

UNIVERSO AGROALIMENTARIO

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL

AÑO 3, NUM. 9 PUBLICACIÓN DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA | NOVIEMBRE 2022 - ENERO 2023

**TECHOS VERDES
PRODUCCION URBANA**

**LAS MARAVILLAS
DEL DIENTE DE LEON**

**EL ENEGIMO DE MI
ENEMIGO ES MI AMIGO**



Universidad
De La Salle
Bajío

MUNDO ANIMAL

**APITOXINA
ABEJORROS EN
AGRICULTURA PROTEGIDA**

**MUNDO DE RECURSOS
GENETICOS**

**CONSERVACION GENETICA
LA IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS
EN LA TIERRA**

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 Kusters Ruther
Asesor Editorial

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 3, Número 09, noviembre 2022 - Enero 2023, 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://www.lasallebajio.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 noviembre 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 novena edición de la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario, edición **Noviembre 2022 - Enero 2023**.

En esta edición hemos vivido una revolución en la manera de vivir y avanzar tras la pandemia. Se ha observado un crecimiento exponencial en las ganas que tiene una sociedad de avanzar y mejorar la calidad de vida. Los proyectos de investigación y de estudio son más profundos y aparentemente, vamos desarrollando el conocimiento como sociedad hacia un futuro mejor. La única manera de darse cuenta es observando a nuestro alrededor aquellas pequeñas cosas que han cambiado y que muestran la diferencia entre lo común y lo natural del día a día.

Nuestros articulistas, maestros, alumnos, investigadores y amigos de diversas instituciones nacionales e internacionales, muestran en esta edición grandes avances tecnológicos en el sector agropecuario. Nosotros como una revista altruista y sin ánimo de lucro seguiremos expandiendo el conocimiento universal a todos aquellos que consideran que aprender a través de las experiencias de otros nos permite lograr ser mejores seres humanos, más preparados para el futuro de un planeta sobrepoblado.

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.

"Tenemos una sola vida para vivir y un solo momento para trascender, ese es el real testimonio de vida."

Tristán Azuela

Sumario

07



33



41



02

EDITORIAL
PALABRAS DEL EDITOR

53

¿Y POR QUÉ NO LOS
CONEJOS?

07

TECHOS VERDES,
PRODUCCION URBANA

57

ABEJORROS EN
AGRICULTURA PROTEGIDA

16

AGROBIODIVERSIDAD
BENÉFICA EN EL CONTROL
DE PLAGAS AGRÍCOLAS

70

MUNDO DE RECURSOS
GENÉTICOS.
CONSERVACIÓN GENÉTICA

23

EL ENEMIGO DE MI
ENEMIGO ES MI AMIGO

78

COLECCIÓN NACIONAL DE
RECURSOS GENÉTICOS

31

LAS MARAVILLAS DEL
DIENTE DE LEÓN

86

RECURSOS GENÉTICOS
MICROBIANOS PARA LA
AGRICULTURA

35

COMPUESTOS
ANTIMICROBIANOS EN
PLANTAS

95

LA IMPORTANCIA DE LAS
PLANTAS EN LA TIERRA

50

MUNDO ANIMAL
APITOXINA

PRESENTACIÓN

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 Divulgación Científica 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. POLÍTICAS

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 entre otros.

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, nombre completo del autor, puesto que ocupa, institución o empresa e e-mail.

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 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.

TECHOS VERDES, UNA TECNOLOGÍA VIABLE PARA LA PRODUCCIÓN URBANA DE HORTALIZAS



De izquierda a derecha.

Francisco Ayungua Ramírez

Maestro en Educación – Universidad Pedagógica Nacional

Docente de la Academia de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora

francisco.ar@zamora.tecnm.mx

Iván Luis Acevedo Cornejo

Doctor en Administración – Universidad IEXPRO

Docente de la Academia de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora

ivan.ac@zamora.tecnm.mx

Ángel Amezcua Zendejas

Doctor en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico

Instituto Politécnico Nacional

Docente de la Carrera de Agronegocios

Universidad UNIVER Plantel Zamora

angelo.amezcua@hotmail.com

Juan Carlos Gagna

Maestro en Calidad para la Productividad

Universidad Virtual del Estado de Michoacán

Docente de la Academia de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora

juan.g@zamora.tecnm.mx

Imagen: <https://www.iko.com/>

En la actualidad, se enfrentan problemas ambientales, principalmente de sostenibilidad, por lo que, el aprovechamiento de los espacios en los hogares es de suma importancia para el desarrollo sostenible que se quiere lograr a nivel mundial. En la presente investigación se recolectaron y analizaron datos de los factores relevantes alrededor de la implementación de un techo verde con opción de cultivo de hortalizas, estos factores fueron desde los sociales, ambientales y estructurales, que deben considerarse en la implementación de techos verdes como opción de cultivo de hortalizas, mismo que cuenta con un grado de confiabilidad y aceptación.

Actualmente los techos verdes son usados principalmente en edificios o centros comerciales con la intención de hacer destacar su estética, debido a que solo están realizados para dar o mostrar un diseño natural para interiores. La propuesta que se plantea sobre los techos verdes es de que sean funcionales para la producción de hortalizas, es decir, que ahora los techos verdes sean productivos, sirvan para que las familias pueden tener mayor acceso a este tipo de productos, que de acuerdo con el crecimiento poblacional cada día se están haciendo más escasos.

Los techos verdes son conocidos hace siglos, surgieron principalmente en los climas fríos debido a las necesidades de sus pobladores, como es el caso de Islandia, Escandinavia, EUA y Canadá, así como en los climas cálidos de Tanzania. Son definidos como sistemas superficiales debido a sus características relacionadas entre sí para un desarrollo mínimo de las plantaciones y un acceso limitado para el uso diario. Las principales ventajas para destacar van en relación con el poco peso, bajo costo y tiempo para su conservación (Salas, 2017). Los techos verdes fueron planteados para poder subsistir por el paso de los años en una fina capa de tierra y solo necesitan de un mantenimiento anual con ayuda de abonos para que se puedan desarrollar, logrando un desarrollo sostenible al alcance de las familias abonando a la soberanía alimentaria regional.

Uno de los principales beneficios que se tiene con la implementación de un techo verde, es que debido a las altas temperaturas y al cambio climático, los rayos de sol ya no entran directamente a la habitación por lo que al instalar el techo en la casa la temperatura disminuye notablemente en el interior de la habitación.

Imagen: <https://www.iko.com/>



Principales conceptos

Para poder desarrollar la propuesta de implementación de los techos verdes, es necesario entender cuál es su finalidad y manejo, es por ellos que se deben de definir sus principales conceptos.

Techos verdes: Son tejados con vegetación, requieren el uso de una capa repelente contra raíces, sustratos de cultivo, drenaje y un método de riego. Tienen como objetivo la mejora del medio ambiente proponiéndose como alternativa de reforestación a las zonas con falta de vegetación en el suelo (Salas, 2017).

Bonos de carbono: Es el nombre genérico que se le ha dado a la serie de instrumentos económicos y de mercado los cuales fueron creados para reducir emisiones de gases de invernadero (Vázquez, 2011).

Estructura Ecológica: Sistema natural que brinda soporte a las actividades humanas, siendo proveedor de bienes y servicios ecológicos (Márquez y Valenzuela, 2008).

Hortalizas: Plantas cultivadas por lo general en huertas o regadíos, se consumen como alimentos, incluye verduras y legumbres verdes (Quiroz, 2004).

	Espesor
1. Membrana anti-raíz, impermeabilizante	0.4 cm
2. Capa drenante	5 cm
3. Capa filtrante	0.3 cm
4. Capa de sustrato	10 cm
5. Capa de vegetación	1.2 cm

Cuadro 1. Materiales requeridos para la implementación de un techo verdes.

Propuesta de diseño de techo verde

La propuesta que a continuación se presenta, es el resultado de investigación realizada por docentes de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. Está enfocada a la realización de un techo que se asigne a una casa habitación para la producción de algunos alimentos que son más comunes o frecuentes para el consumo humano, en especial las hortalizas. El diseño de la propuesta tiene que ver directamente al autoconsumo, es decir para satisfacer las necesidades propias de cada uno de los hogares ante la problemática que presentan las grandes urbes contemporáneas.

Se considera la siguiente clasificación de acuerdo con la importancia del grado de extensión que debe alcanzar para soportar la productividad realizada, dicha clasificación es:

Elementos primarios

Son llamados así porque independientemente de los materiales a considerar para la construcción del techo verde, se deben hacer estas adecuaciones iniciales para su construcción desde el proyecto inicial, como lo son:

- a. Soporte estructural
- b. Sistema de desalojo de agua
- c. Aislante térmico



Figura 4. Orden de los materiales empleados para la instalación de los techos verdes.
 Imagen: arquixpressblog (Marzo, 2017)

Es importante resaltar que el primer paso que se debe dar para la construcción de un techo verde es el cálculo del soporte estructural. Se debe elegir correctamente el área o espacio de la casa en el cual se va a instalar debido a que se debe agregar una carga de peso considerable, esta área debe soportar los materiales, así como la producción a generar. Este caso se divide en dos partes posibles, primera, que surja desde el inicio de un proyecto de construcción, y segunda, las modificaciones que se tengan que hacer a lo ya hecho.

Elementos secundarios

Estos elementos son complementarios a los primarios, pero estos se desarrollan una vez que se elaboran los primarios, es decir después del soporte estructural, el sistema de desalaje de agua y el aislante térmico se colocan los elementos secundarios, que son los elementos de producción directamente, los materiales comúnmente empleados aparecen en el cuadro 1. Para que se logre con éxito la implementación del techo verde se debe de instalar dando orden a los elementos antes mencionados. (figura 4).

Esta implementación para condiciones normales de autoconsumo promedio se considera hasta 25 cm de altura en su totalidad en la instalación de los materiales y formas indicadas en los elementos secundarios (figura 5).

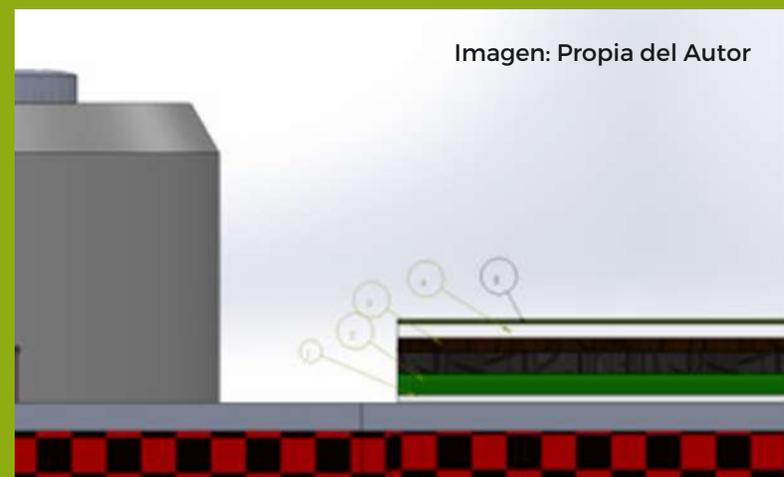
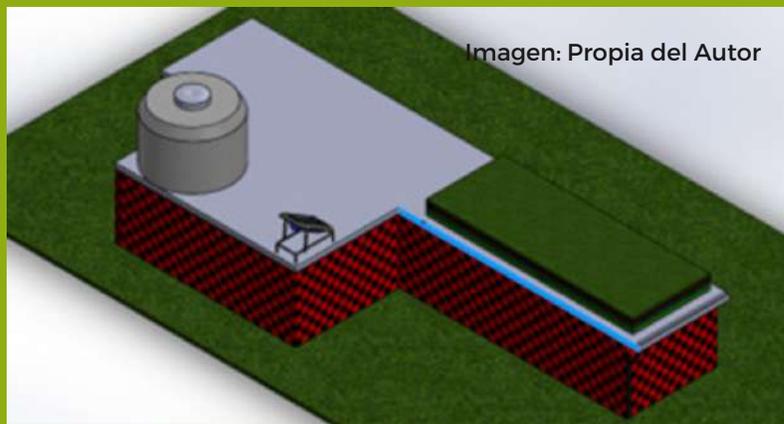


Figura 5 Casa completa con adaptación de techo verde vista desde arriba y vista lateral.

