas en el territorio nacional, entre estas podemos mencionar a los mangos de las variedades Irwing, Sensación, Corriente, Chapetiado, Diplomático, Lucio, Corazón, Canto, Manzanillo Núñez, Granada, Zill, esmeralda, Florigón, Galindo, Fabián, Chausa y Bombín.

La razón por la cual son menos comercializadas, radica en que su producción es baja, y aunque no son óptimas para su comercialización como fruta, son ampliamente consumidas en las diferentes localidades de nuestro país. Algunas de estas variedades son ampliamente utilizadas en la industria de elaboración de jugos.

Fotografía: Golden Mexican Mangos

## **POR TODO ESTO ES QUE EN MÉXICO SE PRODUCEN EN LA ACTUALIDAD LAS VARIEDADES**



**MANILA, ATAULFO, HADEN, KENT, TOMMY ATKINS, KEITT, SENSATION, ZILL E IRWING.**

El productor de mangos Gamalier González Domínguez, quien cuenta con 10 hectáreas de cultivo de mango de las variedades Ataúlfo, Manila, Haden y Criollo en la comunidad del Ticuí, en el Estado de Guerrero, en una entrevista mencionó que de acuerdo a su experiencia la mejor variedad de mango es el Ataúlfo.

Explica que considera que esta variedad tiene un alto contenido de pulpa, una larga vida de anaquel y a su conocimiento, es ampliamente utilizado en la industria restaurantera. A su consideración, el mango Manila rosa, ha tenido una gran aceptación y se ha popularizado en el mercado ya que fue de los primeros en distribuirse. Argumenta que según su experiencia esta variedad es muy noble, ya que, si cuenta con buenos cuidados, su producción puede ser considerablemente alta. Por otra parte, mencionó que el mango corriente o criollo tiene una buena aceptación entre los turistas que visitan la zona de Guerrero en la que radica, y que también es ampliamente consumido por los locales.

El productor Gamalier González manifestó: “el mango producido en las huertas está destinado para la venta en las centrales de abastos en la Ciudad de México y León Guanajuato, y a mi consideración, los mangos Ataúlfo, Manila, Hayden y Manila rosa, son los mejores en calidad, sabor y remuneración”.

Actualmente la producción de mango en México es de suma importancia ya que genera empleos y divisas para el país. El mango es una fruta muy querida y altamente consumida por los mexicanos y extranjeros, por lo cual tiene una excelente expectativa de crecimiento ya que las crecientes demandas en el extranjero fomentan su producción. México se ha consolidado como el sexto Productor mundial de mango, ya que tan sólo en 2019 se observó un nuevo máximo en sus exportaciones con un total de 450 mil 524 toneladas. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).

#### Referencias:

Yahia, E.M. Ornelas Paz, J.J. & Ariza Flores, R. (2006). *El mango*. Primera edición. Editorial Trillas.

Saavedra Alemán, T. (2022), *Origen del mango ataulfo, una fruta 100% mexicana, México desconocido*, <https://www.mexicodesconocido.com.mx/mango-ataulfo.html>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (03 de julio de 2021), *El mango, producto estrella en México*, Gobierno de México, <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-mango-producto-estrella-en-mexico>



Fotografía: Pexels





# MUNDO

## GASTROALIMENTARIO



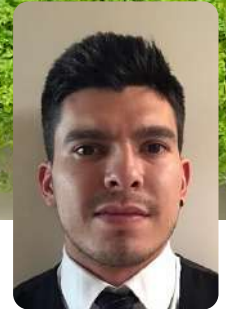
**EN COLABORACIÓN CON LA  
FACULTAD DE TURISMO Y  
GASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD  
DE LA SALLE BAJÍO**



# MICROGREENS



Fotografía: Pexels



**Arnoldo Cuéllar Gutiérrez**

**Facultad de Turismo y Gastronomía  
Universidad De La Salle Bajío.  
pollo.cuellargtz@gmail.com**

**¿Alguna vez te ha pasado por la mente el querer comer sano?** O simplemente aumentar tu consumo vegetal, pero no te gustan las verduras, ni eres fan de comer hortalizas.

En este artículo te platicare sobre un superalimento que posee demasiadas propiedades benéficas para tu cuerpo y además tiene una gran variación que si pruebas uno y no te gustó, puedes seguir probando, pues hay una gran variedad de este superalimento.

Estoy hablando de los microgreens, se han vuelto tendencia en la vida fitness y también han sido recomendadas por nutriólogos, doctores y expertos en la salud. Este tipo de mini hortaliza pareciera que es una plantita más, un germinado arrancado del suelo, sin embargo, no es así. Estos microgreens contienen un gran número de vitaminas y minerales que benefician al cuerpo humano casi en su totalidad, yendo desde mejorar nuestra capacidad cognitiva hasta la prevención de enfermedades.

Cabe mencionar que el cultivo de estos microgreens son la alternativa perfecta para optimizar el consumo de hortalizas en la sociedad. Lo mejor de todo es que no necesitan de un gran espacio para poder ser cultivadas, basta con un lugar limpio, libre de insectos, químicos u otros factores que puedan dañar la producción; también requieren de un sustrato orgánico, hidratación y por supuesto una gran observación para detectar inconformidades de la plantita.

## **¿Qué es un microgreen?**

Más específico, un microgreen es la primera plántula, está lista cuando salen las dos primeras hojas del tallo, a estas dos hojas se les conocen como cotiledones, está a su vez se encargan de proveer a la planta, mediante la fotosíntesis, la energía necesaria hasta que pueda obtener energía por sí sola del suelo.

## **¿Cuál es la diferencia entre un microgreen y un brote?**

La diferencia entre un microgreen y un brote, reside en el momento de la recolección, el brote se recolecta cuando la especie aún no ha sacado sus dos primeras hojas, en cambio el microgreen, como ya se había mencionado, se recolecta cuando sus cotiledones están en su punto (aproximadamente de tres a cuatro semanas, dependiendo de la variedad).

## Beneficios de consumir microgreens.

La Sociedad Internacional para la Ciencia Hortícola ha establecido que la importancia nutricional de los microgreens va más allá de la creencia popular sobre si una plantita en desarrollo joven puede llegar a nutrir tan bien como una en su completo desarrollo.

Los fitonutrientes, sustancias químicas presentes en las plantas, verduras y frutas, estos aportan color, sabor y protección contra rayos UV, bacterias y plagas. Estos fitonutrientes también pueden ser nuestros aliados, al consumir microgreens le aportamos a nuestro cuerpo elementos buenos para la salud, por ejemplo, antioxidantes, compuestos fenólicos, vitaminas y minerales. Aunque también se ha demostrado que el consumo de estos superalimentos reduce el riesgo de padecer ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardiacas.

### Principales aportes nutricionales

Ya hablamos de los beneficios que trae a nuestro cuerpo el consumo de microgreens, ahora enfatizamos en algunos de los elementos que son de más interés:

**Betacaroteno:** este antioxidante modula la sensibilidad al sol en personas fotosensibles, potencia el bronceado, es amable con la vista, favorece la función cognitiva y facilita el buen funcionamiento del sistema inmune. Está de sobra aclarar que en cuanto a las plantas, aporta el pigmento de cada una de ellas.

**Vitamina K:** esta ayuda al cuerpo a construir huesos y tejidos saludables a través de las proteínas, ayuda a coagular la sangre en heridas.

**Vitamina C:** protege el tejido conectivo de los vasos sanguíneos, es decir, previene el envejecimiento prematuro, apoya en la absorción de otras vitaminas y minerales, es un antioxidante. Previene enfermedades degenerativas, tales como la arteriosclerosis, cáncer, demencia, entre otras. Tiene un papel fundamental en la formación del colágeno, previene el escorbuto, polio y hepatitis.

**Vitamina E:** esta se encuentra en alimentos vegetales ricos en grasas, es decir, las oleaginosas, aunque también se puede encontrar en menor grado en granos de cereales. Su beneficio está destinado al sistema circulatorio, es también un antioxidante, ayuda y previene problemas oculares, previene el parkinson, ayuda a nivelar el colesterol, acelera el crecimiento del cabello y previene la demencia.

Fotografía: Canva





A continuación dejo una tabla que nos muestra algunos microgreens que cuentan con una mayor cantidad de los elementos mencionados con anterioridad.

Vitamina C	Vitamina K	Vitamina E
Acerola	Espinaca	Soya
Brócoli	Brócoli	Brócoli
Espinaca	Kale	Espinacas
		Trigo

### Cultivo de microgreens.

Se produjo un auge de cultivo de microgreens en el último quinquenio, pero no es tan fácil como hacer un agujero en la tierra y echar la semilla, al contrario, se necesita de un cuidado total y observación continua. Se requiere de una hidratación necesaria y justa, sustratos para expandir las raíces y por supuesto luz solar.

Algunas empresas han logrado industrializar el cultivo del microgreen para proveer a restaurantes, cadenas gastronómicas, etc.

Los cultivos más solicitados y con mayor índice de producción son los siguientes:

Espinaca	Rúcula	Rábano	Kale
Remolacha	Apio	Lechuga	Amaranto
Mostaza	Repollo	Acerola	Trébol rojo
Trigo sarraceno	Brócoli	Soya	Albahaca

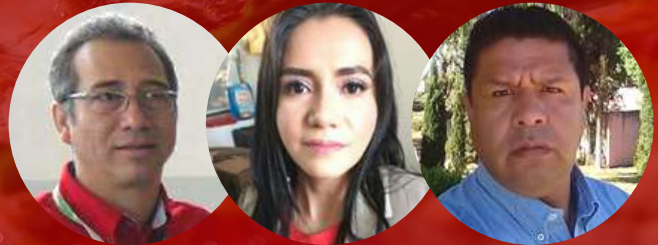
### Su consumo.

El consumo de este alimento debe ser en crudo, pues de esta manera no se ven afectadas sus cualidades, se le puede añadir algún aderezo al gusto. No obstante su uso dentro de la rama gastronómica ha ido expandiéndose, usado tanto para decorar platillos elaborados, platillos gourmet, en la coctelería, en comida rápida e incluso se han llegado a comercializar como platillo único, armando una ensalada muy completa en vitaminas, minerales y proteínas, que esto último proviene del extra de pollo o carnes rojas en la ensalada.

El sabor de los microgreens es muy similar al de sus versiones maduras, sin embargo, el sabor de algunos de estos se potencializa, algunos ejemplos son la acerola, remolacha, rábano y capuchina.



# ACRILAMIDA: UN RIESGO LATENTE EN LOS ALIMENTOS ASADOS, FRITOS Y TOSTADOS EN LA REGIÓN DE ZAMORA, MICHOACÁN.



*De derecha a izquierda.*

**Dagoberto Rodríguez Gutiérrez**  
**Maestro en Seguridad Alimentaria**

Investigador Titular  
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, México  
dagoberto.rg@zamora.tecnm.mx

**Vania S. Farías Cervantes**  
**Dra. Ciencias en Ingeniería Bioquímica**

Investigador Titular  
Instituto Tecnológico de Tlajomulco, México  
vania.fc@tlajomulco.tecnm.mx

**Isaac Andrade González**  
**Dr. Ciencias en Ingeniería Bioquímica y Alimentos**

Investigador Titular  
Instituto Tecnológico de Tlajomulco, México  
Isaac.ag@tlajomulco.tecnm.mx



Los alimentos son susceptibles a contaminación, ya sea por la presencia o formación de sustancias tóxicas, que se han añadido durante su procesamiento o bien generadas por los microorganismos que los acompañan. Es de suma importancia que los nutrientes que porta el alimento se mantengan de forma natural y adecuada para ser consumidos, de tal manera que aporten un beneficio al comensal.

No obstante, los ingredientes añadidos, el exceso de temperatura y los tiempos de cocción prolongados, son factores que inciden en la conformación de sustancias que pudieran resultar perjudiciales para la salud humana.

Entre estas sustancias, se encuentra la acrilamida, la cual, es un compuesto orgánico, hidrosoluble, de bajo peso molecular que se forma de manera natural en los productos alimenticios al exponer los alimentos ricos en almidón, pero con contenido bajo de proteínas a los procesos de cocción con temperaturas mayores a los 100°C como la fritura, el asado, el tostado y el horneado. Aunque también puede formarse en productos con altos contenidos proteicos a los que se les han añadido azúcares.

Es importante detallar cómo se genera la acrilamida como agente tóxico en los alimentos; su formación tiene lugar principalmente en la superficie del alimento, donde se alcanzan con mayor rapidez las temperaturas en las cuales sucede su formación. Por lo general, el interior de los alimentos no alcanza dichas temperaturas, aunque esto depende en mayor medida de su grosor o por que el tiempo de cocción no es el suficiente para que el interior se vea afectado (Rúa, 2016).

Es de reconocer, que el tiempo de exposición es un factor importante, sobre todo cuando la temperatura de cocción excede los 120°C, ya que a estas temperaturas se propicia la pérdida de nutrientes y la formación de un color marrón o pardo en la superficie del alimento, a lo cual se le conoce como reacción de Maillard.

Esta reacción engloba un conjunto de reacciones químicas que suceden en la superficie del alimento que se generan entre las proteínas y los azúcares a altas temperaturas y que dan paso al desarrollo del color, sabor y olor a tostado, que son muy deseables en los alimentos, pero que, a su vez, forman acrilamida.



Imagen: Canva

La acrilamida se puede generar durante los procesos de cocción en papas fritas, café instantáneo, pan tostado, cereales, carnes asadas y galletas entre una lista interminable de alimentos.

Entre otras toxinas alimenticias conocidas que se generan por acción del calor se incluyen las nitrosaminas, carcinógenos que se forman en las carnes y quesos conservados con nitritos, y que se incrementan al freírse.

Las aminas heterocíclicas, carcinógenos formados en la carne bien cocida, frita o asada a las brasas, y el furano y su derivado, hidroximetilfurfural, que se encuentran en muchos alimentos; como jugo de frutas, leche, miel, bebidas alcohólicas, e incluso algunos estudios indican que pueden estar presentes en cigarrillos.

En gran medida estas son toxinas, así como la acrilamida, son consideradas toxinas hepáticas (Zepeda, 2018), es decir, que inducen la inflamación del hígado y que tienen un gran potencial de inducir cáncer en el comensal. En el 2002, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) llevaron a cabo una consulta acerca de los “efectos sobre la salud de la presencia de acrilamida en los alimentos”, el descubrimiento de la formación involuntaria de acrilamida en algunos alimentos cocidos es motivo de preocupación, ya que la acrilamida puede producir efectos cancerígenos y genotóxicos en el ser humano, según estudios realizados con animales expuestos a dosis elevadas.

Además, se sabe que tiene acción neurotóxica para las personas, de acuerdo con el Codex Alimentarius (2004). En la actualidad, las condiciones de vida de los individuos determinan la capacidad de tener acceso a alimentos con diferentes niveles de calidad nutricional e inocuidad, es decir, influye directamente en sus hábitos nutricionales, los cuales inciden directamente en su estado de salud, y en los estados de sobre peso y obesidad.

De igual manera, los individuos se encuentran expuestos al consumo de diferentes niveles de acrilamida según sus hábitos nutricionales. La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), hace referencia a que los diversos casos de cáncer asociados a la ingesta de acrilamida dependen y varían de acuerdo a la cantidad estimada de acrilamida ingerida y el tiempo de exposición a este agente.

Así mismo, aclaran que una vez ingerido el alimento con este compuesto, avanza hacia el tracto gastrointestinal en donde es absorbido y posteriormente distribuido a los órganos en donde se metaboliza (AESAN, 2020).

Concluyen mencionando que la acrilamida contenida en los alimentos sin duda es un factor que pone en riesgo la salud pública. Zamora, Michoacán es una ciudad en donde es habitual el consumo de alimentos tradicionales como las carnitas de cerdo, la carne asada, las papas fritas y el café soluble o instantáneo, alimentos que muestran niveles elevados del contenido de acrilamida.



En un estudio realizado por los profesores-investigadores de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Estudios superiores de Zamora (IIA-ITESZ), se entrevistó a diversas familias tomando el testimonio y medidas de peso y estatura de personas mayores de 30 años. Se observó que el peso promedio en hombres es de 86.71 kg y en mujeres de 72.35 kg, en función a su altura y edad, se determinó que el 98.25% de la población encuestada tiene problemas de peso y obesidad. Así mismo, en sus testimonios, estos manifestaron un consumo constante de los alimentos antes mencionados. El 61% acordaron preferir el consumo de carne sobre cocida (figura 1 y 2), el 28% cocida y el solo el 11% a término medio, además el 36% de los encuestados consumen papas fritas (figura 3), pan tostado y café soluble (figura 4) con regularidad.

Sumado a esto, el 15% de las familias entrevistadas menciona que alguno de sus miembros ha padecido cáncer o que padece alguna enfermedad no transmisible asociada a la alimentación. Estos testimonios revelan que, en la zona de Zamora Michoacán, es altamente posible que los problemas de salud concurrentes sean ocasionados por los hábitos alimenticios regionales.

Figura 1. Carne asada a fuego directo en la que se observa que la cocción ha sido prolongada y a temperaturas altas por el desarrollo de vetas de color marrón en la superficie de la carne (fuente: Patricia Martínez).



Figura 2. Carnitas de cerdo. Platillo emblemático de Michoacán en el que la carne es cocinada por tiempo prolongado y al cual se añade azúcar, jugo de naranja o refresco de cola dependiendo de la receta familiar, lo que propicia que ocurra la reacción de Millard por lo que la corteza de la carne desarrolla un color pardo, el olor y sabor característico del platillo (fuente: recetasdex.es).



Figura 3. Papas fritas a la francesa. Papas en cortes finos fritas en aceite a temperatura elevada por lo que desarrollan la formación de una costra crocante en la que se observa una coloración más oscura que la papa cruda natural (fuente: Jeralí Jiménez).



Figura 4. Café tostado y molido momentos antes de la preparación de la infusión.

El color oscuro del grano tostado y el olor característico posiblemente se asocien al contenido de acrilamida en el alimento (fuente: istock).



El consumo continuo de este tipo de alimentos representa un factor de riesgo para la población de desarrollar enfermedades asociadas a los hábitos alimenticios.

Es posible calcular este factor de riesgo en función a las concentraciones de mg/Kg de acrilamida contenida en un alimento por los días/semanas por los que es consumido.

Para lo cual se emplea la curva de la "no detección de efectos adversos a la salud" y la "dosis más baja con la que se observan efectos adversos" (por las siglas en inglés "No Observed Adverse Effect Level" NOAEL y "Lowest Observable Adverse Effect Level" LOAEL), que permite determinar el grado del factor de riesgo en que el contenido de acrilamida pudiese afectar a la salud humana con respecto a la dosis-respuesta (figura 5).

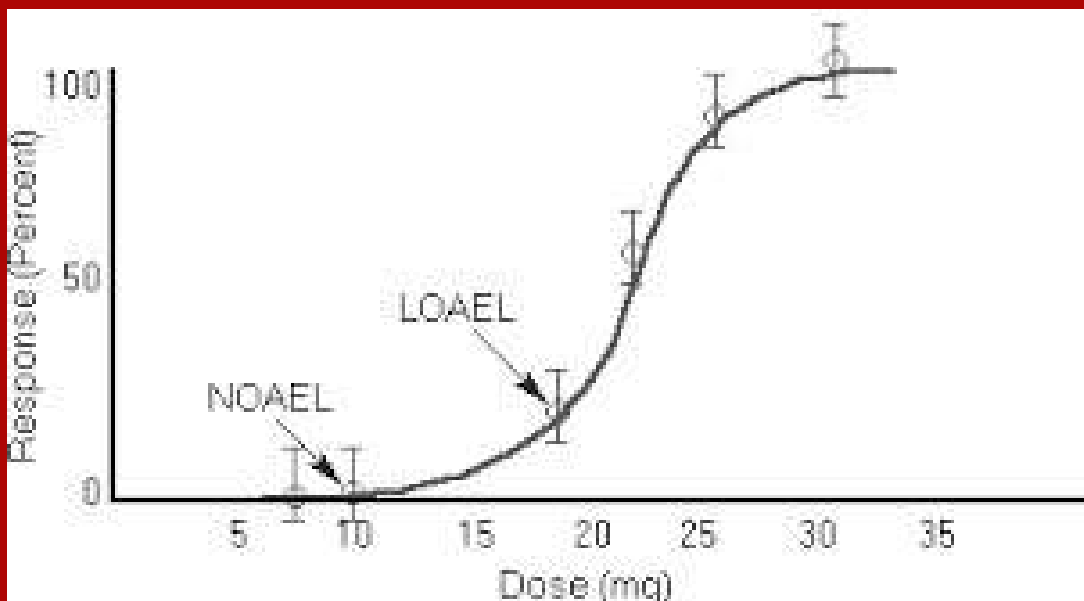


Figura 5. Curva de NOAEL y LOAEL. Curva utilizada como referencia para determinar el riesgo representado por el contenido de acrilamida en mg contenido por un alimento para generar un efecto adverso a la salud del comensal (Fuente: Universidad de Panamá).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el 2019 informó que la esperanza de vida en el Estado de Michoacán para mujeres es de 77.2 años y para hombres de 72.2 años, manifestando que las principales causas de muerte son enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos. En respuesta, los investigadores de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Tecnológico de Zamora y el Tecnológico de Tlajomulco, buscan promover una alimentación adecuada para lograr un estado de bienestar que satisfaga las necesidades en la sociedad zamorana tomando en cuenta el estado nutricional y de inocuidad de los alimentos artesanales consumidos en la zona. A través de la determinación del riesgo que implica el consumo de los alimentos mencionados utilizando la curva NOAEL-LOAEL, la investigación para implementar el control térmico en el procesamiento de los mismos y el desarrollo de métodos de cocción prolongada y tostados que eviten la formación en cantidades elevadas de acrilamida, estas instituciones pretenden contribuir al bien estar regional dado que en México se carece de un reglamento de control en la elaboración de alimentos con alta formación de acrilamida durante el proceso de cocción.

### Referencias

- Aesan. (2020). *Acrilamida*. Ministro de Consumo, 1-5, Recuperado; [http://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subdetalle/acrilamida.htm](http://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/acrilamida.htm).
- Codex Alimentarius. (2004). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1-18.
- Inegi. (2019). *Información por entidad*. Obtenido de Michoacán de Ocampo: <http://www.cuentame.org.mx/monografias/informacion/mich/poblacion/dinamica.aspx?tema=me&e=16>
- Rúa, L. (2016). *Riesgos y alertas Alimentarias, La Acrilamida*. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, 1-20, Recuperado; <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LETICIA%20RUA%20TAVIRA.pdf>.
- Zepeda, G. A. (2018). *Ingesta de Acrilamida en Adolescentes de Nivel Secundaria*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 1-48.



# CAPULHUAC, LA MECA DE LA BARBACOA



Ignacio López Moreno  
Universidad Autónoma Metropolitana  
i.lopez@correo.ler.uam.mx

## ***La barbacoa, patrimonio biocultural de Abya Yala***

Hay pocas tradiciones tan mexicanas como desayunar unos tacos de barbacoa con consome un domingo en familia. Ya sea en un tianguis, en casa o en un puesto de una calle cualquiera; con salsa roja o verde, acompañados de un atole o de un refresco. Este acto es parte de la cotidianidad de muchas familias del centro de nuestro país, y el origen de este platillo se remonta a tiempos de la Abya Yala.

La técnica de la barbacoa fue práctica cotidiana en muchas comunidades y pueblos de nuestro continente siglos antes de la llegada de los europeos. Si seguimos los trabajos de los arqueólogos e historiadores centrados en el territorio del México actual, podemos encontrar dos versiones del origen de la palabra barbacoa.

La primera que proviene del maya Baalbak'Kaab (carne tapada con tierra) y, la segunda, que se origina del taíno caribeño Barabicu (carne cocinada sobre andamios de madera) (Katz, 2019).

Esto nos habla de cómo este manjar es como cualquier otro platillo, un gran viajero. Pero si ampliamos la mira, podremos ver que también existen términos y referencias en lugares tan dispares como el río Guayas en el Ecuador o en las tierras de las primeras naciones de Canadá.

Más allá de su extensión geográfica y cultural, la barbacoa es una técnica de cocina que implica un sistema de cocimiento por calor indirecto. Para esto excavan la tierra hasta formar un hoyo profundo, en la base se colocan brasas de leña, a su vez encima de estas ponen planchas de piedras muy calientes, sobre las piedras va la carne y hojas frescas de plátano.

La hecha en el centro del país en lugar de usar hojas, utilizan pencas de maguey, ya que era una planta muy común, se le agrega a la carne epazote, chiles, chilaca, sal, ajo y cebolla.



A la llegada de los españoles se introdujeron distintos animales exóticos para los pueblos mesoamericanos, como por ejemplo cerdos, caballos, vacas, borregos y cabras. Junto con estos animales los españoles también trajeron sistemas de producción innovadores como la mesta o los sistemas de trashumancia.

Durante los siglos de la colonia, la expansión ganadera se reprodujo de manera fructífera en la zona centro del país, especialmente desde la actual Ciudad de México, Puebla, Tlaxcala hasta los pastizales del Alto Lerma, siendo lugares con condiciones favorables para alimentar rebaños menores y mayores.

Este proceso de introducción de técnicas y animales tuvo un movimiento en ambos sentidos, plantas y técnicas de cultivo como el jitomate o el maíz eran importadas con más o menos éxito en los campos del viejo mundo, aunque a veces dejando atrás los saberes que las hacían tan sabrosas y nutritivas, como fue el caso del maíz y la enfermedad de la pelagra (deficiencia en vitamina B3). Durante varios siglos la ida y vuelta de semillas y animales enriqueció tanto Europa como América, y al mismo tiempo permitió la diversificación de estos en nuevas razas y variedades, cuando la selección y saber hacer de múltiples personas las fueron adaptando a nuevos ecosistemas y paladares.

La barbacoa es un claro ejemplo de esta transformación, y Fray Diego de Sahagún la nombra en 1540 cuando referencia la preparación de la carne en el tomo tercero de su Historia General de las Cosas de la Nueva España: “La preparación de la carne se podía hacer a través del asado a fuego directo de la misma, su cocimiento al vapor, guisada con chiles, tomates o pepitas, y por supuesto se asaba bajo la tierra en un horno subterráneo (barbacoa) (De Sahagún, 1540:55).