Esta implementación para condiciones normales de autoconsumo promedio se considera hasta 25 cm de altura en su totalidad en la instalación de los materiales y formas indicadas en los elementos secundarios (figura 5).

Beneficios sobre el uso de techos verdes

Los cultivos de hortalizas normales sufren daños estructurales en los techos de las casas convencionales, principalmente en tiempos de lluvias debido al estancamiento de la lluvia (Langlais y Ryckewaert, 2013).

Esta implementación para condiciones normales de autoconsumo promedio se considera hasta 25 cm de altura en su totalidad en la instalación de los materiales y formas indicadas en los elementos secundarios (figura 5).

- Producen oxígeno y absorben CO₂, ayudando a disminuir la contaminación en el aire.
- Filtran las partículas de polvo, suciedad del aire y absorben las partículas nocivas, ayudando a disminuir posibles riesgos por enfermedades respiratorias.
- Evitan el calentamiento de los techos y con ello disminuyen los remolinos de polvo, ayudando a mejorar los sitios de confort dentro del hogar aplicando un bioclimatismo óptimo de la utilización de los recursos urbanos y ambientales.
- Regula las variaciones de temperatura del ciclo día-noche y disminuyen las variaciones de humedad en el aire, ayudando a mantener un clima estable para el ambiente y la sociedad.
- Tienen una vida útil prolongada, siempre que su ejecución sea la correcta y el mantenimiento se realice periódicamente, tienen efecto como aislamiento térmico.
- Protege de los intensos rayos solares del verano a las habitaciones ubicadas bajo el techo, ayudando a disminuir los rayos ultravioleta perjudiciales para la salud.
- Reduce el paso del sonido del exterior, disminuyendo la contaminación auditiva dentro de los hogares, absorben gran parte del flujo pluvial por lo que ayuda a disminuir la saturación del sistema de alcantarillado (Eco Habitar, 2012).

El uso de la vegetación en las construcciones puede reconfortar la estructura ecológica, ocasionando una progresión de la biodiversidad, puesto que se instauran áreas importantes mediante las edificaciones verdes que aportaran grandes ventajas ambientales y económicas.

(Thoma y Domínguez, 2012). Los beneficios ambientales se pueden incrementar de acuerdo con el modelo de techo verde a implementar, pero siempre se debe tener en cuenta el costo de la construcción y de la conservación, ya que no todos los techos tienen igual costo (Sánchez, 2011). Sin embargo, el techo verde actualmente tiene un mejor planteamiento para una forma de decoración que para un uso personal.

En el hogar, las áreas verdes, aparte de mejorar el entorno y el área visual de la casa, pueden también ser destinadas al cultivo de hortalizas y frutas, a lo que consideramos como huerta urbana. Estos espacios pueden ser utilizados para cultivar hortalizas en los jardines exteriores e interiores, así como los techos verdes y con esto obtener los beneficios de cultivar alimentos en casa son muchos: alimentación más sana, menos pesticidas, prevención de enfermedades como la obesidad. Ahora si no se dispone de jardines en casa, ni espacio en el techo para un techo huerta, no es razón para dejar de cultivar nuestros propios alimentos. Existen otros espacios dentro de casa que se puede utilizar para el cultivo de plantas alimenticias y aromáticas. (Mañeru, 2015)

CONCLUSIONES

Los techos verdes representan una ventaja social, económica y ambiental ante el contexto post pandemia provocada por la enfermedad COVID-19 y las políticas gubernamentales mundiales como el conflicto entre Ucrania y Rusia, que incide en la elevación de los costos de fertilizantes minerales. Esta tecnología permite la producción de hortalizas como fuente de alimento para consumo propio. Algunos de los beneficios adicionales implican la disminución de la temperatura interna de las viviendas en donde se instalan, son capaces de filtrar partículas de polvo y suciedad del aire, regulan las variaciones térmicas en el ciclo día-noche e inciden en regular la concentración ambiental del gas CO₂.

Los techos verdes de cierta manera son capaces de promover un futuro sostenible y equitativo para quienes adopten la tecnología, ya que promueven la autonomía alimentaria y económica.

REFERENCIAS:

- Alcazar Ocampo, J. (2010). Manual básico "producción de hortalizas". <https://docplayer.es/21253660-Manual-basico-produccion-de-hortalizas-ing-juan-carlos-alcazar-ocampo-especialista-en-produccion-de-hortalizas-marzo-del-2010.html> *arquixpressblog*. (2017). Nuevas tendencias: membranas impermeabilizantes antiraiz para cubiertas verdes. NUEVAS TENDENCIAS: MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES ANTIRAIZ PARA CUBIERTAS VERDES. | (wordpress.com)
- Eco Habitar. (6 de 12 de 2012). Las ventajas del techo verde. Eco Habitar: <http://www.ecohabitar.org/las-ventajas-del-techo-verde/>
- Langlais, C., & Ryckewaert, P. (2015). Guía de los cultivos protegidos de hortalizas en zona tropical húmeda. Francia. CIRAD.
- Mañeru, M. (2015). *El huerto en casa*. Madrid. LIBSA.
- Márquez, G., & Valenzuela, E. (12 de agosto de 2008). Estructura ecológica y ordenamiento territorial ambiental: Aproximación conceptual y metodológica a partir del proceso de ordenación de cuencas. Vol.11 Núm.2. Gestión y Ambiente. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/13989/14780>
- Rivera, L. (2018). Azoteas verdes, sí. *Excelsior*. <https://www.excelsior.com.mx/opinion/lorena-rivera/azoteas-verdes-si/1252553>
- Rozano Ladrón de Guevara, V., Quirós Santiago, C., Acosta Pulido, J., Pimentel Ayaquica, L., & Quiñones Ramírez, E. (10 de agosto de 2004). Hortalizas, las llaves de la energía. *Revista Digital Universitaria*. Volumen 5 Número 7. https://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep_art88.pdf
- Salas Aspajo, F. (2017). Propuesta de implementación del uso de techos verdes con geomembrana importada de Estados Unidos en el distrito de San Miguel para cumplir con la meta 8 de biodiversidad de Aichi. (Tesis de Licenciatura). Lima. Facultad de ciencias administrativas y recursos humanos.
- Sánchez y Gándara, A. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. México. S y G Editores.
- Thoma, U., & Domínguez, G. (2013). *De lo insostenible a lo sustentable: Propuestas básicas, indicadores y casos de éxito para tomar decisiones sustentables en México*. México. IEXE.
- Vázquez García, A. (s.f.). *El mercado de los bonos de carbono*. *Derecho ambiental y ecología*. http://www.ceja.org.mx/IMG/EI_mercado_de_los_bonos_de_carbono.pdf

Nutrición Vegetal

ESPECIALIDAD

POSGRADOS



Universidad
DeLaSalle®
Bajío



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

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

LA AGROBIODIVERSIDAD BENÉFICA EN EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS



Dr. Sinue I. Morales Alonso
Profesor Investigador de Tiempo Completo
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle
smorales@delasalle.edu.mx

Introducción

Antes de adentrarnos a esta lectura, debemos entender qué papel juega la Agroecología en los sistemas de producción agrícola.

Es una disciplina que intenta un sinergismo entre dos grandes áreas de las ciencias biológicas, la ecología y la agronomía.

Esto, a razón de una percepción general de que la agricultura moderna enfrenta una crisis ambiental; como es, la erosión de suelos, salinización, contaminación con pesticidas, desertificación, pérdidas de la agrobiodiversidad, aumento de plagas entre otros factores.

Bajo este contexto, la Agroecología, busca una alta diversidad de especies, cadenas e interacciones tróficas complejas, las cuales puedan facilitar el desarrollo idóneo en los agroecosistemas, una mínima dependencia de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas). Así como, un mantenimiento de poblaciones estables de insectos, patógenos y malezas que dependan de la diversidad y eficiencia de parasitoides, depredadores, competidores y antagonistas; y que enfatizen las interacciones y sinergismos entre los varios componentes biológicos de los agroecosistemas, mejorando así la protección del medio ambiente, económica y eficiencia biológica. Esto último, es justo en donde vamos a comprender y entender la agrobiodiversidad benéfica, en el control de plagas.

Importancia de la biodiversidad

Hay que entender que la biodiversidad juega un papel fundamental en las cadenas tróficas de cualquier ecosistema y así, logran una autonomía ecológica. Sin embargo, los sistemas actuales de cultivo, están muy lejos de ser autosustentables, autónomos, independientes.

Esto, por la gran dependencia que se ha generado por miles de años entre planta y hombre (domesticación), el resultado, una producción suficiente para la sociedad. Aun así, hemos iniciado en incursionar en una transición de la agricultura convencional a una agricultura agroecológica. Para lograr este cometido, es importante entender cuáles son los componentes que la conforman, como está estructurado y su función a nivel de nicho o su interacción entre los distintos niveles tróficos en un agroecosistema.

Por ejemplo, a nivel de suelo se pueden encontrar una vasta biodiversidad, como pueden ser virus, bacterias u hongos o macroorganismos (gusanos, miriápodos, insectos).

Pero, regresando a los microorganismos, al analizar su función, es posible identificar que llevan a cabo la degradación de la materia orgánica, así como, facilitar la biodisponibilidad de los nutrientes presentes en el suelo para el sistema radicular de las plantas.

Además, los microorganismos pueden establecer interacciones simbióticas con las raíces, estimulando el crecimiento de estructuras como son los pelos radiculares o la formación de nódulos, de donde las bacterias, liberan ácidos orgánicos que ayudan a solubilizar ciertos minerales que se tornan de fácil absorción.



Imagen: Propia del autor



Como estos ejemplos, podríamos analizar muchos más. Sin embargo, ahora nos vamos a enfocar a conocer la agrobiodiversidad benéfica (= a un servicio ecológico) que nos brindan la biodiversidad de insectos y microorganismos presentes en los agroecosistemas.

Agrobiodiversidad benéfica, al servicio del agricultor

Cuando se habla sobre temas de Insectos, hongos, virus o bacterias, caemos en discusión sobre si representan un problemas en distintas áreas, como en la salud, pecuaria, forestal o agrícola, ¡y así es!

Pero en esta ocasión, hablaremos de aquellos que tal vez, son poco conocidos y los cuales son muy importantes desde una perspectiva en la fitosanidad agrícola.

En México, pensaríamos que no se ha incursionado o que tiene poco su uso en la agricultura, pero no es así. Por ejemplo, en 1900 se dieron los primeros pasos en esta área que se conoce como la Entomología Agrícola, en ese año, se nombra la Comisión de Parasitología Agrícola, con el fin de crear un grupo de expertos en la materia y monitorear la liberación de enemigos naturales para el control de la langosta en la península de Yucatán, México.

O en 1911, se aísla una bacteria de locústidos en Yucatán, México, para experimentarse en chapulines.