Hoy día, la barbacoa llega a prepararse principalmente de tres formas: en hoyo, en horno y en bote. La barbacoa de hoyo consiste en excavar un hoyo de aproximadamente de un metro de profundidad forrado hasta su tercera parte con piedras o ladrillos para que al momento de prenderlo se conserve el calor. En la técnica con horno se usa una estructura similar al horno de pan, el cual se cubre con papel aluminio para conservar el calor, y unas veces se construye en alto y otras en el suelo. Mientras que la técnica de hervido consiste en que la carne se cuece en un perol de acero inoxidable, se monta la carne con los ingredientes y se deja hervir dependiendo del tipo de animal y la utilización de leña o gas según convenga. Sea cual fuere el procedimiento, una vez cocinada la carne y los ingredientes se saca el jugo producido por la cocción de la carne, que es la base y principal ingrediente del consomé que tradicionalmente acompaña el taco de barbacoa.



El municipio de Capulhuac se encuentra localizado en el área central del Estado de México, ocupa el lugar 19 de los 125 municipios que conforman dicha entidad. Limita al norte con el municipio de Ocoyoacac; al sur y al este con el municipio de Tianguistenco, también limita al oeste con el municipio de Lerma y Tianguistenco. Capulhuac fue fundado en el año 1425 por algunas familias matlatzincas y una nahua que se asentaron en la ribera del río San Juan, al oriente de la gran laguna de Chignahuapan. No obstante, debido a la fauna que cohabitaba ahí, emigraron al sur, estableciéndose en el actual centro del municipio. Hacia el año 1476 este pueblo, como otros aledaños, fueron conquistados por el Imperio Mexica y quedó sujeto a la provincia tributaria de Cuahuacan hasta el fin de la época prehispánica. Durante la Colonia formó parte del arzobispado de la Capital y quedó sujeto a la encomienda del Marquesado de Toluca. En la actualidad la población total del municipio es 32,203 personas, y se trata de un municipio, que a diferencia de otros pertenecientes al Estado de México y debido a su fuerte economía, no presenta mucha movilidad o emigración de su población.

La barbacoa que se prepara actualmente en el municipio de Capulhuac es producto del mestizaje gastronómico generado en la época colonial antes referido. Es un platillo que sustituyó a los elaborados con productos de la Ciénega de Lerma. Para principios del siglo XX, la prolífera reproducción de los magueyes favoreció la elaboración de pulque en grandes cantidades, suceso clave para el desarrollo comercial del municipio, junto con la adquisición de ganado ovino para distribuir su lana en Gualupita y elaborar ropa, mientras que la carne era aprovechada para la barbacoa, lo cual sustituyó los guisos con productos lacustres. Cabe señalar que el cambio del paisaje lacustre fue debido a la orden del Gobierno Federal que, en 1942, supuso el entubamiento de las lagunas del Alto Lerma con la finalidad de abastecer la creciente demanda de agua de la capital del país. Este cambio de paisaje fue un duro golpe para esta comunidad, pero lejos de amedrentarse, supieron ver una oportunidad para poner la semilla de una actividad que les marcaría hasta el día de hoy.

De acuerdo con la tradición oral de Capulhuac, la venta de barbacoa tomó relevancia cuando en 1947 el señor Felipe Pulido comenzó a vender su producción en la Ciudad de México. Se dice también que en ese mismo año el señor Pedro Zamora enseñó el oficio a sus tres hijos expandiendo el negocio por distintos lugares de la Ciudad. El sistema de producción y venta de barbacoa encajó también poco a poco con una población que venía del campo a la ciudad, y que encontraba en este y otros platillos un camino emocional a sus orígenes.





La barbacoa de Capulhuac tiene como principal fortaleza la patrimonialidad familiar y su trabajo colectivo. Esto se muestra tanto en el reparto de tareas entre generaciones y géneros, como la herencia del derecho de dominio en tianguis y mercados. No se trata solamente de transmitir el conocimiento técnico, sino las habilidades en los diversos controles implícitos en el oficio. Es un recurso estratégico y táctico que se cuida sigilosamente, la mayoría de las veces de manera transgeneracional. Se trata de una herencia cultural de normas y habilidades. Entre 1960 y 1970 la consolidación del mercado fue importante pues en la Ciudad de México y Morelos ya había muchos puestos ambulantes y la mayoría de estos surgieron cuando los ayudantes de los dueños iniciaron su propio negocio cubriendo otras regiones. Debido a la demanda de carne la producción de ganado ovino, caprino y porcino incrementó, además en el municipio había dos curtidurías, las cuales procesaban buena parte de las pieles que salían al sacrificar borregos y cabras, estas pieles se enviaban a San Mateo Atenco y León. Si miramos los datos nacionales, desde 1970 hasta 2019 la producción de carne de ovino tuvo un crecimiento anual sostenido de 2,2% de media anual, y el consumo per cápita pasó de 467g a 567g. Pero si incluimos dos datos más comprenderemos la magnitud de este platillo en nuestro patrimonio alimentario: se consumen unas cien mil toneladas de carne de ovino al año en nuestro país, y entre el 90 y el 95% se consume en barbacoa (Isla-Moreno et al., 2020).

Los estados de México e Hidalgo destacan con el 29 por ciento del total de la población ovina nacional, lugares que tradicionalmente concentran una gran parte de la producción, el comercio y la transformación de la carne. Particularmente, en Capulhuac, Estado de México, se sacrifican entre 40 y 60 mil animales por mes, provenientes de Querétaro, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Coahuila y del mismo Estado de México. Debemos tener en cuenta que 15,000 cabezas semanales suponen un volumen anual de 30,000 t en vivo, y unas 13,000 t en canal. Este volumen da trabajo a unas 4,000 familias que trabajan en el pueblo en diversas actividades primarias y secundarias de este producto estrella. Dicho en otras palabras: Capulhuac no es la cuna de la barbacoa, pero es la Meca; y su cotidianidad y vida depende y gira en torno a ella como veremos a continuación.







## La barbacoa como tótem y fuente de identidad

La producción de barbacoa en Capulhuac está caracterizada por ser una actividad familiar, y por el hecho de que cada familia tiene su forma de “hacer la barbacoa”. Esta forma de hacer es una receta que pasa de generación en generación, y es aprendida en el traspatio y en el puesto. Cada familia ha establecido formas y criterios particulares que le dan un sazón único y una calidad particular a cada puesto, lo que se convierte en un sello de garantía para las familias que acuden a esos puestos cual parroquianos a su iglesia.

El saber hacer de la barbacoa se adquiere mayormente desde el trabajo en la casa, ya que en la mayoría de los casos es una actividad que se realiza en el mismo hogar, pero no son pocas las personas que comenzando de chalanes acaban emancipándose y abriendo su propio puesto. Una constante que existe en los vendedores de la barbacoa es que al casarse una pareja si alguno de los integrantes del matrimonio no se dedica a la barbacoa, se introduce en el negocio y lo aprende, dejando incluso su trabajo anterior, como nos relató un informante durante la entrevista:

*“Pues yo creo que tiene poco, desde que me casé con mi esposa me empecé a dedicar a esto porque anteriormente yo no me dedicaba a este tipo de negocio, que serán unos dieciocho años, diecinueve años. [...] yo al juntarme con mi esposa dejé mi trabajo y como sus papás de mi esposa se dedicaban a la barbacoa, pues me empecé a endrogar con ellos, a trabajar.”*

Las familias barbacoeras de Capulhuac han repetido y perfeccionado por décadas los procesos para preparar su producto. Hoy día este platillo es algo más que una actividad económica, es una forma de vida. Si bien se han adaptado a lo largo del tiempo en la forma de transportarla (de carretas a camionetas), siguen manteniendo la forma de preparar la barbacoa y la forma de presentarla, lo cual se ha legitimado y convertido en su sello de garantía y calidad.

### Referencias

·De Sahagún, F. B. (1540). *Historia General de las Cosas de la Nueva España*. Tomo III. México. Recuperado de: [www.HistoriaDelNuevoMundo.com](http://www.HistoriaDelNuevoMundo.com)

·Isla-Moreno, A., Barrera-Perales, O. T., Aguilar-Ávila, J., & Muñoz-Rodríguez, M. (2020). *Análisis financiero y económico en la elaboración y venta de un platillo tradicional: el caso de la barbacoa de ovino en México*. *Custos e Agronegócio*, 16(1), 100-119.

·Katz (2019) "Olla, comal y horno de barbacoa. Técnicas de cocción de la cocina ritual mixteca". *ITINERARIOS*, 29, pp. 119-149


·Las fotos de este artículo son de autoría propia



# MUNDO

## AGROBIOTECNOLÓGICO





EN COLABORACIÓN CON  
AGROBIOTECNOLOGÍA DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR,  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



# EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES EN ARAÑA ROJA



Licenciatura en Agrobiotecnología  
Centro Universitario del Sur  
Universidad de Guadalajara

*Arriba de izquierda a derecha:*

**Argelia del Toro Ochoa**

[argelia.dochoa@alumnos.udg.mx](mailto:argelia.dochoa@alumnos.udg.mx)

**Andrea L. de la Torre Sedano**

[liliana.delatorre@alumnos.udg.mx](mailto:liliana.delatorre@alumnos.udg.mx)

**Johanna López Díaz**

[johanna.lopez@alumnos.udg.mx](mailto:johanna.lopez@alumnos.udg.mx)

*Abajo de izquierda a derecha:*

**Oscar M. Rodríguez Sánchez**

[oscar.rsanchez@alumnos.udg.mx](mailto:oscar.rsanchez@alumnos.udg.mx)

**Cristhian Anguiano Martínez**

[cristhian.anguiano@alumnos.udg.mx](mailto:cristhian.anguiano@alumnos.udg.mx)



## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TOXICIDAD DE EXTRACTOS ETANOLICOS DE AJO (*Allium sativum*), CHILE (*Capsicum annuum*) Y CANELA (*Cinnamomum verum*) EN ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*) EN CULTIVOS DE FRAMBUESA (*Rubus idaeus*)

### INTRODUCCIÓN

El ácaro *Tetranychus urticae*, que es conocido comúnmente como arañita o araña roja, representa un peligro latente para más de 1,100 especies de plantas y más de 200 tipos de cultivos en todo el mundo (Infoagro 2020).

Lo que convierte a esta especie en altamente riesgosa es su alta capacidad de introducción y establecimiento en los cultivos; las razones que benefician dicha capacidad son:

- i) muchas especies son altamente polífagas, pueden alimentarse de plantas vecinas tales como malezas y aumentar el reservorio para colonizar el cultivo cuando sea establecido;
- ii) poseen alto nivel de desarrollo y fecundidad; una hembra puede ovipositar de 50 a 100 huevos a lo largo de su vida;
- iii) su ciclo de vida es muy corto (de huevo a adulto 5-20 días) llegando a acortarse según las condiciones ambientales;
- iv) facilidad de dispersión, pueden viajar por acción del viento o de manera pasiva por las plantas herramientas y ropa;
- v) presentan partenogénesis arrenotoca, lo que implica que una hembra puede transmitir sus genes de resistencia a las siguientes poblaciones (NAPPO 2014).

El control químico es el método más utilizado para su control (abamectina, diazinon, bifentrina, etc); sin embargo, el uso excesivo de estos productos y un mal manejo de los mismos ha ocasionado la aparición de resistencia en poblaciones. En la actualidad se han identificado poblaciones resistentes a más de 30 organofosforados y carbamatos (Intagri 2017).

Para un control efectivos ha popularizado la implementación de control biológico con microorganismos y el uso de extractos botánicos con capacidad de repelencia o toxicidad sobre la plaga, lo cual contribuye a formar una alternativa eficaz y ecológica que cuida del cultivo y el medio ambiente.

El ajo (*Allium sativum*) es bastante conocido y comercializado por su capacidad antifúngica y antimicrobiana; sin embargo, se debe destacar su poder para combatir plagas. *A. sativum* pertenece a la familia botánica de las Liliaceae que tiene el reconocimiento de producir compuestos azufrados (alicina), que causan efectos sobre la plaga; tales son: inhibición de oviposición, repelencia, inapetente, acción ovicida, mortalidad larvaria y toxicidad (Intagri 2017).

Por otro lado, el metabolito secundario llamado capsaicina (derivado de compuestos capsaicinoides, producidos por la especie *Capsicum annuum*) es conocido y usado desde la antigüedad como forma para repeler insectos. Actualmente, investigaciones han revelado que la capsaicina posee efectos de toxicidad y alimentarios sobre las plagas en las que se usa, siendo la principal función de este compuesto la de causar excitación provocando vulnerabilidad frente al uso de otros plaguicidas (Intagri 2018).

Por último tenemos el extracto de canela, que es quizá el más conocido por su efecto insecticida y acaricida. La canela se obtiene de la planta *Cinnamomum verum*, la cual produce compuestos como cinnamaldehído y ácido cinámico que provocan repelencia, alimentación negativa y mortalidad en las plagas. Su modo de acción se basa en causar excitación en el sistema nervioso, inhibiendo la alimentación y producción de feromonas sexuales, lo cual disminuye el apareamiento.