Con el paso del tiempo se le ha dado una dirección sistemática en la crianza y reproducción, de manera intensiva, con el objetivo de realizar liberaciones o aplicaciones en distintos cultivos para controlar a plagas o enfermedades que se han presentado de manera



exponencial y contrarrestar el uso de plaguicidas catalogados como altamente tóxicos a la biodiversidad, salud humana o al medio ambiente. Aun así, no se ha logrado un éxito total en que logren una resiliencia en los sistemas de cultivos, por la propia fisonomía del agroecosistema y acciones realizadas por el humano.

Actualmente, en México se cuenta con plantas productoras de insectos o microorganismo benéficos, como es, el Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB) coordinado por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad, y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) perteneciente a la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), este centro con ubicación en Tecomán, Colima, México y el cual, coadyuva con programas o campañas fitosanitarias en las que se promueven el uso de organismos benéficos como agentes de control biológico, fortaleciendo la sanidad de los cultivos vegetal en México. Así mismo, también hay presencia de iniciativas privadas, con la misión de implementar estas alternativas agroecológicas para la sanidad de los cultivos y el medio ambiente.

Pero, ¿Qué entendemos por la agrobiodiversidad benéfica, en el control de plagas agrícolas?; partiremos, de que son dos grandes grupos, uno etiquetado como Insectos Entomófagos y el segundo como Entomopatógenos. Ambos grupos, así como mencionamos que son reproducidos artificialmente, también se encuentran presentes de manera natural en los agroecosistemas.

Entomófagos

Son a los que les llaman insectos benéficos, puntualmente, parasitoides y depredadores.

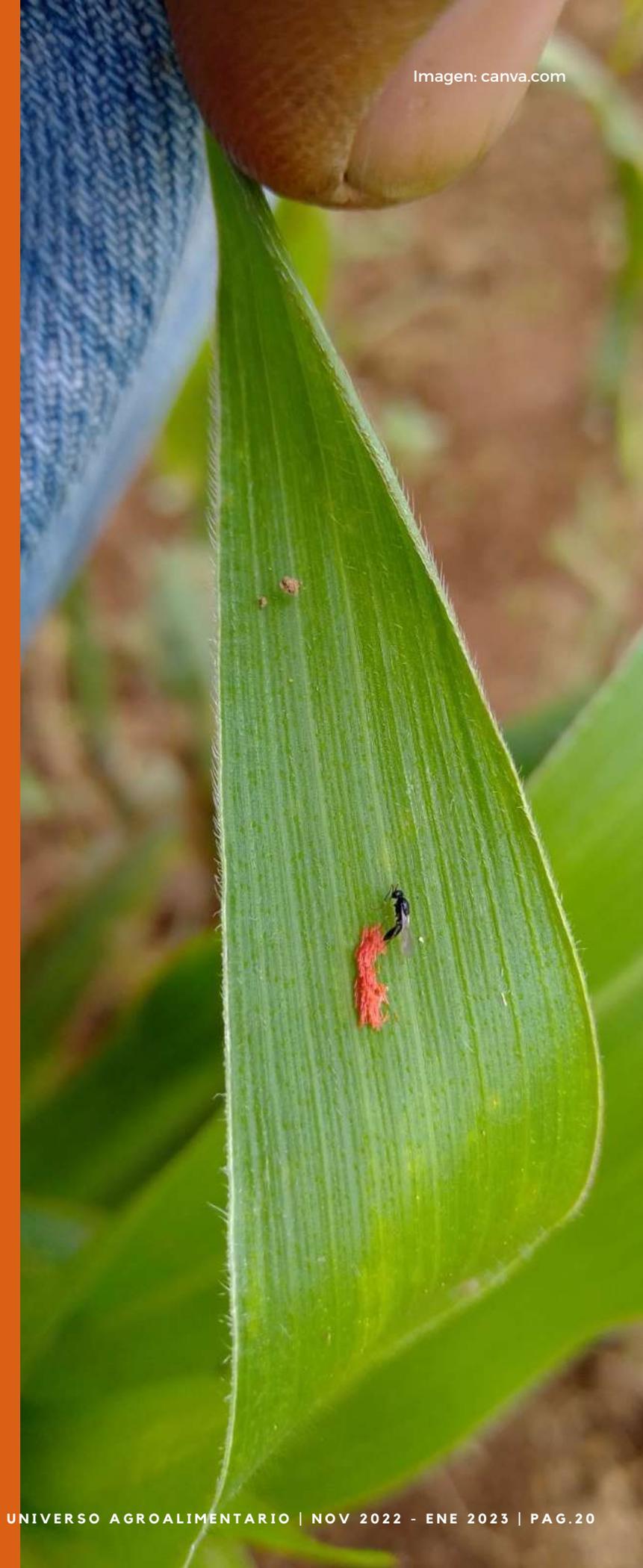
La mayor parte de los insectos parasitoides, pertenecen al orden Hymenoptera (avispa) y en menor proporción en el orden Diptera (moscas). Parasitoide, es aquel insecto que, en su etapa inmadura, huevo y larva, lo realiza en el cuerpo de otro insecto (lo llamaremos insecto hospedero), ya sea interno (endoparasitoide) o externo (ectoparasitoide) y que al termino de cumplir su etapa inmadura, causa la muerte sobre su hospedero, emergiendo el adulto, el cual se alimenta de néctar y el cual buscara nuevos insectos hospederos para seguir su ciclo de vida. Depredador, insectos que una vez que eclosionan del huevo y con una respuesta innata se dedican a alimentarse de otros insectos (presa) al igual que en la etapa adulta, alimentándose vorazmente de insectos.

Lo interesante, es que los insectos hospederos o presa, son mayoritariamente catalogados como plagas de importancia económica en el sector agrícola.

Entomopatógenos

Son aquellos agentes patógenos que ocasionan una enfermedad en el cuerpo del insecto, aquí encontramos a bacterias, hongos y virus.

Imagen: canva.com



Lo interesante de estos agentes patógenos, es su mecanismo de acción, una vez que entran en contacto con el cuerpo del insecto o son ingeridos por el mismo.

Bacterias, estas tendrán que ser tragadas, porque su acción de daño sucederá en las células intestinales, la bacteria una vez en el sistema digestivo producirá y liberará toxina en forma de cristales, estos al solubilizarse en el sistema digestivo, se activarán afectando las paredes intestinales ocasionando la muerte celular.

Hongos, estos actuarán por contacto sobre el cuerpo del insecto, las esporas se adherirán a la cutícula del insecto, habrá una germinación y formación del apresorio, penetración de la cutícula, crecimiento lateral y penetración en la epidermis, agregación de los hemocitos en el lugar de penetración fúngica, fagocitosis de cuerpos hifales por células fagocitas del insecto, propagación en el hemocele, transformación a cuerpo hifal,

esporulación y germinación atravesando la cutícula del insecto y diseminación de las esporas; resultando en la muerte del insecto. Virus, las larvas ingieren los cuerpos de inclusión virales (CIV), los CIV se disuelven por el pH alcalino del intestino medio y liberan los viriones que atraviesan la membrana peritrófica, los viriones liberan las nucleocápsides (NC) que se fusionan con la membrana de las células epiteliales del intestino y las infectan, las NC se replican en el núcleo y salen de las células epiteliales en forma de viriones para infectar otras células, al final de la infección secundaria se forman nuevos CIV que son liberados al ambiente cuando la larva muere y el tegumento se rompe (Sucesos de una Epizootia).

¿Qué nos toca hacer?

Entender a la Agroecología, por la escala holística en la cual quiere abrazar a la agricultura, por el esfuerzo de restaurar la resistencia, recuperación del balance y vigor de los agroecosistemas.

Fotografía: Canva





Cuidando de manera correcta las acciones ejecutadas en el campo agrícola y no causar un daño irreparable a los diversos componentes (agrobiodiversidad) que conforman al agroecosistema. Incluyendo a la diversidad cultural, que ha evolucionado con las agriculturas tradicionales y quienes son responsables de seguir generando alimentos sanos e inocuos.

Por lo tanto, es de suma importancia, seguir trabajando en lograr esa transición de lo convencional a lo agroecológico, para que la agrobiodiversidad siga prestando una infinidad de servicios ecológicos, tales como el reciclaje de nutrientes, control del microclima local, detoxificación de compuestos químicos o la supresión biológica de plagas y enfermedades a través de insectos entomófagos o entomopatógenos.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). *Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America. Agroecology and Sustainable Food systems*, 41, pp.231-237.
- Evans, W. E. (2016). *Biodiversity, ecosystem functioning, and classical biological control. Applied Entomology and Zoology*, 51, pp.173-184.
- Gliessman, S. (2018). *Defining agroecology. Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42, pp.599-600.
- Marina Cotes, A. (2018). *Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. Volumen 1. Agentes de control biológico. Colombia: Agrosava.*
- Rodríguez Del Bosque, L. A., & Arredondo Bernal H. C. (2007). *Teoría y aplicación del control biológico. México: Sociedad Mexicana de Control Biológico.*

EL ENEMIGO DE MI ENEMIGO ES MI AMIGO: EL PAPEL DEL CONTROL BIOLÓGICO PARA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE



De izquierda a derecha.

Dra. Amelia Cristina Montoya Martínez

Estancia posdoctoral

Instituto Tecnológico de Sonora

cristina_montoya14@hotmail.com

M.C. Ana María García Montelongo

Ciencias en Recursos Naturales

Instituto Tecnológico de Sonora

anamgarciamontelongo@gmail.com

Dr. Sergio de los Santos Villalobos

Profesor investigador

Instituto Tecnológico de Sonora

sergio.delossantos@itson.edu.mx

Si has tenido un gato en casa, seguramente has notado que es raro que existan problemas de roedores.

O que, cuando hay arañas domésticas, que normalmente encontramos en rincones, detrás de muebles o lugares recónditos del hogar, la cantidad de insectos como moscas y mosquitos suele disminuir (Imagen. 1)

Esto se debe a que los gatos y las arañas, son enemigos naturales o antagonistas de los roedores e insectos, respectivamente (Fisher, 2022).

Este tipo antagonismo (donde un ser vivo controla la población de otro) ha sido aprovechado para el beneficio del ser humano, y se ha explotado sobre todo en la agricultura, donde se conoce como "Control Biológico" o "Biocontrol", utilizado para contrarrestar plagas y enfermedades de los cultivos.

La palabra "plaga" suele tener una interpretación errónea, ya que se cree que son organismos malos o dañinos; sin embargo, se trata de organismos que no tienen un depredador o controlador natural, o la población de su antagonista esta disminuida. Esto provoca una proliferación de la población de los organismos no deseados, y es aquí cuando se generan problemas en el ecosistema y, en el caso particular de los agroecosistemas, puede generar daños en los cultivos de interés agrícola, ocasionando pérdidas económicas a los productores, encarecimiento y escasez de productos agrícolas. El control biológico es una herramienta que permite disminuir este problema, pues trata de controlar organismos no deseados con sus antagonistas naturales, para así evitar y disminuir el uso de químicos potencialmente tóxicos como pesticidas (Imagen 2), ya que estos químicos generan daños a la salud humana y ambiente, así como resistencia a los mismos por parte del organismo objetivo (Cordova-Albores et al., 2020).