Con el fin de probar las propiedades de los extractos mencionados anteriormente, se realizó una mezcla de los 3 extractos y se evaluó su efecto de toxicidad sobre araña roja en ensayos biológicos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo como parte de las actividades del programa de Agroquímicos, en el Centro Universitario del Sur (CUSUR) de la Universidad de Guadalajara, sede Cd. Guzman Jalisco, en Junio de 2022.

#### **Elaboración de extractos**

Se pesaron 300 g de ajo (*Allium sativum*) y 300 g de chile (*Capsicum annuum*); se licuó con un litro de alcohol (96°); cada cantidad por separado, se dejaron en reposo 24 h para después obtener el extracto por filtración, utilizando una malla de tul.



Para la elaboración del extracto de canela se pesaron 150 g de varas de canela (*Cinnamomum verum*); posteriormente se trozaron y depositaron en un contenedor con un litro de alcohol (96°) y se dejó reposar en un sitio oscuro durante 15 días para después colar el contenido y reservar solo el líquido.

A continuación se mezclaron los extractos botánicos: 300 mL de extracto de ajo (*Allium sativum*), 300 mL de extracto de chile (*Capsicum annuum*), 150 mL de extracto de canela (*Cinnamomum verum*) y 250 mL de solvente (agua); para utilizarlo como plaguicida contra ácaro *Tetranychus urticae* conocido comúnmente como araña roja.

### Establecimiento de ensayos

Se asperjaron un total de 16 hojas de Frambuesa (*Rubus idaeus*) plagadas de araña roja provenientes del campo.

Cada hoja en promedio, contenían entre 120 arañas, sin conocer el estadío. El experimento se llevó a cabo en un diseño de bloques completamente al azar bajo condiciones controladas donde cada hoja fue colocada en cajas Petri; dividido en 4 tratamientos con 4 hojas cada uno:

- T0: Testigo (Aspersión con Agua)
- T1: Control (Aspersión con Abamectina)
- T2: Comercial (Aspersión con Gamma)
- T3: Formulación (Aspersión con Extracto botánico)

La variable a medir fue el número de arañas vivas por tratamiento contabilizadas 24 h después de la aspersión de los tratamientos. También se utilizó la fórmula de Abbot para el porcentaje de mortalidad encontrada por tratamiento.

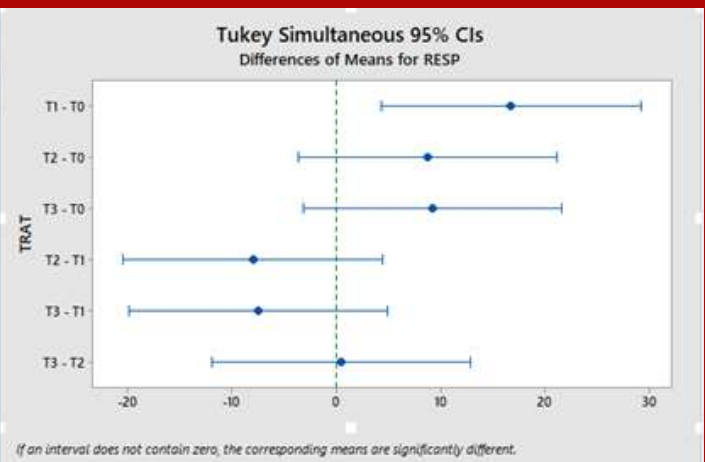
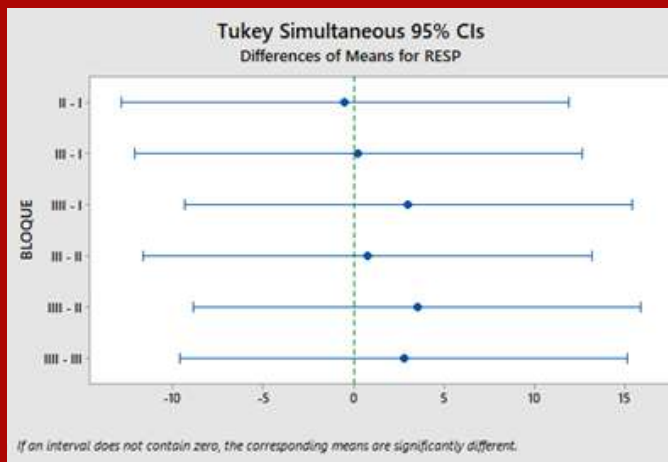
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Efecto de toxicidad como insecticida en *Tetranychus urticae*

El análisis de varianza mostró que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos T2 y T3, pero aun así se decidió realizar las pruebas de Tukey con un alpha de 0.05 y como se puede observar en las gráficas el tratamiento T0 (Testigo) y T1 (Abamectina) muestran una diferencia más significativa entre sí, sin embargo, el tratamiento T2 (Gamma) y T3 (Extracto botánico) muestran una gran similitud, lo cual significa que la eficacia de estos dos insecticidas es muy parecida en su efecto contra *Tetranychus urticae*.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
BLOQUE	3	29.69	9.896	0.32	0.814
TRAT	3	563.19	187.729	5.98	0.016
Error	9	282.56	31.396		
Total	15	875.44			



## Porcentaje de mortalidad

Los cálculos de porcentaje de mortalidad se muestran en el cuadro y figura a continuación

Tratamiento	Número de individuos vivos antes del tratamiento	Número de individuos vivos después del tratamiento	Porcentaje de mortalidad
T0	120	108	10%
T1	120	41	65.84%
T2	120	73	39.17%
T3	120	71	40.84%

Se puede observar que el mejor tratamiento fue el químico [(T1) (abamectina)] pues se obtuvo casi un 70% de mortalidad; mientras que los tratamientos a base de extractos orgánicos mostraron un comportamiento muy similar siendo la formulación realizada por el equipo ligeramente más efectiva pero esta diferencia no representa una diferencia estadística significativa.



## CONCLUSIÓN

- Se observó un efecto de toxicidad en los tratamientos Gamma ® y la formulación de extractos acuosos 30-30-15.
- No se observó diferencia significativa entre el tratamiento de extractos acuosos y Gamma ®.

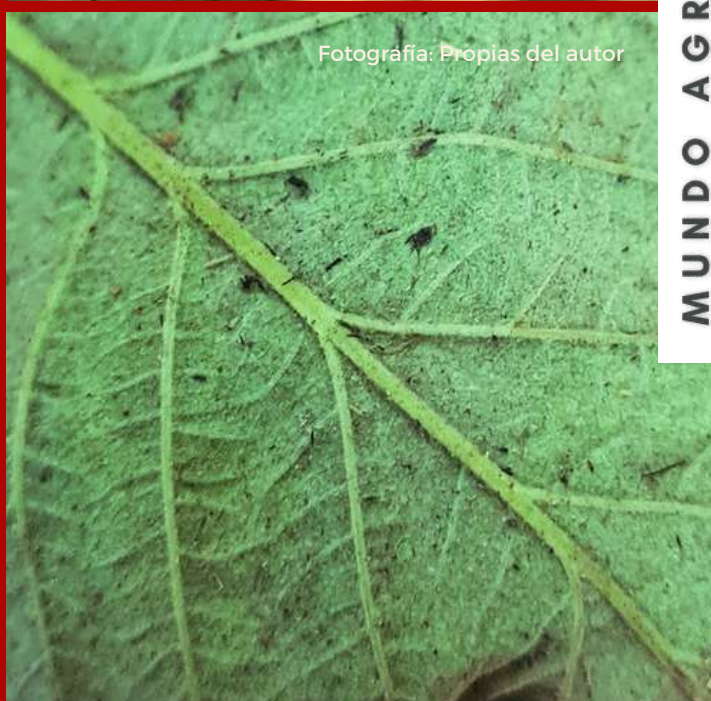
## REFERENCIAS

- Koppert. (s. f). Araña roja. Recuperado en 18 de mayo de 2022 de <https://www.koppert.mx/retos/aranas-rojas-y-otras-aranas/arana-roja/>
- INFOAGRO. 2020. La plaga de araña roja. Recuperado en 18 de mayo de 2022 de <https://mexico.infoagro.com/plaga-de-arana-roja/>
- NAPPO (2017). Identificación morfológica de las arañas rojas (Tetranychidae) que afectan a las frutas importadas. Recuperado en 18 de mayo de 2022 de [https://mail.nappo.org/application/files/6015/9353/4536/DP\\_03Tetranychidae-s.pdf](https://mail.nappo.org/application/files/6015/9353/4536/DP_03Tetranychidae-s.pdf)
- INTAGRI. 2017. Manejo Integrado de Araña Roja en Hortalizas Bajo Invernadero. Serie Fitosanidad. Núm. 78. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- Recuperado en 18 de mayo de 2022 de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-arana-roja-en-hortalizas-bajo-invernadero>

Fotografía: Propias del autor



Fotografía: Propias del autor



Fotografía: Propias del autor





# EFECTO ANTIFÚNGICO IN VITRO DE EXTRACTOS DE GOBERNADORA (LARREA TRIDENTATA) PARA LA INHIBICION DE FUSARIUM SP.



Licenciatura en Agrobiotecnología  
Centro Universitario del Sur  
Universidad de Guadalajara

Arriba de izquierda a derecha:  
**Juana Jazmín Gómez Cano**  
juana.gomez7306@alumnos.udg.mx

**Andrick González Cortés**  
andrick.gonzalez@alumnos.udg.mx

**Jaime García Contreras**  
jaime.garcia2999@alumnos.udg.mx

Abajo de izquierda a derecha:  
**Jairo Josué Guzmán Cervantes**  
jairo.guzman8558@alumnos.udg.mx

**Raúl Alejandro Chacón Ortiz**  
ralejandro.chacon@alumnos.udg.mx

**Jennifer Jaramillo Robles**  
jennifer.jaramillo4091@alumnos.udg.mx

## INTRODUCCIÓN

El género *Fusarium sp.* es un hongo que se encuentra ampliamente distribuido en diferentes hospederos, desde hortalizas, gramíneas, ornamentales, frutales y hasta forestales, estos hongos tienen micelio bien desarrollado, filamentoso y septado, son considerados de gran importancia agrícola debido a que puede provocar pérdidas del más del 90% de los cultivos, reduciendo el rendimiento de la planta y la calidad de la cosecha, principalmente afecta cereales de invierno (Kazan y Gardiner, 2017) y a una amplia gama de cultivos, entre los más importantes se encuentra el maíz (*Zea mays L.*) trigo (*Triticum spp.*), avena (*Avena sativa L.*) y cebada (*Hordeum vulgare L.*), infecta específicamente ciertas partes de ellos, como granos, plántulas, mazorcas, raíces o tallos (DGSV-CNRF, 2020).

Para controlar las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos comúnmente se utilizan fungicidas químicos, pero han representado un problema y riesgo para la salud de las personas y también contribuyen al aumento de la contaminación ambiental. Es por ello que se han buscado nuevas alternativas que no sean tóxicas para la salud, económicas y eficientes para el control de hongos fitopatógenos, se ha observado que algunos metabolitos secundarios de las plantas pueden tener características anti fúngicas, haciéndolas aptas para el control de plagas y enfermedades.

Las plantas aromáticas cuentan con metabolitos secundarios que son responsables de su olor (terpenos), pigmentación (quinonas y taninos) y sabor (terpenos). Algunos de los extractos de esas plantas son la mezcla de varios compuestos, como terpenoides y fenoles, a los que se les atribuyen propiedades antisépticas, antifúngicas, antioxidantes y antitumorales (Bañuelos et al. 2018).

La planta comúnmente conocida como gobernadora (*Larrea tridentata*) es un arbusto perennifolio, nativa del sureste de Estados Unidos y ampliamente distribuida en México, se caracteriza por sobrevivir en ambientes hostiles y por su resistencia a plagas y enfermedades. Entre los metabolitos más prometedores y ampliamente reportados de *L. tridentata*, se encuentran: ácido 3'-demetoxi-6-O-demetilisoguaiacina, ácido 3'-O-metildihidroguaiarético, ácido meso-dihidroguaiarético y ácido tetra-O-metilnordihidroguaiarético. Estos metabolitos presentan actividades antibacterianas, antiprotozoarias, antihelmínticas, antifúngicas, antivirales, anticancerígenas y antioxidantes (Melo et al. 2021).

Uno de los compuestos fenólicos bioactivos más estudiados es el ácido nordihidroguaiarético (ANDG), es un antioxidante que se encuentra en la resina de las células cercanas a las capas epidérmicas de las hojas y tallos.

El contenido de ANDG en los extractos de *L. tridentata* tiene un efecto en el control de hongos fitopatógenos (Peñuelas et al. 2017).