Imagen 2: Campo de Chile siendo fumigado por avioneta.
Imagen: <https://laverdadonline.com/>

Control biológico

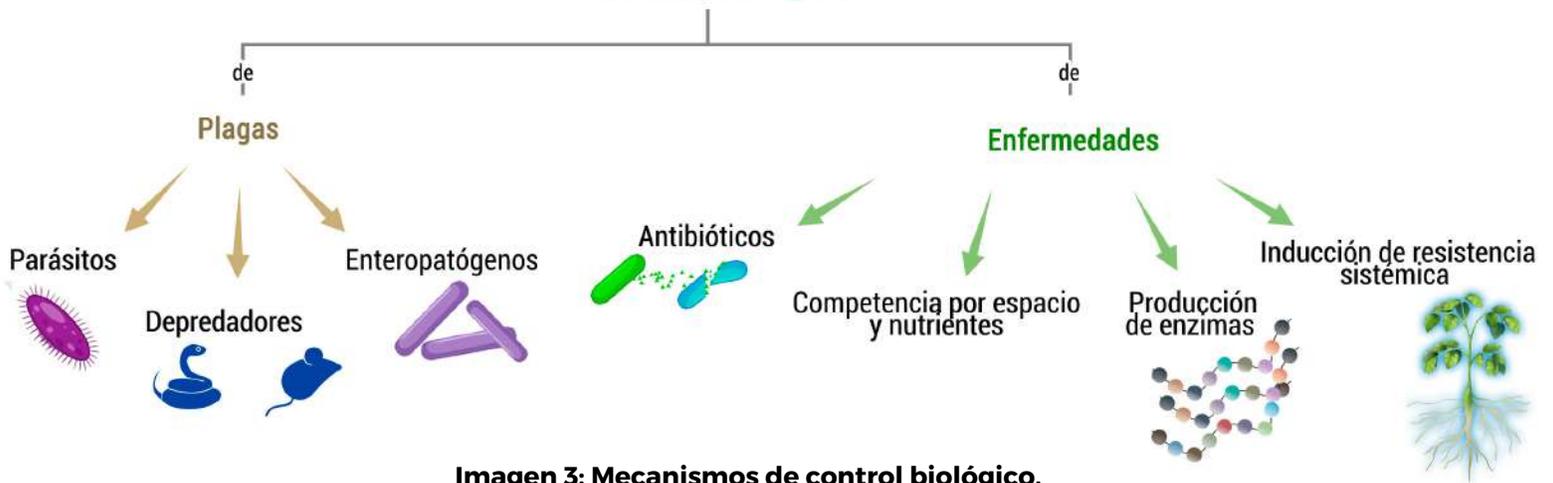


Imagen 3: Mecanismos de control biológico.
Figura propia del autor

Diversos mecanismos para control de diversos problemas

Un agente de control biológico (ACB) es aquel organismo que es utilizado e introducido a un agroecosistema para controlar a otro no deseado. Existen diferentes mecanismos utilizados por los ACB que les permiten sobrevivir en su entorno y a su vez competir y controlar a otros organismos (Fig.3). A continuación, exploramos algunos de los más aprovechados para la agricultura.

Biocontrol de plagas

Cuando se trata de biocontrolar una plaga de insectos o nemátodos que afectan los cultivos, existen diferentes formas en las que los ACB actúan sobre su organismo objetivo.

Dentro de los agentes de control biológico podemos encontrar a los parásitos que se alimentan, desarrollan y viven a expensas de otro organismo, eventualmente matándolo.

Un ejemplo de este mecanismo de control biológico son los hongos que parasitan nemátodos patógenos de plantas; estos hongos infectan a los nemátodos y a sus huevecillos adhiriéndose a la cutícula de los mismos, y poco a poco penetran la piel para colonizar y alimentarse del nemátodo (Tapia et al., 2022).

Por otra parte, los organismos depredadores capturan y matan a su presa para alimentarse y, a diferencia de los parásitos, generalmente consumen varias presas para completar su ciclo de vida; algunos ejemplos de esto son las catarinitas (Imange 4),

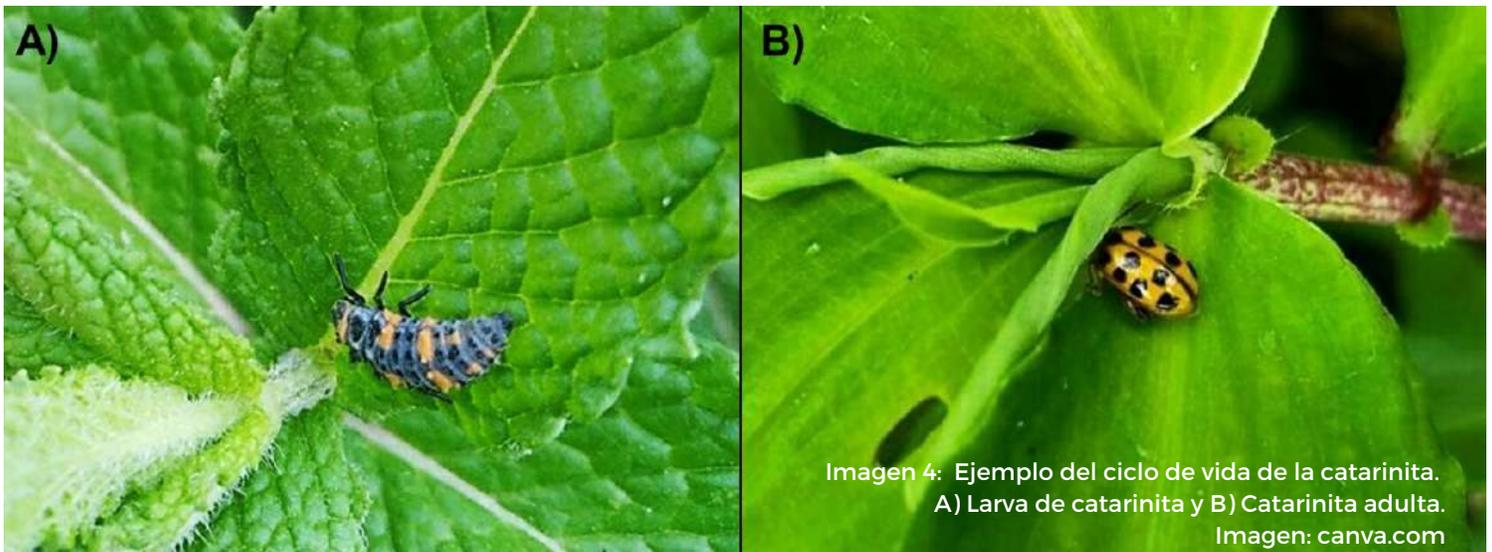


Imagen 4: Ejemplo del ciclo de vida de la catarinita.
A) Larva de catarinita y B) Catarinita adulta.
Imagen: canva.com

las crisopas y algunos ácaros depredadores, que en durante su ciclo de vida se alimentan de plagas de los cultivos como áfidos, cochinillas, gorgojos, trips, entre otros. De hecho, se puede decir que el control biológico inició su desarrollo tras el éxito de la introducción desde Australia de las catarinas (*Rodolia cardinalis*) a EUA para controlar a la cochinilla acanalada (*Icerya purchasi*) que ataca los cultivos cítricos; este es el ejemplo clásico de biocontrol por depredación (Dreistadt & UC-IPM, n.d.).

Los entomopatógenos son un tipo de hongos que se usan para biocontrolar insectos, infectándolos, produciendo toxinas y rompiendo las células del insecto para aprovecharlo como fuente de nutrientes, lo cual provoca la muerte del insecto plaga, controlando así la población. Además, cada insecto infectado representa una amenaza para los insectos no infectados, ya que pueden actuar de vehículo del hongo entomopatógeno, infectando insectos sanos.

Metarhizium anisopliae y *Beauveria bassiana* son hongos ampliamente utilizados para este fin.

Control biológico de enfermedades

Además de controlar insectos y nemátodos que son plagas de cultivos, los ACB también pueden biocontrolar enfermedades causadas por bacterias, hongos y virus patógenos (que matan o debilitan a las plantas causándoles alguna enfermedad).

Para esto existen diferentes mecanismos de acción por parte de los ACB, tales como la producción de antibióticos (antibiosis), competencia por nutrientes y espacio, hiperparasitismo, producción de sideróforos, producción de enzimas líticas (que degradan la pared celular de los hongos), e inducción de resistencia sistémica en las plantas.

La antibiosis se basa en la producción de metabolitos por los ACB (sustancias producidas durante el metabolismo) con el fin inhibir el crecimiento de otro organismo vivo (Imagen 5).

Existe una numerosa cantidad de antibióticos conocidos que han sido aprovechados por el ser humano para su beneficio, principalmente en el área de la salud.

La producción de antibióticos también puede ser aprovechada en la producción agrícola, ya que hongos y bacterias que naturalmente se encuentran en los suelos agrícolas, tiene la capacidad de producirlos.

Bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*, son ejemplos de bacterias productoras de antibióticos que son actualmente comercializadas y utilizadas en control biológico de enfermedades agrícolas (Villarreal-Delgado et al., 2018).

El control biológico se puede lograr por mecanismos de competencia; esto se refiere a la acción de competir por el espacio disponible y consumir rápidamente los nutrientes, dejando a los organismos patógenos sin suficiente espacio y nutrientes para sobrevivir y desarrollarse, lo que en consecuencia previene las enfermedades que estos causan (Imagen 6). La competencia depende de una colonización efectiva y eficiente de la rizosfera y el tejido de las plantas, por parte de ACB, lo cual a su vez está determinado por la capacidad de adaptación a las condiciones del medio ambiente, la movilidad del ACB y su capacidad de reproducirse más rápido que los patógenos.



Imagen 5. Espora del hongo *Bipolaris sorokinana* causante de la mancha borrosa del trigo, dañada después de un tratamiento de biocontrol con antibióticos producidos por la bacteria *Bacillus cabrialesii* TE3T
Imagen del autor



Imagen 6: Hongo del género *Trichoderma* (color verde) compitiendo por espacio y nutrientes contra el hongo causante de la marchitez (*Fusarium*, color blanco).
imagen del autor

Durante la competencia por nutrientes esenciales poco disponibles, como el hierro, algunos BCA, como las bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Streptomyces* y *Bacillus*, producen cierto tipo de metabolitos conocidos como sideróforos, los cuales tienen una alta afinidad por este elemento.

De esta forma los ACB “secuestran” el hierro, impidiendo que los patógenos tengan acceso a él y, consecuentemente, el patógeno no logra obtener la nutrición necesaria para desarrollarse y establecerse en los cultivos (Santoyo et al., 2010).

Otro mecanismo de los ACB para controlar enfermedades agrícolas es a través de la producción de enzimas líticas, que degradan la pared celular de los hongos que causan enfermedades.

Bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Paenibacillus*, *Bacillus*, *Streptomyces* y hongos como *Trichoderma* (Infante et al., 2009), son conocidos por tener esta capacidad y han sido utilizados con éxito para controlar enfermedades, como la marchitez, pudrición y mohos.

Finalmente, uno de los mecanismos indirectos de control biológico que los ACB confieren, es la activación de la resistencia sistémica en las plantas.

Al entrar en contacto con las raíces de las plantas, los ACB activan rutas de señales en las plantas, las cuales despiertan el sistema de resistencia o la respuesta inmune en las mismas, de forma que las plantas entran en un estado de “alerta”, que les permite defenderse a sí mismas contra el ataque de patógenos más rápidamente.

Algo similar a lo que sucede cuando utilizamos las vacunas (Peteira Delgado-Oramas, 2020).

Beneficios y retos en el uso de agentes de control biológico

A pesar de que su acción controladora no suele ser inmediata, si puede ser duradera ya que los organismos introducidos como biocontroladores pueden persistir, mantenerse y reproducirse, si las condiciones ambientales son favorables para ellos. El control biológico ofrece múltiples beneficios sobre el control químico (pesticidas, plaguicidas y fungicidas), principalmente en el medio ambiente, ya que al no utilizar productos sintéticos para combatir plagas y enfermedades, se reduce la contaminación en agua, suelo, atmósfera, y además, ayudan a mantener un equilibrio saludable en la cadena trófica en general, ya que los agroquímicos con fines de control de plagas y enfermedades, suelen ser acumulativos en seres vivos generando daños en su estado fisiológico, así como llegar a niveles tróficos superiores a través del alimento.