Las propiedades antifúngicas de *L. tridentata* han sido corroboradas con trabajos desde hace aproximadamente 40 años mediante ensayos in vitro con al menos 17 hongos fitopatógenos de importancia en el área agrícola, entre los que se encuentra *Fusarium sp.* (López et al. 2005; Lira-Saldivar et al. 2006)

El objetivo del presente trabajo fue determinar y evaluar la aplicación de los extractos vegetales de *L. tridentata* en comparación con un producto químico, para observar la eficacia de los compuestos fitoquímicos de la planta para inhibir el crecimiento de *Fusarium sp.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

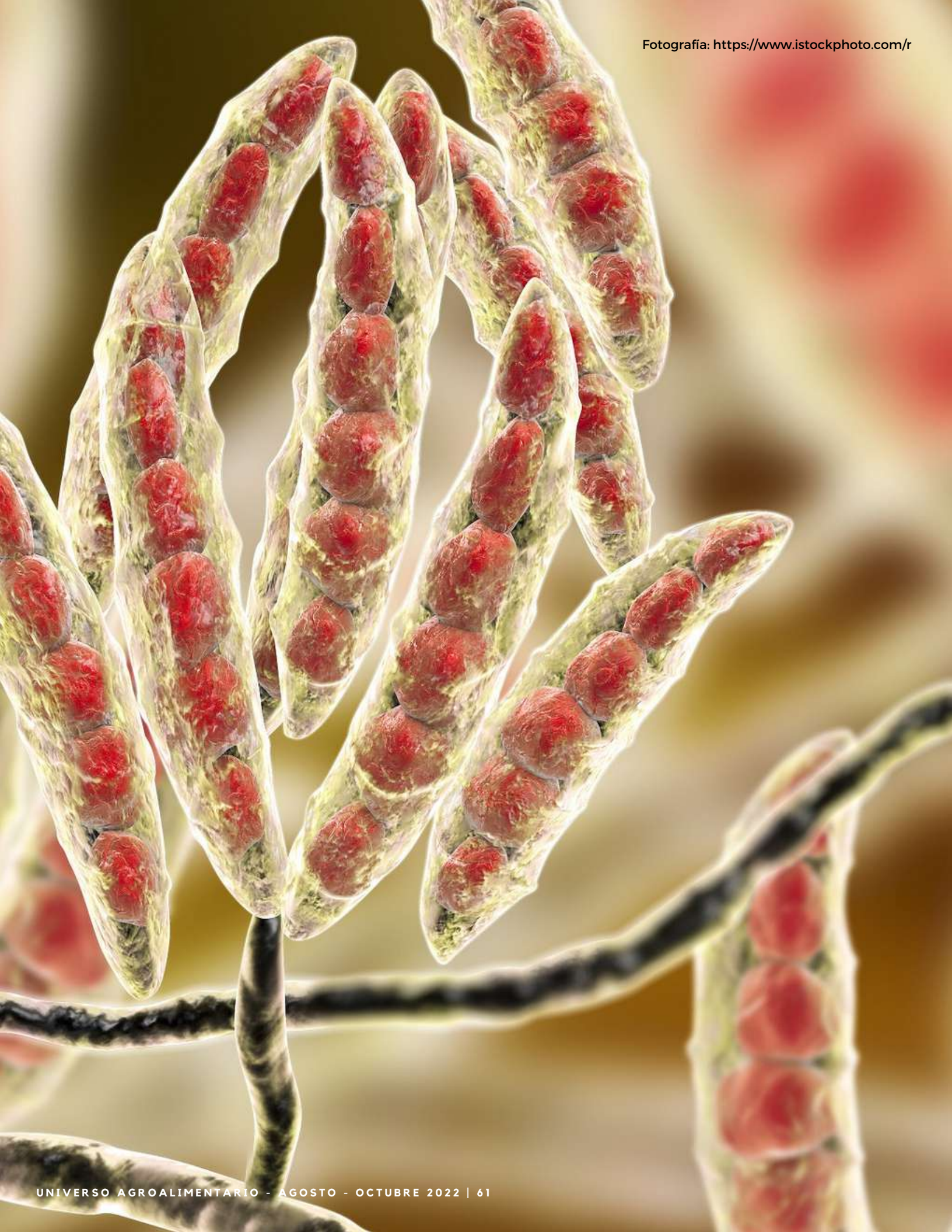
Se hizo una colecta de plantas de gobernadora (*L. tridentata*), obteniéndose el material en Ciudad Guzmán, Jalisco, México. La corroboración de la especie se realizó mediante una investigación bibliográfica sobre las características morfológicas de la planta. Posteriormente la muestra se limpió cuidadosamente para separar las hojas a partir de las cuales se realizaron los extractos.

### Preparación de extractos botánicos

El material se secó a temperatura ambiente bajo sombra durante aproximadamente una semana. Posteriormente las hojas se lavaron primero con agua de la llave para retirar impurezas y daños, después con agua destilada, posteriormente se aseptizarán con hipoclorito de sodio al 1.5% por 5 min, y posteriormente se enjuagaron con agua destilada.

Se prepararon dos concentraciones, para el primer extracto el cual fue a una concentración de 15%, para ello se utilizaron 30 g de hojas en 200 mL de agua destilada, para la elaboración del segundo extracto para la concentración a 30% se utilizaron 60 g de hojas en 200 mL de agua destilada.





Se utilizó la técnica de maceración, la cual consiste en dejar el material vegetal en un medio líquido durante aproximadamente 10 días en plena oscuridad, haciendo constantes movimientos del líquido diariamente.

El extracto obtenido se filtró en un paño de algodón y después con papel filtro esto se repitió 3 veces.

Una vez obtenidos los extractos, estos fueron esterilizados con ayuda de una autoclave a 121°C, y a 2 bar de presión por 30 min, posteriormente se colocaron en frascos estériles y se mantuvieron a 4 °C hasta su empleo.

### Preparación del inóculo

El hongo del género *Fusarium sp.* fue obtenida previamente, y se cultivó sobre placas con agar papa dextrosa (PDA).

### Evaluación de la actividad fúngica

Se realizó la técnica de dilución en el agar, esta consiste en preparar en matraces cierta concentración del tratamiento, la cual en este caso fueron los extractos junto con una cantidad de agar, de esta manera queda una mezcla homogénea entre el PDA y cada uno de los tratamientos (extracto en agua destilada, al 15 y al 30%) a una concentración de 10 mL de extracto por cada 100 mL de PDA, es decir al 10% v/v, la mezcla se realizó cuando el PDA estaba a una temperatura aproximada de 50°C, una vez hecho esto, la mezcla se volvió a esterilizar en una autoclave con la finalidad de evitar contaminaciones.

Posteriormente cada mezcla se vertió en placas Petri y una vez que el agar se solidificó se inocularon las placas colocando al centro una porción de la cepa. Se obtuvieron 6 repeticiones de cada extracto. Para el tratamiento químico se preparó un litro de fungicida, a la concentración de 0.5 mL L<sup>-1</sup>, a cada caja Petri se agregaron la cantidad de 0.25 mL, teniendo 6 repeticiones, posteriormente se colocó el disco de la cepa de *Fusarium sp.* para su próxima evaluación antifúngica. Para el tratamiento testigo se realizaron 6 repeticiones en agar completamente solo.

### Diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar, evaluándose los 4 tratamientos para *Fusarium sp.*, que correspondían a 2 concentraciones diferentes de *Larrea tridentata* 30% y 15%, un tratamiento químico y el tratamiento control o testigo. Cada tratamiento tuvo 6 réplicas y se consideró cada caja Petri como una unidad experimental.

Los valores del crecimiento del micelio se usaron para calcular el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio, el cual fue medido como porcentaje de inhibición radial del micelio de *Fusarium sp.* crecido en diferentes tratamientos. El porcentaje de inhibición se calculó usando la diferencia entre las medias de cada tratamiento mediante la siguiente fórmula (Peñuelas et al. 2017):

$$\% \text{ I.C.M.} = \left( \frac{D_c - D_t}{D_c} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

% I.C.M. = es el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio.

D<sub>c</sub> = es el diámetro del crecimiento del micelio en la caja de Petri correspondiente al control.

D<sub>t</sub> = es el diámetro del crecimiento del micelio en la caja de Petri correspondiente al tratamiento.

Igualmente se evaluó el último día de muestreo cada uno de los tratamientos, se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANOVA), usando el programa estadístico SigmaStat 3.5. Posteriormente se aplicó una prueba de Tukey para determinar si había diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos.

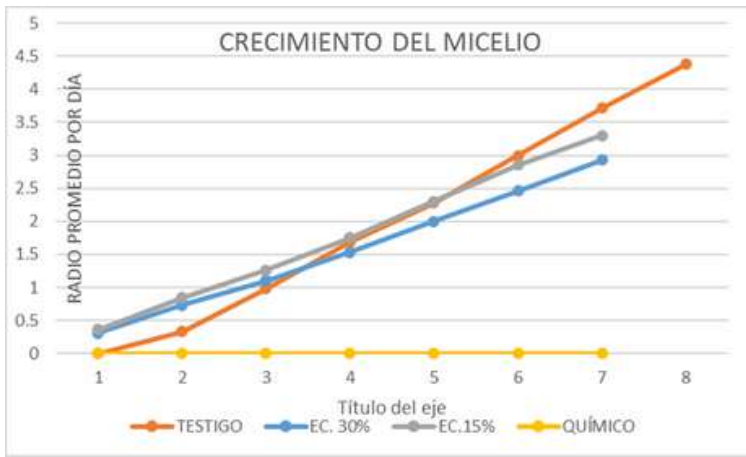
### Medición del crecimiento

Las cajas se observaron diariamente durante 7 días (tiempo el cual el tratamiento testigo llegó al límite de la caja Petri) una vez colocados los discos de la cepa en cada caja, una vez iniciado el crecimiento el radio del hongo se midió cada 24 h haciendo uso de una regla graduada, que, aunque no es la mejor forma que representa verdaderamente la naturaleza del crecimiento fúngico, es la más sencilla y directa para cuantificar el crecimiento. El porcentaje de inhibición se determinó en base al diámetro de las colonias y al testigo absoluto, tomando dos lecturas en cruz por cada caja Petri. Con los diámetros registrados se obtuvieron los porcentajes tanto de crecimiento como de inhibición (Galván et al. 2014).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas de gobernadora (*L. tridentata*) sobre el crecimiento del micelio de *Fusarium sp.*, registrando el crecimiento del micelio cada 24 h por 7 días (Figura 1), utilizando dos concentraciones distintas (15% y 30%) del extracto de *L. tridentata*, en comparación con la efectividad de un tratamiento químico comercial y un testigo.





**Figura 1.** Promedio de crecimiento micelial de *Fusarium sp.* por día ante la presencia de diferentes concentraciones de extractos botánicos de *L. tridentata*.

### Crecimiento del Micelio

Se pudo observar en el análisis de varianza (ANOVA) que existe una diferencia significativa entre los 4 tratamientos (Tabla 1), donde se pudo comprobar que los extractos de *L. tridentata* provocaron una disminución en el crecimiento del micelio de *Fusarium sp.*, en comparación con el control, la mayor reducción se observó en la concentración más alta (30%) donde el crecimiento promedio fue de 1.767cm en comparación con el control, que creció 3.217cm, el extracto 15 % también presentó una disminución en el desarrollo de la cepa en comparación con el control presentando un crecimiento promedio de 2.150cm, pero ambos extractos tuvieron mayor crecimiento en comparación con el tratamiento químico que no mostró aumento del diámetro del micelio (Tabla 2).

**Tabla 1.** Análisis de varianza (ANOVA)

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0.050
TESTIGO vs. QUIMICO	3.217	4	113.334	<0.001	Yes
TESTIGO vs. TRAT 30%	1.450	4	51.088	<0.001	Yes
TESTIGO vs. TRAT 15%	1.067	4	37.582	<0.001	Yes
TRAT 15% vs. QUIMICO	2.150	4	75.751	<0.001	Yes
TRAT 15% vs. TRAT 30%	0.383	4	13.506	<0.001	Yes
TRAT 30% vs. QUIMICO	1.767	4	62.245	<0.001	Yes

A diferencia de los tratamientos del control químico que logró inhibir por completo el crecimiento de *Fusarium* con un 0% de crecimiento y al hacer comparación con los 3 diferentes controles el testigo tuvo un crecimiento promedio de 3.217 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Promedio (cm) de diámetro de crecimiento del micelio por tratamiento

Tratamiento	Promedio (cm) de diámetro de crecimiento del micelio por tratamiento
Extracto 15 %	2.150 b
Extracto 30%	1.767 c
Químico	0.000 a
Testigo	3.217 d

\*Valores de las medias con la misma letra, dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey (P= 0,05).

### Porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio.

El porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio se evaluó a los 7, observando que el extracto de 30% de *L. Tridentata* fue el extracto con una mejor inhibición del crecimiento de la cepa de *Fusarium sp.* presentando una inhibición del 45.07% en comparación con el extracto del 15% que presentó un 33.167% de inhibición, con respecto a la placa del control testigo sin extracto de *L.tridentata*.

Sin embargo, el tratamiento químico mostró una inhibición del 100% al no mostrar crecimiento de micelio, siendo el tratamiento con mejores resultados (tabla 3), por lo que se puede decir que los extractos reducen el nivel de crecimiento del hongo, pero no presentan la misma efectividad de un tratamiento químico comercial.

**Tabla 4.** Porcentaje de Inhibición del micelio

Porcentaje de Inhibición del Micelio	
Tratamiento	Porcentaje de Inhibición
Extracto 15%	33.17
Extracto 30%	45.10
Químico	100
Testigo	0

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación es posible deducir que el extracto de gobernadora tiene un control sobre el crecimiento del micelio del hongo *Fusarium sp.*, pero no tienen la misma eficiencia del control químico, por lo cual, se puede optar por la opción del tratamiento del 15% como un control preventivo en los cultivos, ya que este nos da como resultado un buen porcentaje en cuanto a la inhibición de crecimiento del micelio, siendo un método más económico sin la necesidad de producir más extracto como es el caso del tratamiento al 30%, donde la diferencia en efectividad entre estos dos es solo de 11.97%, por lo cual será más rentable el tratamiento al 15% ofreciéndonos una buena respuesta en el control de *Fusarium sp.* al mismo tiempo que será más económico producirlo a gran escala.

De manera concreta:

- Se observó un efecto mayor de inhibición en el extracto acuoso de gobernadora al 30% sobre *Fusarium sp.* que afecta a distintos cultivos.
- Estadísticamente ningún tratamiento demostró mayor efecto de inhibición contra *Fusarium sp.* como lo fue el tratamiento químico.
- En caso de utilizar la opción de los extractos, resulta más rentable la opción al 15% ya que nos ofrece una buena respuesta sin necesidad de producir más extracto, lo cual nos resulta más económico.

### Referencias bibliográficas

Peñuelas, O., Arellano, M., Verdugo, A., Chaparro, A., Hernández, S., Martínez, J. (2017) *Larrea tridentata* extracts as an ecological strategy against *Fusarium oxysporum radicle-lycopersici* in tomato plants under greenhouse conditions. *Mexican Journal of Phytopathology*. <http://dx.doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1703-3>

Bañuelos, R., Delgadillo, L., Echavarría, F., Delgadillo, O., Meza, C. (2018). Composición química y FTIR de extractos etanólicos de *Larrea tridentata*, *Origanum vulgare*, *Artemisa ludoviciana* y *Ruta graveolens*. *Agrociencia*, 52(3), 309-321. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952018000300309&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000300309&lng=es&tlng=es).

Villa, A., Pérez, R., Morales, H., Basurto, M., Soto, J., & Martínez, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium spp.* y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>

López, A., López, S., Vázquez, M., Rodríguez S. (2005) Inhibición del Crecimiento Micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. *sp. lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb. Mediante Extractos Vegetales Acuosa. *Mexican Journal of Phytopathology* 23(2),183-190.

Imagen: Propia del autor





# Agronegocios

MAESTRÍA

POSGRADOS



Universidad  
**De La Salle**<sup>®</sup>  
Bajío





## La Universidad De La Salle Bajío,

a través de sus programas de Posgrado, te permite desarrollar competencias profesionales mediante una oferta académica pertinente, amplia y de vanguardia. Nuestra planta docente está conformada por profesionales en la materia, que se distinguen por su perfil académico y experiencia profesional.

# Agronegocios

Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios: Campus Campestre SEP No. 2007590.  
Programa registrado ante la Dirección General de Profesiones.

## Objetivo general

Formar profesionistas que diseñen, ejecuten y controlen modelos de negocios, a través del análisis de los factores productivos para el desarrollo y fomento de las organizaciones involucradas en la cadena agropecuaria y rural, a nivel nacional y global.

## Dirigido a

Egresados de Ingeniería en Agronomía, Veterinaria, Mercadotecnia, Administración de Empresas, Contaduría Pública, Comercio Internacional, Relaciones Industriales e Ingeniería Industrial, así como a personas con experiencia profesional en el sector agropecuario.

## Horario de clases

Viernes de 18:00 a 21:00 y sábado de 8:00 a 14:00 h

*Horario sujeto a variación según disponibilidad de docentes.*



# PLAN DE ESTUDIOS

## 1er CUATRIMESTRE

Introducción al Modelo de Negocio Agropecuario  
Economía en los Agronegocios  
Gestión de Información Administrativa en los Agronegocios

## 2o CUATRIMESTRE

Logística de la Producción Agropecuaria  
Análisis y Estrategias de Mercado en los Agronegocios  
Administración Financiera de los Agronegocios

## 3er CUATRIMESTRE

Calidad e Inocuidad Agroalimentaria  
Fuentes de Financiamiento y Apoyos de Gobierno  
Investigación aplicada a los Agronegocios

## 4o CUATRIMESTRE

Administración de Operaciones para Agronegocios  
Decisiones Globales en los Agronegocios  
Planeación Estratégica en los Agronegocios

## 5o CUATRIMESTRE

Habilidades Directivas y Desarrollo Organizacional para los Agronegocios  
Proyectos de Inversión en el Sector Agropecuario  
Marco Normativo de los Agronegocios

**Campus Campestre**



c\_magronegocios@delasalle.edu.mx Tel. (477) 710 85 00, ext. 1182 y 1582

# Área: Administrativas

## Especialidades

Agronegocios  
Gestión de Procesos para el Sistema de Salud  
Gestión Bancaria y Mercados Financieros

## Maestrías

Administración de Instituciones de Salud  
Administración de Negocios \*  
Administración de Negocios en Entornos Virtuales (No escolarizada)  
Administración de Negocios en Entornos Virtuales (Presencial)  
Administración y Economía Pública  
Agronegocios  
Alta Dirección e Inteligencia Competitiva  
Banca y Riesgos Financieros  
Desarrollo Organizacional \*  
Emprendimiento e Innovación en los Negocios  
Finanzas Corporativas \*  
Fiscal \*  
Gestión y Desarrollo de Productos Turísticos  
Logística Despacho y Defensa del Comercio Internacional •  
Negocios Internacionales

## Doctorado

Administración y Estudios Organizacionales

\* Programas ofrecidos en los Campus Campestre (León, Gto.) y Campus Salamanca  
• Programas ofrecidos en el Campus Salamanca

Para conocer toda la oferta académica de Posgrado consulta [www.delasalle.edu.mx](http://www.delasalle.edu.mx)

## POGRAMAS EN LAS ÁREAS DE

- Sociales y Humanidades
- Ingeniería y Tecnología
- Biológicas
- Administrativas
- Arquitectura y Diseño



Dirección General de Posgrado

infopos@delasalle.edu.mx • Tel. (477) 7 10 85 42



# HIDROPONÍAS DE TRASPATIO COMO ALTERNATIVA DE CULTIVOS DOMÉSTICOS



*De izquierda a derecha.*

**Guillermo Hernández García**

**Dr. Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico**

Instituto Politécnico Nacional

Docente de la Academia de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora

[guillermo.hg@zamora.tecnm.mx](mailto:guillermo.hg@zamora.tecnm.mx)

**Claudia Elizabeth Mendoza Méndez**

**Doctoranda en Proyectos**

Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores

Docente de la Academia de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora

[claudia.mm@zamora.tecnm.mx](mailto:claudia.mm@zamora.tecnm.mx)

**Ismael Barrera Valdivia**

**Doctor En Sostenibilidad**

Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores

Docente de la Academia de Ingeniería en Gestión Empresarial

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora

[ismael.bv@zamora.tecnm.mx](mailto:ismael.bv@zamora.tecnm.mx)



En la actualidad, no es secreto el continuo surgimiento de problemas con el ambiente a nivel mundial, la necesidad de amortiguar la huella ecológica que deja paso de la humanidad en el planeta, es cada vez más urgente. Entre las situaciones más preocupantes, se encuentran la creciente escasez de agua y de alimentos, ya que estos son los factores principales que logran incrementar la vulnerabilidad tanto de comunidades rurales como también de comunidades urbanas. La vulnerabilidad, conduce a las comunidades a un círculo vicioso en el que, dada la necesidad, ejercen prácticas no sustentables sobre los recursos naturales con la finalidad de obtener agua y alimento, que, a su vez, impactan negativamente a los ecosistemas incrementando la contaminación de los cuerpos de agua y de los suelos, como medios de producción (Terán, 2021).

Por otra parte, la agricultura actual, parece haberse viciado al comprometerse con fines comerciales. No tener un nivel alto de vida debido a los bajos ingresos económicos, no debe ser sinónimo de falta de alimentos. Las cadenas agroalimentarias han sufrido crisis sociales, ecológicas y sanitarias graves, provocando que para cerca de un billón de personas a escala mundial la seguridad alimentaria y la reducción de pobreza sean metas casi inalcanzables (Ortega-Cerdá y Rivera-Ferre, 2010). Estos, son motivos suficientes para que las instituciones académicas y de investigación de nuestro país busquen soluciones a través de la generación de alternativas sostenibles para la producción de alimentos.

La modernidad cada vez más industrializada ha dejado de lado la producción de alimentos para autoconsumo, llevando a las personas a no pensar en dicha posibilidad. Los cultivos de traspatio modernamente han sido utilizados para generar alimentos en zonas marginadas en búsqueda de cubrir sus necesidades básicas de consumo y lograr una soberanía alimentaria; siendo esto el punto de partida para disminuir de manera importante la desnutrición.

Uno de los males que aquejan a la sociedad contemporánea, que pese a tener sistemas modernos de cultivo, no cuenta con una repartición equitativa de los alimentos.

Es notable que las comunidades rurales, pese a su poca industrialización, son mayormente resilientes a los estragos de la inseguridad alimentaria, ya que, la producción agrícola de traspatio juega un papel fundamental en el suministro de alimentos, dando paso a frases populares como “aunque sean frijoles con tortillas, pero hay que comer”.

En la otra cara de la moneda, en las comunidades urbanas, la producción de traspatio es vista como un trabajo innecesario al ser de orden no asalariado, reforzado por la existencia de medios de distribución de alimentos como los supermercados, no obstante, la polarización económica hace a estas comunidades susceptibles a los estragos de la inseguridad alimentaria.



imagen 1: pixabay





imagen 2: pixabay

Dicho de otra manera, las comunidades urbanas cuentan con recintos de distribución de alimentos, pero no todos tienen acceso a los mismos; mientras que, en las comunidades rurales, el cuidado del huerto familiar provee de alimento constantemente a las familias.

En este aspecto, la agricultura familiar juega un papel muy importante para la sociedad; tanto así que 2014 se proclamó por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas “año internacional de la agricultura familiar” (Duché-García et al., 2017).

La importancia de los cultivos de traspatio se evidencia también por ofrecer oportunidades de autoempleo a los integrantes de la familia, medido éste no como un empleo formal sino más bien como la realización de actividades que requiere el desarrollo fenológico de las especies vegetales o las necesidades de los animales (Alayón-Gamboa y Gurri-García, 2007), ya que esta labor doméstica, articula la base alimenticia de la familia, siendo un trabajo no asalariado, que pese a no tener una remuneración económica directa, este articula la base de la economía familiar, ya que se va requiriendo menos la compra de alimentos en verdulerías, mercados o supermercados, lo que disminuye el gasto familiar.

Es sabido que para el cultivo de traspatio es necesario contar con suelo para cultivar ya sea en macetas o bancales, pero ¿Es posible cultivar en las zonas urbanas en donde es menor el acceso a suelos con capacidad productiva?

Aunque la constante urbanización ha propiciado la pérdida de suelos para el uso de la agricultura, es importante incursionar en el diseño de alternativas que permitan la obtención de una producción constante de alimentos dentro del hogar urbano, maximizando el uso de recursos naturales como es el agua y de esta manera producir alimentos de forma sostenible.

Entre las tecnologías sostenibles para la producción de alimentos, se pueden considerar los sistemas hidropónicos. la palabra hidroponía deriva del vocablo griego hydro (agua) y ponos (labor de trabajo), lo que si lo transportamos a la actualidad significaría “trabajo en agua” (INTAGRI, 2017).

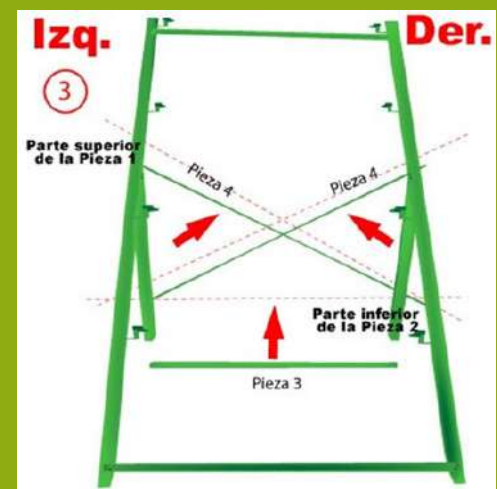
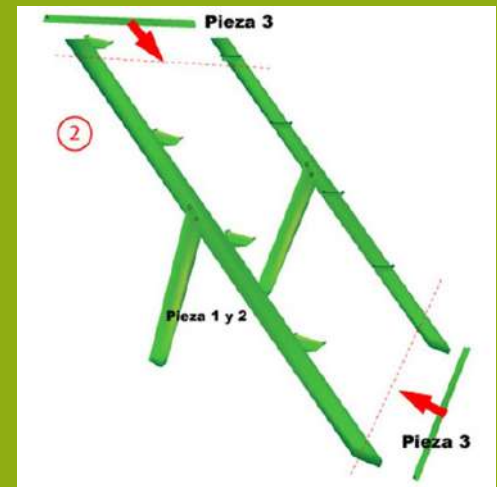
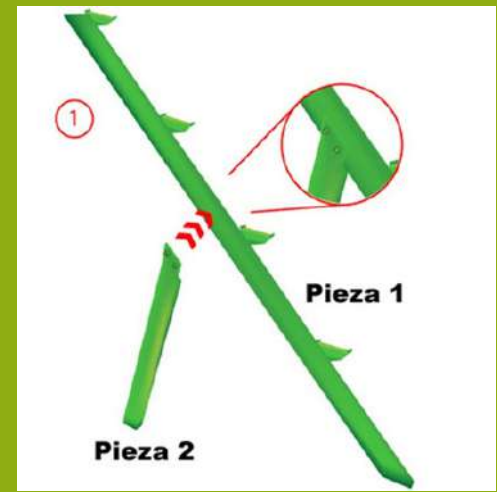
Estos son sistemas de ambiente protegido en el que se pueden controlar factores ambientales como la temperatura, la luz, la precipitación y el viento; esto se logra debido a que son sistemas de cultivo que no requieren de la utilización de suelo de cultivo, lo que permite el cultivo sobre una variedad de sustratos o en el caso del sistema NFT (Nutrient Film Technique), hacerlo sobre una película de agua, siendo esta variedad de hidroponías la más adecuada para su ajuste a un sistema productivo dentro de casa habitación.