El control biológico por su lado suele ser seguro para el ambiente, ya que al aplicarlo va dirigido directamente sobre su objetivo, mediante la interacción de enemigos naturales, además al ser productos bióticos, no llegan a tener efectos acumulativos en otros organismos ni persistencia nociva en el ambiente.

Adicionalmente, un efecto inesperado de la aplicación de ciertos ACB es el incremento en la producción agrícola: ¡muchos agentes de control biológico son a la vez organismos promotores de crecimiento vegetal! Por ejemplo, la producción de sideróforos, con la cual bacterias como *Pseudomonas* compiten con los patógenos, también beneficia a la planta, ya que estos sideróforos hacen que el hierro esté disponible en el suelo para ser aprovechado por los cultivos. Muchos ACB tienen una gran diversidad de mecanismos y funciones ecológicas en el agroecosistema.

Y a pesar de sus grandes beneficios a nivel ecológico, el control biológico en cultivos aun no es ampliamente explotado en todas las regiones del mundo, ya que sus efectos no son inmediatos como con un agroquímico. Además, el éxito de su aplicación en el campo depende sensiblemente de factores ambientales difíciles de controlar, como el clima, la exposición a la luz solar, la acidez y humedad del suelo, entre otras.

Otro obstáculo para el desarrollo de productos comerciales de control biológico es la falta de métodos rigurosos de evaluación que permitan anticipar de las complejas interacciones entre planta, la plaga y agente patógeno, y el medio ambiente. Por último, la aplicación de productos de biocontrol requiere de un manejo y aplicación más complejos que los requeridos para el uso de agroquímicos (Serrano-Carreón & Galindo Fentanes, 2007).



En conclusión.

La información que aquí te presentamos, es solo una pequeña parte de lo que se sabe acerca del control biológico, y aún más pequeña cuando lo comparamos con todo lo que falta por descubrir. Y esperamos que esta lectura, te motive a aprender más sobre esta fascinante estrategia agrícola, que es más cercana a nosotros de lo que te imaginas. Para que el control biológico logre su propósito de una seguridad alimentaria sustentable, necesitamos más personas interesadas en formar parte de ello: en el sector productivo, académico, científico, legislativo, comercial y los consumidores.



Aprovechar las herramientas que la misma naturaleza nos ofrece para desarrollar una agricultura sustentable y extensiva, capaz de alimentar a una población creciente, sin comprometer el medio ambiente y la salud, es un gran reto. Pero el conocimiento de los diversos mecanismos de acción de biocontrol, el desarrollo de nuevas tecnologías para explotarlos, y la vinculación entre el sector productivo y el científico, nos permitirá superar esa brecha, para llegar a la meta de una seguridad alimentaria global.

Referencias

- Cordova-Albores, L.C., Zelaya-Molina, L.X., Ávila-Alistac, N., Valenzuela-Ruiz, V., Cortés-Martínez, N.E., Parra-Cota, F.I., Burgos-Canul, Y.Y., Chávez-Díaz, I.F., Fajardo-Franco, M.L., & de los Santos-Villalobos, S. 2021. Omics sciences potential on bioprospecting of biological control microbial agents: the case of the Mexican agro-biotechnology. *Mexican Journal of Phytopathology*, 39(1): 147-184. doi: <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2009-3>.
- Dreistadt, S. H., & UC-IPM, P. E. C. I. de P. de la U. de C. (n.d.). *Notas sobre las plagas: Control biológico y los enemigos naturales de los invertebrados*. UC ANR Publication 7500. Retrieved September 3, 2022, from <http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn7500.html>
- Fisher, A. (2022). Por qué no deberías de matar a las arañas que encuentras en casa. *National Geographic En Español*. <https://www.ngenespanol.com/animales/porque-no-deberias-de-matar-a-las-aranas-que-encuentras-en-casa/>
- Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de Protección Vegetal*, 24(1), 14-21.
- Peteira Delgado-Oramas, B. (2020). La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*, 35(1), 1-12.
- Santoyo, G., Valencia-Cantero, E., Orozco-Mosqueda, M. del C., Peña-Cabriales, J. J., & Farías-Rodríguez, R. (2010). Papel de los sideróforos en la actividad antagónica de *Pseudomonas fluorescens* ZUM80 hacia hongos fitopatógenos. *Terra Latinoamericana*, 28, 53-60. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316076006>
- Serrano-Carreón, L., & Galindo Fentanes, E. (2007). Control biológico de organismos fitopatógenos: un reto multidisciplinario. *Ciencia: Revista de La Academia Mexicana de Ciencias*. <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/ediciones-antteriores/ediciones-antteriores/36-vol-58-num-1-enero-marzo-2007/comunicaciones-libres34/81-control-biologico-de-organismos-fitopatogenos-un-reto-multidisciplinario>

LAS MARAVILLAS DEL DIENTE DE LEÓN (*Taraxacum officinale*).

Existen plantas silvestres que ofrecen una gran alternativa para ser utilizadas en la alimentación, y además, son útiles para atender una gran cantidad de padecimientos debido a los metabolitos secundarios que éstas poseen en sus diferentes órganos como raíz, tallo, hojas o flores.



Mtro. Jaime Leyva Carmona
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío
jlc106165@udelasalle.edu.mx

El diente de león (*Taraxacum officinale*) es una de estas plantas que brinda bastos beneficios: puede ser utilizada tanto para alimentación, como fuente de materia prima, o bien, para prevenir o curar diversos padecimientos de forma natural sin el riesgo de causar efectos secundarios, no obstante, siempre es necesario tomar en cuenta las recomendaciones en cuestión de dosis, tiempo de toma y contraindicaciones emitidas por los especialistas en el manejo de estos recursos genéticos.

El diente de león es una planta de tipo herbácea que pertenece a la familia de las asteráceas.

Sus hojas se encuentran desde la base en forma de roseta, son de tipo lobuladas y dentadas; sus flores son de color amarillo, en cabezuelas, y su raíz principal es de tipo pivotante.

El diente de león es originario de Europa, Asia y América del Norte, y a través del tiempo se ha diseminado prácticamente en todas las regiones del mundo.

Actualmente, se puede encontrar de forma silvestre invadiendo diversos cultivos, sobretodo en la alfalfa; mientras que, también puede encontrarse de forma útil como cultivo a gran escala, tanto para su comercialización como para la obtención de sus ingredientes activos.

Como particularidades de esta planta, se puede listar los nombres bajo los cuales es conocida, dependiendo de la región en la que se encuentre, entre ellos se pueden listar nombres comunes como achicoria amarga, moraja, endivia silvestre, corona de fraile, amargón, taraxacón y almirón, entre otros tantos.

Los principales países productores de diente león para la obtención de los ingredientes activos son Hungría, Bulgaria y Rumania. Las partes utilizadas de la planta son generalmente la raíz y las hojas, ya que en estos órganos se concentran mayormente los metabolitos secundarios responsables de los beneficios a los cuales se le asocia.

Específicamente, en las hojas se encuentran flavonoides, en especial apigenina y luteolina; vitaminas B, C y D; carotenoides; provitamina A; cumarinas, así como aminoácidos en especial asparagina y glutamina. Mientras que en las flores se encuentran vitamina B2, arnidiol, lípidos y lecitina. Por último, en la raíz se concentran cerol, taraxerol, acetatos, mucilagos, tiamina, ácidos grasos (ácido palmítico, mirístico, linolénico y linoleico), saponinas, carotenoides, vitaminas (A,B,C,D, nicotinamida y ácido nicotínico), sales y minerales (Mg, Mn, Fe, Si y K).

Los beneficios que *Taraxacum officinale* (diente de león) aporta a la humanidad son diversos, por ejemplo: sus hojas son utilizadas para elaborar ensaladas, aportando vitamina B2, Vitamina C, K y antioxidantes, los cuales resultan de gran utilidad para eliminar el colesterol presente en la sangre, además de aportar minerales como el hierro.

Por otra parte, en relación a los usos medicinales que se le han dado a lo largo de la historia, en el siglo XI los árabes dejaron varios escritos donde se documenta que el diente de león era utilizado para curar diferentes tipos de afecciones. Se sabe, que, durante la edad Media, esta planta fue considerada por mucho tiempo como la mejor para curar.

En algunas regiones de México su raíz se utiliza para atender pacientes con diabetes, debido al contenido de inulina que posee (25-38%). Se utiliza como tónico amargo, laxante suave y como diurético, lo que permite utilizarla para tratamientos de infecciones en vías urinarias, para atender padecimientos de gota, algunos estudios han arrojado resultados excelentes en el tratamiento de *Candida albicans*, causante de infecciones vaginales.

Así mismo, su propiedad antifúngica, es de gran utilidad para la desinfección de heridas y eliminación de hongos presentes en las diferentes partes del cuerpo. Es utilizada para tratar algunas patologías de la piel. Puede también utilizarse para atender problemas de hepatitis tipo B, ya que el diente de león estimula el hígado para la producción de glóbulos rojos, así mismo, los contenidos de vitaminas, carotenos y minerales en raíz y hojas coadyuvan en el tratamiento de leucemia, anemia y debilidad del cuerpo. Debido a sus propiedades antiinflamatorias, el diente de león se utiliza para problemas de mastitis, tanto en personas como en animales, así como inflamación de las amígdalas e infección de garganta. También se sabe que es de gran utilidad para bajar la presión arterial alta y para afecciones del corazón. Es de gran utilidad para problemas de neumonía y bronquitis, problemas digestivos, así como para pacientes con cuadros de intoxicación debido a un alto consumo de medicamentos. A través de la toma del té, se tratan problemas de litiasis en la vesícula biliar, obesidad, inflamación del estómago, gases y reflujo. En relación a problemas de la menopausia, el diente de león puede disminuir sus síntomas. A manera de resumen, se puede mencionar que las propiedades terapéuticas de la planta son las siguientes: aperitiva, tónico estomacal, depurativa, combate el escorbuto, hidropesía, combate los esputos sanguinolentos, así como los problemas de hemorroides, eleva sistema inmunológico, regenerador celular y antiviral.

El diente de león es sin duda una planta con excelentes propiedades terapéuticas, debido al tipo de metabolitos secundarios que almacena en sus órganos. Esta planta resulta de gran utilidad para prevenir y curar diversos padecimientos de manera natural, lo que le da el carácter de planta medicinal.

Vista desde el enfoque de recursos genéticos, es de gran importancia evitar su eliminación de las parcelas, sobre todo mediante métodos químicos, los cuales contribuyen en gran medida a contaminar sus tejidos haciéndola inutilizable. El diente de león es un recurso genético vegetal el cual vale la pena proteger y aprovechar.

Fuentes bibliográficas:

Mondragón R. 2011. Mis amigas las plantas medicinales III. 206-209. Editorial Badiano.

Hoffman P. 2008. Herbolaria y nutrición natural. p. 93. Editorial Pax México.