En un análisis realizado por los académicos-investigadores de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora (ITESZ), se determinó que, para el tipo de vivienda urbana predominante en las zonas populares en Zamora, Michoacán y los alrededores, el sistema NTF resulta apropiado para iniciar el cultivo de traspatio en zonas urbanas. Este sistema se adapta a las casas habitación de cualquier tipo, desde las de diseño, hasta la fabricadas en masa como las casas de interés social (INFONAVIT). Para implementarlo es óptimo que se seleccionen los cultivos más consumidos por zona. Entre los cultivos con una mayor adaptabilidad a estos sistemas se encuentra el jitomate, de amplio uso en la cocina de mexicana. Su uso data desde los Mexicas, ellos lo conocían como xictomatl que significa fruto con ombligo.

Se le encuentra en las salsas tanto picantes como las de acompañamiento, las cuales son de los elementos más tradicionales, también es utilizado para dar color a las sopas, caldillos utilizados como base para otras preparaciones, purés, en el arroz rojo, como parte fundamental de las ensaladas frescas y también estando presente en todo tipo de alimento emparedado, como lo son las tortas, los sándwiches y las hamburguesas (SADER, 2020), siendo estos últimos de los alimentos más populares por su versatilidad y portabilidad. Además del jitomate, se ha reportado que en México el sistema NFT también es útil para el cultivo de lechuga, pepino, espinaca, fresa, pimiento, berenjenas, especias y algunas plantas medicinales, en orden de importancia serían: tomate (54 %), pepino (16 %), pimiento (15 %), berenjena (10 %), otros (5 %) (INTAGRI, 2017), mostrando que la producción de hortalizas en ambientes protegidos está en crecimiento, además de no tener los problemas que tradicionalmente tienen los cultivos en suelo como: la presencia de plagas, la falta de riego y la tierras degradadas por sobreexplotación, además de ser sistemas flexibles con una gran capacidad de adaptabilidad a cualquier casa habitación.

En el ITESZ se desarrolló un prototipo del sistema hidropónico NTF adaptable a cualquier casa habitación de la región de Zamora. Este prototipo solo ocuparía 1m<sup>2</sup> para poderse instalar adecuadamente, a lo que dependiendo la superficie con la que se cuente en el traspatio se pueden adecuar más sistemas hidropónicos según sean las necesidades de las personas en sus hogares, este paquete tecnológico flexible tiene la capacidad de producir hasta 25 hortalizas por mes y puede mantener la producción hasta seis meses, no requiere de un invernadero ya que debido a su tamaño se puede colocar fácilmente en cualquier patio, terraza o azotea (Zárata-Barragán, 2019), el diseño se realizó con SolidWorks 2017 ya que es una herramienta poderosa para el diseño 3D.

Hasta ahora la propuesta ha avanzado hasta el diseño computarizado de la estructura, se pretende que en una fase posterior cuando se realice la construcción de un prototipo de hidroponía doméstica será necesario adicionar todas las demás partes que se pueden conseguir de manera comercial como lo son: una bomba de agua, un temporizador, tapas para tubos de NTF, cilindros de foami agrícola para NTF la solución nutritiva, sistema de recirculación, un contenedor de 20 L, las semillas de tomate, el pegamento para el PVC, la tubería, el germinado, la charola para sostener el semillero, el sustrato; ya que la intención final es generar un paquete tecnológico que pueda ser adquirido de manera doméstica para personas sin conocimientos previos.



Figuras: Elaboración propia con SolidWorks 2017



Los cultivos hidropónicos actualmente son ampliamente utilizados por la facilidad de control las variables que inciden en el desarrollo del cultivo y sus grandes rendimientos, pero lo que se debe de buscar es el acercar esta tecnología al grueso de los habitantes, pensando en los habitantes de las zonas urbanas que cuentan con espacio, pero no cuentan con suelo de cultivo. Comenzar con la normalización de este tipo de cultivos de manera doméstica, no vistos como una excentricidad de un sector de la población, sino como una necesidad para disminuir la dependencia de la distribución de alimentos mediante los canales de distribución convencionales, lo que desembocaría en una soberanía alimentaria y una sociedad más equitativa.

Los cultivos hidropónicos de traspatio suponen una tecnología sostenible al alcance de cualquier familia y con beneficios tangibles. Estos podrían abonar en gran medida a la soberanía alimentaria de nuestro país. Incluso, ofrecerían una alternativa viable para afrontar emergencias sanitarias como la actual debida a la pandemia por la enfermedad COVID-19, la cual generó una gran dificultad dentro de los sistemas de distribución en la cadena agroalimentaria (Sandoval-Cancino et al., 2022). De ser implementados correctamente, podrían aportar una mayor resiliencia económica a las familias mexicanas ante la creciente inflación. Por último, estos sistemas permitirían a las familias tener disponibilidad de alimentos frescos, nutritivos y saludables en cualquier momento en sus hogares.

La importancia de los cultivos de traspatio se evidencia también por ofrecer oportunidades de autoempleo a los integrantes de la familia, medido éste no como un empleo formal sino más bien como la realización de actividades que requiere el desarrollo fenológico de las especies vegetales o las necesidades de los animales (Alayón-Gamboa y Gurri-García, 2007), ya que esta labor doméstica, articula la base alimenticia de la familia, siendo un trabajo no asalariado, que pese a no tener una remuneración económica directa, este articula la base de la economía familiar, ya que se va requiriendo menos la compra de alimentos en verdulerías, mercados o supermercados, lo que disminuye el gasto familiar.

Es sabido que para el cultivo de traspatio es necesario contar con suelo para cultivar ya sea en macetas o bancales, pero ¿Es posible cultivar en las zonas urbanas en donde es menor el acceso a suelos con capacidad productiva?

### Referencias

Alayón-Gamboa, J. y Gurri-García, F. (27 de diciembre de 2007). *Home Garden Production and Energetic Sustainability in Calakmul, Campeche, Mexico*. *Human Ecology*, 36(3), 395-407. DOI:10.1007/s10745-007-9151-4

Duché-García, A., Bernal-Mendoza, H., Ocampo-Fletes, I., Juárez-Ramón, D. y Villarreal-Espino, A. (2017). *Agricultura de traspatio y agroecología en el proyecto estratégico de seguridad alimentaria (pesa-fao) del Estado de Puebla*. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(2), 263-281. <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v14n2/1870-5472-asd-14-02-00263.pdf>

INTAGRI. (2017). *La Industria de los Cultivos Hidropónicos*. Serie *Horticultura Protegida*. Artículos Técnicos de INTAGRI, 1(31), 1-4. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-industria-de-los-cultivos-hidroponicos>

Ortega-Cerdá, M. y Rivera-Ferre, M. (2010). *Indicadores internacionales de Soberanía Alimentaria*. *Nuevas herramientas para una nueva agricultura*. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. 14(1), 53-77. [http://www.redibec.org/IVO/rev14\\_04.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev14_04.pdf)

Sandoval-Cancino G, Zelaya-Molina LX, Ruíz-Ramírez S, Cruz-Cárdenaz CI, Aragón-Magadan MA, Rojas-Anaya E, Chávez-Díaz IF. (2022). *Agricultural genetic resources as source of resilience in the face of the COVID-19 pandemic in Mexico*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 25(6):1-26. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3841/0>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (04 de mayo de 2020). *El color de la cocina mexicana: jitomate*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/el-color-de-la-cocina-mexicana-jitomate?idiom=es>

Terán-Guerrero, T. D. (Comp.). (2021). *Geofísica Ambiental. Evaluación de los impactos socioambientales del uso de glifosato en las cuencas de Pátzcuaro y Chapala*. México: CONACYT.

Zárate-Bárragan, F. G. (24 de mayo de 2019). *Hydrozam: Hidroponias. Manual de usuario*. (Proyecto de inversión). Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. Zamora.

# Agricultura Protegida

MAESTRÍA

POSGRADOS





## La Universidad De La Salle Bajío,

a través de sus programas de Posgrado, te permite desarrollar competencias profesionales mediante una oferta académica pertinente, amplia y de vanguardia. Nuestra planta docente está conformada por profesionales en la materia, que se distinguen por su perfil académico y experiencia profesional.

# Agricultura Protegida

Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios: Campus Campestre SEP No. 20110373.  
Programa registrado ante la Dirección General de Profesiones.

## Objetivo general

Formar profesionales capaces de establecer y operar sistemas de producción agrícola a través de las diversas técnicas de agricultura protegida, así como detectar, evaluar y resolver los problemas relacionados con la implementación y el funcionamiento de las instalaciones y la producción de los cultivos, a partir de la aplicación de los conocimientos fisiológicos, climáticos y tecnológicos para incrementar la productividad y calidad de productos que permita el desarrollo del sector agropecuario regional y del país, con un enfoque sustentable.

## Dirigido a

Egresados de las Licenciaturas en Agronomía, Veterinaria y Zootecnia, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Ingeniería en Administración Agropecuaria, Ingeniería Empresarial Agropecuaria, Biología, o área afines.

## Horario de clases

Viernes de 18:00 a 21:00 y sábado de 8:00 a 14:00 h.

*Horario sujeto a variación según disponibilidad de docentes.*

## 1er CUATRIMESTRE

Metabolismo y Fisiología Vegetal  
Análisis de Agua, Suelo y Extracto Celular e Interpretación  
Edafología y Sustratos

## 2o CUATRIMESTRE

Sistemas de Nutrición Vegetal  
Fertirriego e Hidroponía  
Diagnóstico y Recomendación en Sitios de Producción

## 3er CUATRIMESTRE

Agricultura Orgánica  
Fisiopatías  
Manejo Integrado de Enfermedades  
Seminario de Investigación

## 4o CUATRIMESTRE

Control Climático en Cultivos Protegidos  
Manejo Integrado de Plagas  
Plasticultura y Estructuras en Agricultura Protegida

## 5o CUATRIMESTRE

Inocuidad y Calidad Agrícola  
Cultivos Hortofrutícolas  
Cultivo de Flores en Invernadero

## 6o CUATRIMESTRE

Manejo Poscosecha para la Comercialización  
Cultivos no Convencionales  
Investigación





# TENDENCIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA. "AGRICULTURA CELULAR"

*La agricultura celular tiene como objetivo satisfacer las crecientes demandas de nutrición con un impacto ambiental mínimo.*

*Es necesario mayor inversión y compromisos para aumentar la producción y reducir los costos.*

*Se necesitan, además, canales de comunicación transparentes para generar confianza y alentar la aceptación del consumidor.*



**IBQ. María Fernanda Alvarado Ramírez**  
Parque de Innovación Agrobioteg  
comunicacion@guanajuato.gob.mx

**Mtro. Juan Cristóbal García García**  
Parque de Innovación Agrobioteg  
contacto@agrobioteg.org

## RESUMEN

La agricultura celular es un pilar que cobra cada vez más peso en el dinámico sector de los "alimentos de última generación", además incluye alternativas basadas en plantas, microorganismos e insectos.

Con una marcada tendencia creciente para la próxima década, la agricultura celular se proyecta como un actor clave en el cumplimiento de los requisitos nutricionales futuros mientras disminuye la presión sobre los sistemas actuales de producción de alimentos y el medio ambiente.

La agricultura celular utiliza células de diversas fuentes como plantas y animales u organismos unicelulares con el objetivo de fabricar productos agrícolas. Abarcando un amplio espectro que incluye carnes, mariscos, lácteos y otros alimentos ricos en proteínas e ingredientes funcionales que se producen mediante ingeniería tisular o fermentación de precisión sin la necesidad de "cultivar" animales o plantas enteras.

La ingeniería tisular se emplea para producir carne, mariscos y leche a partir de células o cultivos celulares. Para obtener carnes y mariscos por estos mecanismos, se toman células madre naturales o modificadas genéticamente de un animal vivo y se cultivan en condiciones controladas y con abundante presencia de nutrientes en un biorreactor induciendo los mecanismos de crecimiento y reparación propios de la naturaleza. Las células se diferencian en tipos, ya sean células musculares o grasas, luego se cultivan en andamios celulares, estructuras tridimensionales y orgánicas que sirven como soporte.

Mecanismos similares, basados en ingeniería tisular son empleados para la obtención de leche. Para ello, las células de las glándulas mamarias de los mamíferos se inmovilizan en un biorreactor de fibra hueca. Como resultado a estímulos inducidos en el biorreactor, las células secretan leche entera que tiene el mismo perfil de macronutrientes que la leche materna de vaca o humana, dependiendo de la fuente celular.

La fermentación de precisión es otra técnica que amplía los métodos bien establecidos utilizados por la industria alimentaria y farmacéutica. A grandes rasgos, el proceso consiste en tomar el gen codificante (un ejemplo claro es que una proteína diana de un organismo donante, como una vaca) e insertarlo en el ADN de una célula huésped.

El huésped, a menudo un organismo unicelular, como bacterias o levaduras, se cultiva en un tanque de fermentación, a través del metabolismo celular el hospedador producirá la proteína de interés. La proteína resultante se separa de las células huésped, se purifica y formula para obtener la proteína funcional en la presentación adecuada. Por lo general, la proteína se seca para crear un polvo que se puede usar como edulcorante, ingrediente en helados a base de lácteos, proteínas de clara de huevo o colágeno.

Los elementos necesarios para producir carne a base de células son mioblastos (células satélites). Estos son difíciles de proliferar in vitro, pero se diferencian fácilmente en miotubos (células musculares inmaduras) y miofibrillas en las condiciones adecuadas.

Para facilitar la replicación de las células satélite del músculo esquelético in vitro, las células necesitan una superficie de anclaje, por lo cual se emplean sustratos inmóviles, como un andamio o microperlas. Posteriormente, los mioblastos o células satélites se cultivan en un medio rico en nutrientes, exclusivo de la fase de proliferación y la fase de diferenciación, adicionado con sustancias que previenen la contaminación.

La mayor parte del contenido y la calidad de las proteínas en estas células musculares cultivadas consiste en proteínas contráctiles; sin embargo, la ingeniería de tejidos continúa avanzando para lograr la expresión de otras proteínas importantes para la textura, el color y el sabor de los productos alimenticios cultivados con células.

La ampliación del cultivo de células musculares se realiza en grandes biorreactores a escala industrial, y en estos se recolectan tiras de músculo, se procesan y se agregan varios compuestos para mejorar el valor nutricional, el sabor, el color y la textura. La producción de un corte de carne específico (por ejemplo, bistecs, chuletas o asados) requiere tecnología adicional para organizar las células musculares en la forma y estructura correctas (Faustman y et al., 2020).

## Productos acelulares

En la agricultura celular existen productos acelulares que están hechos de moléculas orgánicas, ya sea proteínas y grasas. Estos productos no contienen materiales celulares o vivos en su formulación como producto final (New Harvest, 2020).



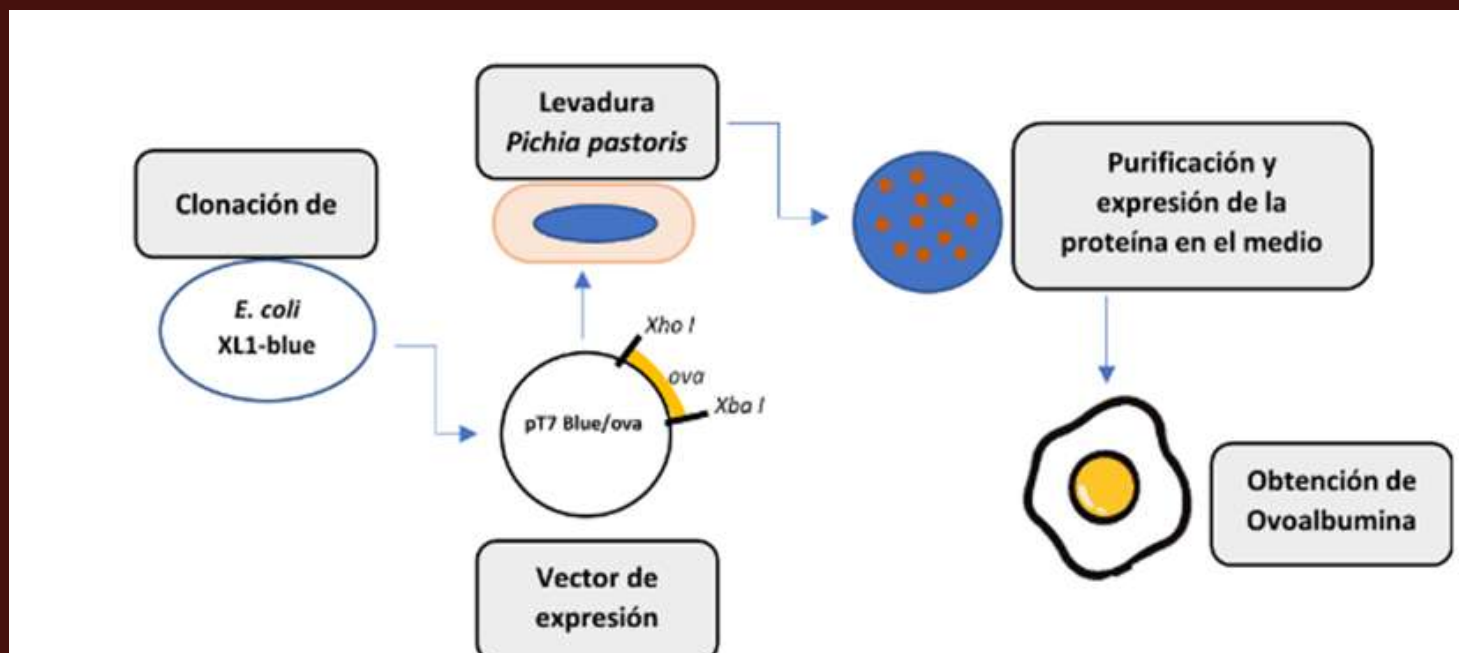




Se consideran dentro de la agricultura celular por que se utilizan organismos o parte de ellos para la obtención de un producto como lo son levaduras, hongos, bacterias, etc. Para la producción de los compuestos acelulares se usan técnicas como la ingeniería Genética, la cual integra un conjunto de metodologías que permiten aislar y manipular el DNA para introducirlo a células y organismos pluricelulares. Gracias a esta tecnología es posible modificar el contenido genético de células y organismos para la obtención de proteínas específicas. (Gómez-Marquez, 2013).

Algunos de los productos acelulares más explorados son la caseína y albumina. Actualmente son producidos por StartUps como "Perfect Day Foods" y "Clara Foods". Estas StartUps integran en sus metodologías la clonación de los genes que producen dichas proteínas. Posteriormente insertan y expresan estos genes en microorganismos reconocidos como seguros (GRAS) por la FDA. La producción se lleva a cabo en fermentadores, se "cosecha" las células y se concentra o purifican la caseína y albumina. Estas proteínas posteriormente son mezcladas con otros ingredientes para obtener cremas, helados, clara, productos para panificación, etc.

**Figura 1** Proceso para la obtención de ovoalbumina expresada en *Pichia pastoris* (Modificado de Ito y Matsudomi, 2005).



### Áreas de oportunidad

Alcanzar todo el potencial de la agricultura celular puede tomar algunas décadas. Sin embargo, hay líneas de desarrollo definidas para lograr acortar la brecha. Una es la estandarización de cepas de microorganismos como levaduras para que estas tengan el distintivo de cepas pre-aprobadas para procesos de fermentación de precisión por su eficiencia de obtención de productos, crecimiento o facilidad de manejo.

Otra línea es impulsar la obtención de productos híbridos, que combinan componentes de origen celular con alimentos de origen vegetal, lo que mejora el sabor, la textura y la nutrición de estos últimos. Además, emplear andamios a base de hongos y plantas como soporte para hacer crecer las células musculares, puede reducir los costos de producción.

En un nivel macro, se puede promover el desarrollo de foros de discusión con las agencias reguladoras sobre lo que se requiere para llevar nuevos alimentos al mercado.

Esto puede resultar beneficioso para todas las partes interesadas y mejoraría la eficiencia y la velocidad con la que los productos ingresan al mercado. Otro factor fundamental es una mayor inversión en nuevas empresas y empresas centradas en la agricultura celular para acelerar la I + D y aumentar la producción.



Por último, generar confianza en el consumidor es imperativo para que estos productos ganen terreno. Esto requiere una comunicación transparente y regular sobre cómo se fabrican estos productos y cómo se relacionan con los alimentos y medicamentos que las personas ya disfrutan y de los que dependen a diario, ya sea queso o insulina. Un pronóstico de McKinsey & Co considera que la carne cultivada, por ejemplo, logrará la paridad de costos con la carne producida convencionalmente para 2030. Eso significa que ahora es el momento de tener estas discusiones.

### **Impacto ambiental**

Aproximadamente el 25% de la superficie terrestre se destina a la ganadería. Esto representa cerca del 70% de toda la tierra utilizada para la agricultura. Se prevé además, que la población mundial será de entre 9 y 11 mil millones de personas para 2050 ocasionando un boom en la demanda mundial de alimentos de origen animal que se disparará en al menos un 70%, casi duplicando los niveles actuales (Steven, 2017). La agricultura celular es fundamental para desarrollar un sistema agrícola-ganadero sostenible. El sistema actual ha producido lo suficiente para satisfacer las demandas actuales, pero no podrá mantenerse al día con las demandas futuras, especialmente con una población en crecimiento.

La agricultura celular tiene el potencial para propiciar la reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y promover usos más responsables de los recursos naturales. Si bien en la actualidad los resultados señalan que en el caso de las aves, la energía requerida para producir carne a través de cultivos celulares es mayor que la de las aves de corral convencionales, la agricultura celular es más sostenible cuando se compara el uso de la tierra, el agua y el efecto invernadero. Es así como los productos de agricultura celular pueden presentar un menor impacto ambiental, son más inocuas y se pueden producir en condiciones controladas, estériles y seguras (New Harbes 2020).

### **Innovación en la obtención de productos celulares y acelulares**

Con la innovación en el área alimentaria, se han generado empresas emergentes que buscan la sustentabilidad. Asimismo, estas StartUps buscan satisfacer la demanda de alimentos y aportar alternativas a los alimentos de origen animal para las personas que llevan una alimentación basada en plantas o que evitan el consumo de productos animales.





Algunos Startups pioneros de agricultura celular dedicados a producir este tipo de alimentos son “Upside Foods” que se enfoca en la producción de carne cultivada de manera asequible. “Mosa Meat” que presenta una forma más limpia y amable de hacer carne de verdad, pero sin los efectos nocivos de la producción de carne de ganado. “Finless Foods” que produce mariscos de origen vegetal y de cultivo celular. “Clara Foods” que es una empresa de biotecnología que produce ovoalbúmina en levaduras, la cual es empleada para producir productos de huevo sin usar animales. “Perfect Day Foods” sintetiza caseína en levaduras y elabora derivados lácteos conservando el sabor, la textura y propiedades nutritivas. “Aleph Farms” una compañía de Israel que produce carne de calidad a partir de células naturales no modificadas genéticamente y que no contiene antibióticos. Esta empresa desarrolló en 2019 un sistema que produjo el primer filete de carne cultivada en el espacio.

La investigación en el área de ingeniería tisular continúa dando grandes pasos en la línea de madurarse y generar cada vez mayores alternativas en el área no solo de alimentos, si no también en la médica.

Algo necesario para consolidar todos estos avances es integrarlos a modelos de transferencia de tecnología que permitan su inserción en la industria alimentaria. En Agrobioteg se desarrollan diversos programas que pueden facilitar esta entrada, además actualmente se trabaja con proyectos en el área médica y de alimentos empleando ingeniería tisular.

#### **Referencias:**

·Morach Benjamin, Juergen Rogg, Michael Brigl. (2021). *Alternative proteins will transform food, mitigate climate change and drive profits. Here's how.* 24 de Marzo, de world economic forum Sitio web: <https://www.weforum.org/agenda/2021/03/alternative-proteins-will-transform-food-mitigate-climate-change-and-drive-profits>

·Aprcovic Ilija . (2021). *Is cellular agriculture the climate-friendly answer to growing food demands?.* 4 de Noviembre, de world economic forum Sitio web: <https://www.weforum.org/agenda/2021/11/cellular-agriculture-climate-friendly-answer-to-food-demands/>

·New Harvest (2020) *How Isha's Paper Helped Launch the Cultured Meat Industry.*<https://new-harvest.org/isha-paper-ten-year-anniversary/> [revised 28 June 2021]

·Gómez-Márquez J (2013). *La revolución de la Ingeniería Genética.* Nova Acta Científica Compostelana, 20: 13-21

·Steven (2017) *Synthetic Biology in Cell and Organ Transplantation.* In Daniel G. Gibson, Clyde A. Hutchison III, Hamilton O. Smith, and J. Craig Venter *Additional Perspectives on Synthetic Biology* ([www.cshperspectives.org](http://www.cshperspectives.org)). doi: 10.1101/cshperspect.a029561

·Faustman C, Hamernik D, Looper M, Zinn SA (2020). *Cell-based meat: the need to assess holistically.* *Journal of Animal Science*, 98(8), skaa177. doi: 10.1093/jas/skaa177





Fotografía de Portada y Contraportada  
Canva & Revista Universo Agroalimentario



Universidad  
**De La Salle**®  
Bajío

ESCUELA DE AGRONOMÍA



## INFORMES

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE BAJIO**  
**ESCUELA DE AGRONOMIA**  
**(+52) 477 710 8500 Ext. 1182**  
**[c\\_agronomia@delasalle.edu.mx](mailto:c_agronomia@delasalle.edu.mx)**