[https://www.google.com/search?](https://www.google.com/search?q=preparacion+de+diente+de+leon&tbm=isch&ved=2ahUKEwjKsIH4_ef5AhWbrWoFHUooCggQ2-cCegQIABAA&oq=preparacion+de+diente+de+leon&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQGDoECCMQJzoGCAAQHhAIOgQIABBDOggIABCxAXCDAToFCAAQgAQ6CwgAEIAE ELEDEIMBOggIABCABBCxAzoECAAQHICtEFiMQGDtQ2gAcAB4AIABrAGIAfgZkgEEOS4yMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=KY8KY4r4M5vbqtsPytCoQA&bih=657&biw=1366#imgsrc=r2-svzKkrNecjM)

[q=preparacion+de+diente+de+leon&tbm=isch&ved=2ahUKEwjKsIH4_ef5AhWbrWoFHUooCggQ2-cCegQIABAA&oq=preparacion+de+diente+de+leon&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQGDoECCMQJzoGCAAQHhAIOgQIABBDOggIABCxAXCDAToFCAAQgAQ6CwgAEIAE ELEDEIMBOggIABCABBCxAzoECAAQHICtEFiMQGDtQ2gAcAB4AIABrAGIAfgZkgEEOS4yMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=KY8KY4r4M5vbqtsPytCoQA&bih=657&biw=1366#imgsrc=r2-svzKkrNecjM](https://www.google.com/search?q=preparacion+de+diente+de+leon&tbm=isch&ved=2ahUKEwjKsIH4_ef5AhWbrWoFHUooCggQ2-cCegQIABAA&oq=preparacion+de+diente+de+leon&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQGDoECCMQJzoGCAAQHhAIOgQIABBDOggIABCxAXCDAToFCAAQgAQ6CwgAEIAE ELEDEIMBOggIABCABBCxAzoECAAQHICtEFiMQGDtQ2gAcAB4AIABrAGIAfgZkgEEOS4yMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=KY8KY4r4M5vbqtsPytCoQA&bih=657&biw=1366#imgsrc=r2-svzKkrNecjM)



BÚSQUEDA DE COMPUESTOS ANTIMICROBIANOS EN PLANTAS



Parte superior de izquierda a derecha:
M. en C. Jeanette Guadalupe Cárdenas Valdovinos
Producción Agrícola Sustentable (CIIDIR Michoacán)

Adscrita al Dpto. de Investigación del CIIDIR-IPN Unidad Michoacán, y estudiante de Doctorado en Ciencias en Biotecnología, nodo CIBA-IPN Tlaxcala



Viridiana de Jesús Alcaraz Pantoja
Licenciatura de Genómica Alimentaria

Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo



Dr. Pedro Damián Loeza Lara
Ciencias Biológicas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

Investigador Titular

Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo

pdloeza@ucemich.edu.mx



Dra. María Valentina Angoa Pérez
Ciencias con especialidad en Biotecnología de Plantas-CINVESTAV Irapuato.

Investigadora Titular y Directora actual del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN)

Unidad Michoacán



Dra. Hortencia Gabriela Mena Violante
Ciencias con especialidad en Biotecnología de Plantas-CINVESTAV Irapuato.

Investigadora Titular, CIIDIR-IPN Unidad Michoacán

hmena@ipn.mx

Introducción

La resistencia bacteriana a los antibióticos cada vez es más frecuente: día tras día se propagan por todo el mundo bacterias que tienen la capacidad de resistir el efecto de los antibióticos, lo que hace que las infecciones sean más difíciles de tratar tanto en humanos como en animales. Este fenómeno se produce cuando las bacterias mutan o cambian algunas de sus características en respuesta al uso de dichos fármacos (OMS, 2020).

Infecciones comunes en humanos como la neumonía, o enfermedades de transmisión alimentaria que causan fiebre, diarrea y vómitos por el consumo de alimentos contaminados o en mal estado, están siendo muy difíciles y a veces hasta imposibles de tratar, debido a que los antibióticos van perdiendo su eficacia. Tan sólo en la Unión Europea al 2015, casi el 70% de las infecciones hospitalarias reportadas fueron relacionadas con bacterias farmacorresistentes, con una mortalidad del 33.3% por cada 100,000 habitantes. Asimismo, en América Latina, se reporta que más del 45% de las muertes en 2019, fueron atribuibles a infecciones causadas por bacterias resistentes (OMS, 2020).

Una de las causas más comunes de la resistencia a los antibacterianos es la mala administración de éstos, por el abuso y consumo excesivo de antibióticos sin prescripción médica, o por el hecho de no terminar un tratamiento prescrito por sentir mejoría; todo esto conlleva a la aparición de bacterias capaces de oponer resistencia al efecto de estos fármacos.

Bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsella pneumoniae* entre otras, son los microorganismos más comúnmente aislados de personas con enfermedades infecciosas, lo que implica un alto costo de tratamientos, hospitalización y mortalidad; así como la propagación de estos microorganismos resistentes (OMS, 2020).

Sin embargo, las bacterias multirresistentes (resisten a múltiples antibióticos) no sólo inciden en el ámbito humano, así, el sector pecuario también se ve afectado. El uso inadecuado de los antibióticos, además de su uso frecuente como promotor de crecimiento en animales de granja, han promovido el incremento en la selección de bacterias resistentes.

Particularmente, en el sector ganadero, este fenómeno se ha promovido por la mastitis bovina, la cual se define como la inflamación de la glándula mamaria y se considera como una enfermedad multifactorial que involucra varios elementos: el ambiente, la fisiología de la ubre, el manejo del animal y su genética. La mastitis bovina también es ocasionada por bacterias patógenas que dañan el tejido intramamario, lo que resulta en la disminución de la calidad de la leche y mermas en su producción, y en consecuencia, pérdidas económicas considerables para los ganaderos y para la industria láctea (Lopes et al., 2020). Uno de los agentes causales más comunes de mastitis bovina, es *Staphylococcus aureus*; bacteria ubicua capaz de adentrarse en el tejido mamario y persistir durante lactancias sucesivas, lo que permite que

existan infecciones recurrentes y crónicas en el ganado. El uso de antibióticos sin prescripción por un veterinario, así como el abuso de éstos ha promovido el incremento en la selección de *Staphylococcus aureus* con perfiles de resistencia alta. Adicionalmente, los aislados de *Staphylococcus aureus* se caracterizan por su habilidad para formar biopelículas en el huésped, es decir, finas capas de bacterias que cubren el tejido mamario y actúan como barreras, lo que le permite evitar el efecto de los antibacterianos.

Estas dificultades para controlar a *Staphylococcus aureus*, muestran la necesidad de buscar alternativas preventivas y/o terapéuticas. Los compuestos de origen vegetal constituyen una enorme fuente de compuestos bioactivos con diversas actividades biológicas, como la antimicrobiana, que actúan ya sea por separado o combinados (sinergia) ejerciendo su efecto, lo que los hace ideales como alternativas a la aplicación de antibióticos debido a su actividad antibacteriana.

¿Cómo detectar compuestos con potencial antimicrobiano?

La enorme necesidad de nuevos compuestos con actividad antimicrobiana que hagan frente a la crisis de resistencia bacteriana, ha resultado en la búsqueda de estos en las plantas, mediante diferentes técnicas individuales o combinadas, que permiten detectar y/o cuantificar su actividad biológica frente a microorganismos resistentes.

La búsqueda de compuestos con actividad antimicrobiana puede llevarse a cabo utilizando las siguientes técnicas: difusión, dilución y bioautografía, las cuales son ampliamente utilizadas para evaluar en laboratorio la actividad antimicrobiana que pueden presentar los extractos vegetales, y son avaladas por el Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (CLSI, por sus siglas en inglés) (CLSI, 2022).

Imagen: <https://noticias.unab.cl/>

Método de difusión

Los métodos de difusión incluyen la difusión por disco o pocillo, que consiste básicamente en determinar de forma cuantitativa el efecto de una sustancia sobre cepas bacterianas aisladas de procesos infecciosos, estableciendo una relación entre la concentración conocida de un extracto vegetal capaz de inhibir el crecimiento de una bacteria y el halo de inhibición de crecimiento que resulta sobre la superficie de una placa Petri con medio de cultivo adecuado (agar Muëller-Hinton, agar nutritivo), inoculado de manera homogénea con la bacteria a evaluar (el inóculo recomendado para las pruebas va de 10⁵-10⁸ unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml); sobre esta, se deposita un papel filtro de 6 mm de diámetro, o en su defecto, se realiza un pequeño pocillo del mismo tamaño, en el cual se deposita una cantidad conocida del extracto, y a continuación se incuba por un periodo de tiempo y temperatura determinados (24 h/37°C para las bacterias más comunes) (Imagen 1).

Después de la incubación, se mide el halo o zona de inhibición, que es un círculo alrededor del disco/pocillo donde fue colocado el extracto, y en el que no hay crecimiento de la bacteria; generalmente se reporta la efectividad inhibitoria de una sustancia en diámetro de inhibición (mm), o el porcentaje inhibitorio respecto a un control positivo (sustancia que asegura la inhibición, generalmente un fármaco) (Imagen 1).



Extracto de fresa var. Festival

Imagen 1. Método de difusión en disco para detección de actividad antibacteriana in vitro (Creación propia, 2022). Fotografía: Propia del autor

Estos resultados representan la actividad in vitro del extracto en cuestión. Esta técnica es ampliamente usada cuando los extractos o compuestos como los compuestos fenólicos, flavonoides, pigmentos como las antocianinas, entre otros.

Método de dilución (CMI y CMB)

La técnica de dilución, se utiliza para encontrar la concentración más baja de una sustancia capaz de inhibir el crecimiento de una bacteria después de 24 h de incubación (Concentración Mínima Inhibitoria, CMI); además permite determinar también, a partir de la anterior, la Concentración Mínima Bactericida (CMB), aquella concentración más baja de la sustancia evaluada capaz de prevenir el crecimiento del microorganismo después de realizar un subcultivo libre del compuesto en estudio (CLSI, 2022).

La técnica puede realizarse por macro o microdilución en caldo (en tubos o microplacas, respectivamente); la ventaja de esta última es que, en una sola microplaca pueden evaluarse hasta 96 muestras a la vez sobre un mismo microorganismo, colocando hasta 8 antimicrobianos con 11 diluciones/concentraciones diferentes, reservando una columna para control, haciendo la técnica más eficiente y menos laboriosa (Imagen 2).

De la misma manera que en la técnica de difusión, las microplacas pasan por un periodo de incubación, y posteriormente se evalúan los resultados observando la turbidez (densidad óptica de las bacterias vivas) o bien, usando un indicador colorimétrico como la sal de tetrazolio (bromuro de 3-(4,5-dimetil-2-tiazolil)-2,5-difeniltetrazolium, MTT). El MTT reacciona con las células metabólicamente activas (vivas), las cuales son capaces de reducirlo, de sal amarilla a un compuesto llamado formazán, que es un compuesto insoluble de color morado/violeta, revelando de esta forma que las células están vivas (Imagen 2).

La CMI se reporta como la menor concentración del extracto o compuesto antimicrobiano capaz de inhibir el crecimiento de las bacterias, observada ya sea porque no hay turbidez o bien, porque no hay coloración por efecto del MTT.

En cuanto a la concentración mínima bactericida (CMB), a partir de los resultados de la prueba de CMI, se cultivan en medio sólido (agar MH) aquellas concentraciones que no generaron turbidez o coloración morada y pasan por un periodo de incubación; la CMB se reporta como aquella concentración necesaria capaz de matar el 99% de las bacterias contenidas en el inóculo inicial de la CMI (CLSI, 2022).

Bioautografía sobre TLC

La bioautografía es una herramienta muy útil para la detección de compuestos antimicrobianos contenidos en un extracto total, a través de la separación de éste en varios compuestos mediante cromatografía en capa fina (Thin Layer Chromatography, TLC), lo que permite la separación de compuestos dentro de una mezcla; la mezcla o sustancia a analizar, se vierte sobre una matriz sólida (ej. placa cubierta con sílice), cuya base se sumerge en un solvente o mezcla de solventes que arrastra los compuestos hacia el borde superior por capilaridad, los compuestos se van separando de acuerdo a las características de sus moléculas y la afinidad con los solventes, resultando en diversas bandas que pueden revelarse mediante el uso de reactivos o la exposición a distintos tipos de luz (longitudes de onda), o incluso pueden

verse a simple vista como bandas coloridas en algunos casos. Cada banda se ubica en una posición en la placa que se determina por su factor de retención (R_f , por sus siglas en inglés), que involucra la distancia que cada compuesto ha migrado hacia arriba durante el desarrollo de la cromatografía. La TLC permite también la localización de compuestos activos, incluso en mezclas complejas como las derivadas de productos naturales a través de la visualización a diferentes tipos de luces además de la luz blanca (luz ultravioleta a 254 y 366 nm), las cuales permiten observar bandas separadas que no son visibles a simple vista; además de ayudarse también de sustancias reveladoras (proceso de derivatización), que permiten observar componentes pertenecientes a cierto grupo de metabolitos, o bien, detectar bandas con actividades biológicas como la actividad antioxidante o antimicrobiana.

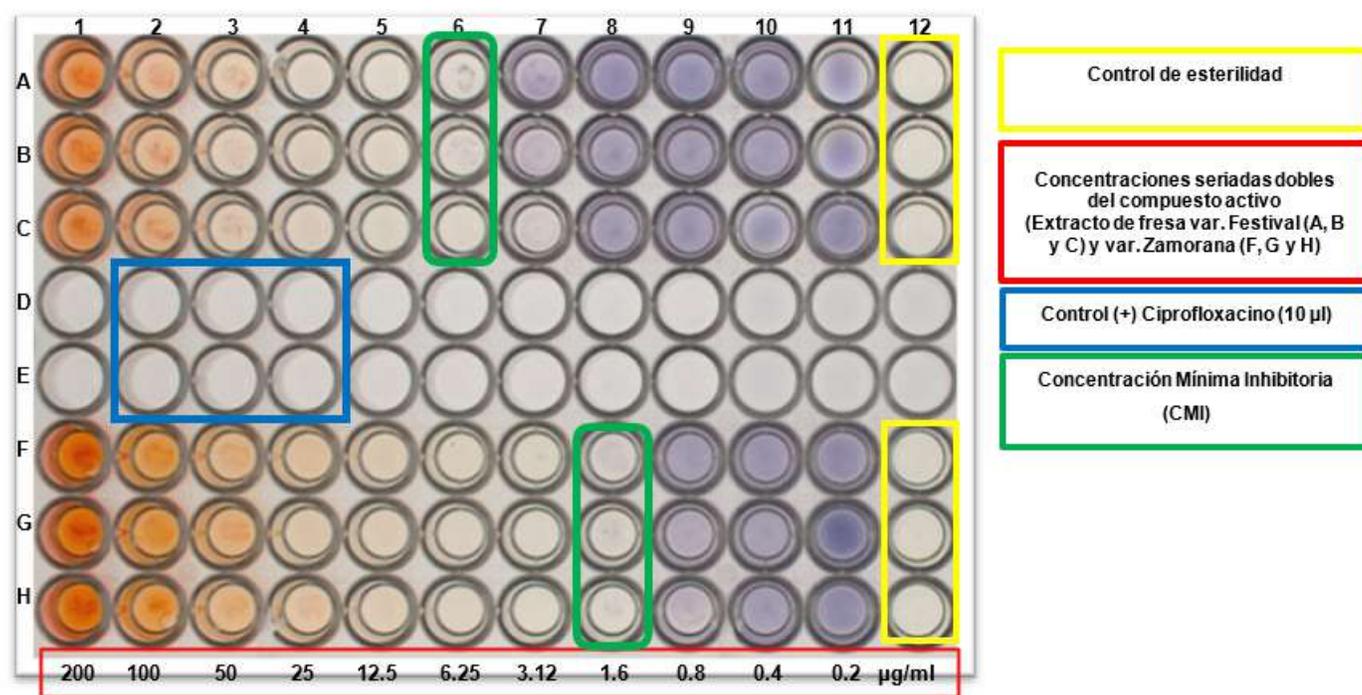


Imagen 2. Concentración Mínima Inhibitoria determinada por técnica de microdilución, detección de células vivas con sal de tetrazolio (MTT) como indicador (Creación propia, 2022).

En el procedimiento de bioautografía, una placa desarrollada de TLC con los extractos o mezclas separados en sus múltiples componentes (Imagen 3), se sumerge en una suspensión bacteriana, la cual se impregna en las partículas de la fase estacionaria de la placa de TLC (generalmente son partículas de gel de sílice); la placa se incuba en una cámara húmeda a temperatura determinada en condiciones asépticas, y los microorganismos crecerán directamente sobre ella. Los resultados se verán tras 24 h de incubación añadiendo una solución de sal de tetrazolio (MTT), la cual hará visibles a las células bacterianas vivas (mediante el mecanismo descrito en el apartado anterior).

La zona de color morado indica que hay crecimiento bacteriano, mientras que los círculos claros sin coloración, indican zonas de inhibición, por lo que se detectan los compuestos separados con actividad antibacteriana, y los resultados pueden ser interpretados tanto cualitativa como cuantitativamente (Imagen 4).

La principal ventaja de la bioautografía es que todos los pasos de la técnica se resuelven directamente sobre la misma placa de TLC: la separación, inoculación y visualización. Este método es muy útil para la búsqueda, análisis y detección de nuevos compuestos antimicrobianos; sin embargo, debe llevarse a cabo en las condiciones óptimas para cada microorganismo evaluado, con el fin de aprovechar la sensibilidad de la prueba (Grzelak et al., 2013).

Detección de compuestos inhibidores de *Staphylococcus aureus* causantes de mastitis bovina

Ahora se presenta un ejemplo de cómo el uso de las técnicas antes descritas, permite la detección y primera aproximación a la identificación de compuestos antimicrobianos con potencial para inhibir y/o eliminar patógenos del ganado bovino; lo que constituye la base para la aplicación de este conocimiento en el desarrollo de nuevos productos o fármacos que puedan utilizarse para la prevención y control de la

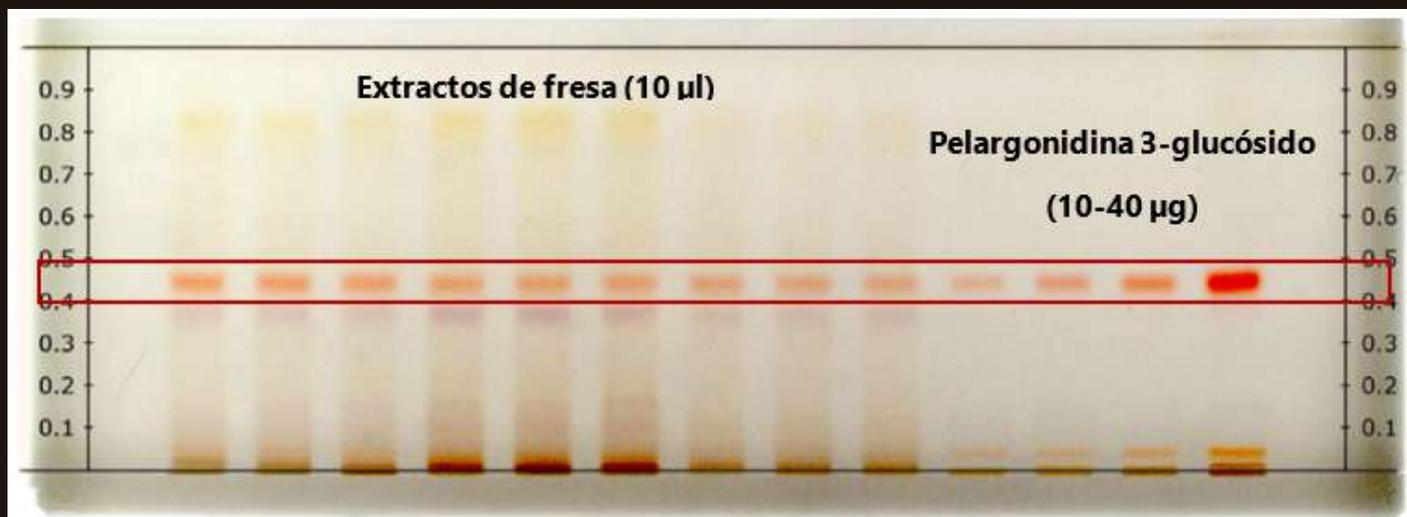


Imagen 3. Separación por HPTLC de extractos totales de fresa, e identificación y cuantificación de la antocianina Pelargonidina 3-glucósido. Placa para detección de compuestos con actividad antibacteriana por bioautografía (Creación propia, 2022).

mastitis bovina en los hatos lecheros, reduciendo así el uso de antibióticos.

Para este tipo de proyectos de investigación, se requiere aislar bacterias causantes de la enfermedad de interés, en este sentido, el grupo de investigación cuenta con una amplia colección de aislados de *Staphylococcus aureus* obtenidos de las ubres de vacas enfermas de mastitis en hatos de la Región Lerma Chapala, además, también se ha determinado su resistencia a antibióticos (Sánchez-Ceja et al., 2018).

Por otro lado, se requiere contar con especies vegetales que sean la fuente de los compuestos antimicrobianos, por lo que, en el grupo de trabajo se están estudiando diversas plantas y sus tejidos (ej.: tallos, hojas, frutos), y se ha visto que los frutos con color rojo a púrpura intenso poseen interesantes propiedades antimicrobianas contra patógenos, de humanos (Bernal-Gallardo, 2021; Cárdenas-Valdovinos, 2016) y de bovinos (Cárdenas-Valdovinos et al., 2018), esto debido a su contenido de ciertos compuestos denominados fenólicos y flavonoides, entre los que se encuentran las antocianinas, pigmentos que dan su color característico a las frutillas.

Para el ejemplo que se describe, se elaboraron extractos de frutos de fresa (*Fragaria x ananassa*) de las variedades Festival y Zamorana utilizando etanol. Para saber si dichos extractos presentaban actividad antibacteriana sobre aislados de *S. aureus* resistentes a antibióticos, se realizaron inicialmente ensayos de difusión

en pocillo y posteriormente se determinó su CMI y su CMB, por el método de microdilución. La CMI del extracto de la variedad Festival fue casi 4 veces menor que la de la variedad Zamorana.

La CMB pudo ser detectada en concentraciones superiores a la CMI.

Los extractos de fresa se analizaron por cromatografía en capa fina de alta resolución (HPTLC, por sus siglas en inglés), utilizando una mezcla de acetato de etilo /metil-etil cetona /agua /ácido fórmico, y agregando estándares de pigmentos característicos de la fresa conocidos antocianinas, la pelargonidina 3-glucósido y la cianidina 3-glucósido, para detectar los compuestos activos y saber si estas antocianinas participan de la actividad antimicrobiana de los extractos.

Luego las placas fueron asperjadas con un reactivo revelador de compuestos fenólicos y flavonoides (difenilboriloxi-etanolamina diluida en metanol), y se expusieron a luz blanca transmitida, luz UV 366 nm y luz UV 254 nm y se registraron fotografías de los compuestos separados (bandas) con un software especializado (Krüger et al., 2013).

Una vez separados los compuestos por HPTLC (Figura 4: B y C), se procedió a la detección por bioautografía de las bandas con actividad antimicrobiana.

Se utilizaron dos cepas de *S. aureus* multirresistentes: AMC-9, resistente a nueve antibióticos de tres grupos distintos, y AMC-23, resistente a ocho antibióticos de cuatro grupos distintos (Sánchez-Ceja et al., 2018).

Las bioautografías fueron evaluadas con luz blanca transmitida para visualizar halos claros sobre las bandas activas (Figura 4: b1, b2 y b3). Las zonas claras de inhibición bacteriana en el cromatograma digital fueron analizadas cuantitativamente comparando sus diámetros con ayuda del software ImageJ® (versión 1.53e, National Institutes of Health, USA).

Los resultados de HPTLC mostraron la presencia de distintos compuestos en los extractos de ambas variedades de fresa, entre los que se detectaron los pigmentos mayoritarios de los frutos, las antocianinas pelargonidina 3-glucósido (Rf = 0.45) y cianidina 3-glucósido (Rf = 0.37) (Figura 4 B y C).

Por su parte, el análisis por bioautografía, mostró halos claros de tamaño variable que indicaron zonas de inhibición del crecimiento de las bacterias evaluadas, las cuales fueron mayores en la fracción con Rf = 0.45, donde se detectó la antocianina mayoritaria pelargonidina 3-glucósido. Se observó que, dicha fracción en el extracto de la variedad Zamorana fue la que mostró mayores zonas de inhibición (Imagen 4: c1, c2 y c3).

Los resultados obtenidos permitieron conocer que existe diferencia en el potencial antibacteriano contra *Staphylococcus aureus* de las dos variedades de fresa estudiadas.

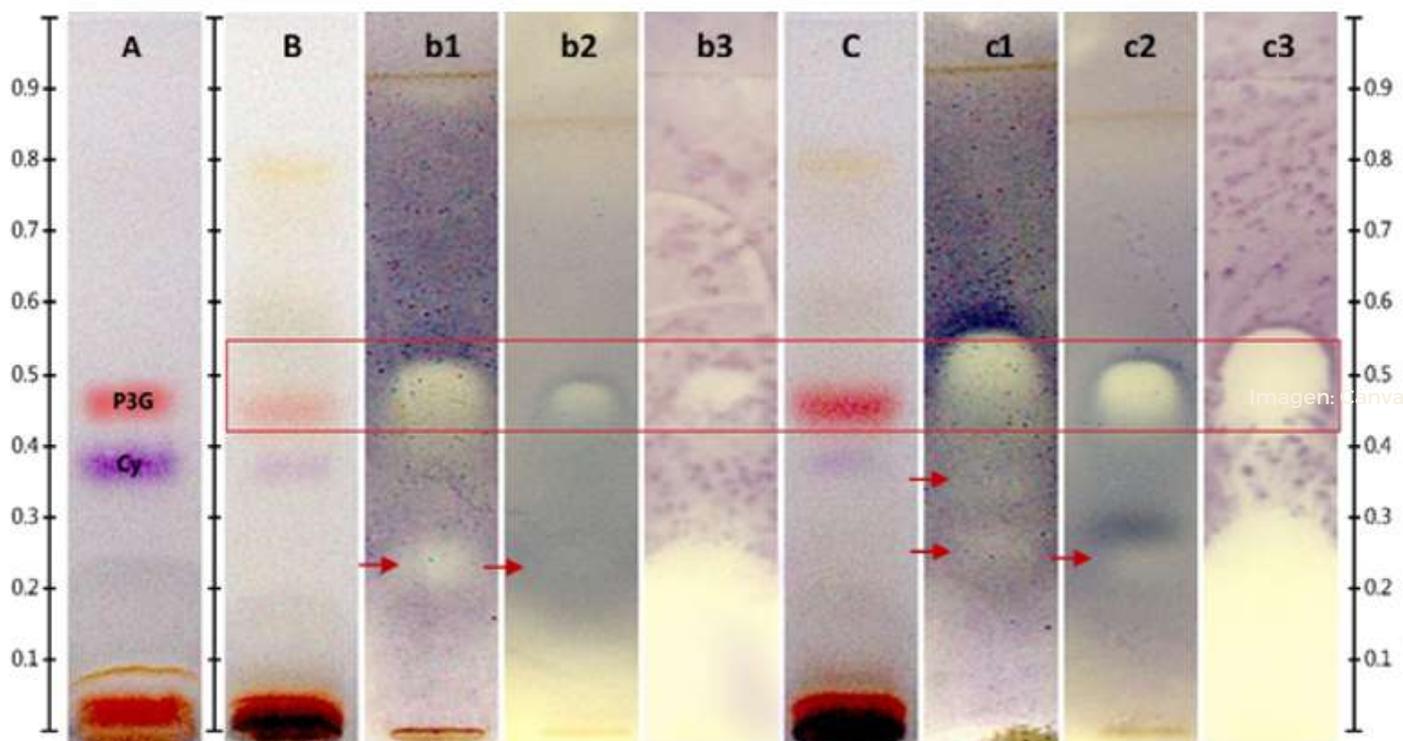


Imagen 4. Separación por HPTLC de extractos antocianínicos de *F. x ananassa* y detección de actividad antimicrobiana por bioautografía. A) Estándares: pelargonidina 3-glucósido (P3G, Rf = 0.45 ± 0.05); cloruro de cianidina (Cy, Rf = 0.37 ± 0.02). B) Fracciones del extracto de la variedad Festival. b1) Inhibición de *S. aureus* AMC-9. b2) Inhibición de *S. aureus* AMC-23. b3) Inhibición de *S. aureus* ATCC. C) Fracciones del extracto de la variedad Zamorana. c1) Inhibición de *S. aureus* AMC-9. c2) Inhibición de *S. aureus* AMC-23. c3) Inhibición de *S. aureus* ATCC 27543.

Interesantemente, las bioautografías, las cepas de *S. aureus* evaluadas, mostraron halos de inhibición en la zona en la que se detectaron la cianidina 3-glucósido y pelargonidina 3-glucósido en la fracción bioactiva $R_f = 0.45$, proveniente de ambas variedades (Figura 4), por lo que se presume su participación en la actividad antibacteriana encontrada en los extractos.

Conclusiones

Las plantas son fuente importante de compuestos bioactivos, una amplia variedad de estos, poseen actividad antimicrobiana y pueden considerarse una alternativa a la aplicación de antibióticos para controlar enfermedades de plantas, humanos y animales.

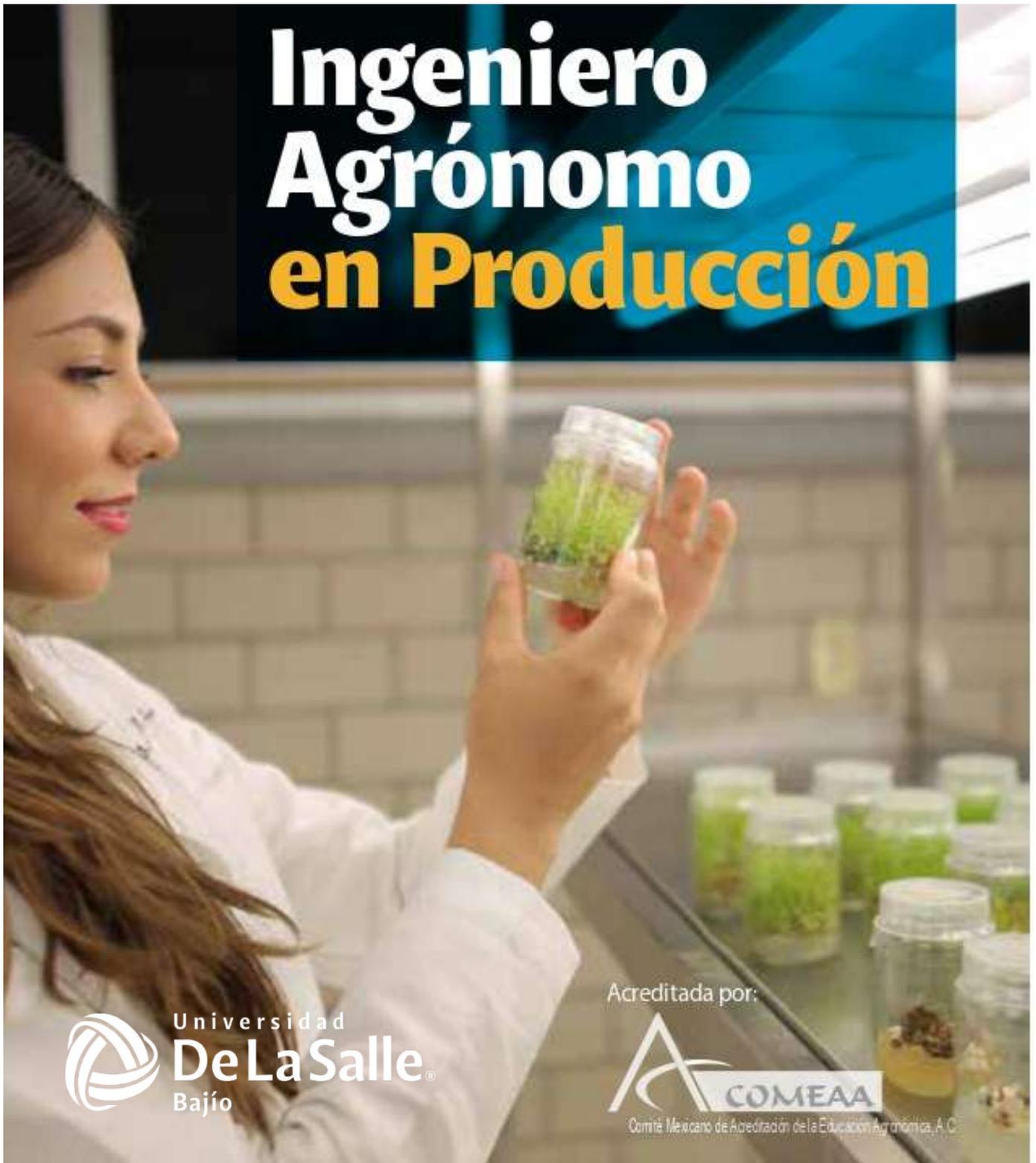
Las frutillas como la fresa, contienen compuestos antibacterianos que inhiben e incluso matan bacterias patógenas causantes de mastitis bovina como *Staphylococcus aureus*, dependiendo de la concentración en que se apliquen, sin embargo, variedades distintas de fresa, pueden mostrar diferencias en sus propiedades antimicrobianas contra *Staphylococcus aureus* asociada a mastitis bovina.

Este tipo de conocimiento puede alcanzarse a través de la utilización de técnicas de análisis de laboratorio tales como ensayos de difusión en pocillo, ensayos de dilución y de bioautografía, las cuales pueden aplicarse a infinidad de modelos vegetales y bacterianos.

Referencias

- Bernal-Gallardo, J. O. (2021). *FITOQUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE ARÁNDANOS SILVESTRES (Vaccinium stenophyllum Steud.) RECOLECTADOS EN COTIJA, MICHOACÁN*. In Instituto Politécnico Nacional. Instituto Politécnico Nacional.
- Cárdenas-Valdovinos, J. G. (2016). *Efecto antibacteriano de antocianinas de fresa (Fragaria ananassa Duch.) sobre bacterias patógenas de humanos [Instituto Politécnico Nacional]*. <https://doi.org/dfgdfg>
- Cárdenas-Valdovinos, Jeanette G, Oregel-Zamudio, Ernesto, Guadalupe, O.-S., -Pérez, A., María V, -Jiménez, P., Samuel M, Molina-Torres, Jorge, Mena-Violante, & Hortencia G. (2018). *Antimicrobial activity of fruit extracts of Fragaria x ananassa against human enteropathogenic bacteria*. In *JOURNAL OF BIOENGINEERING AND BIOMEDICINE RESEARCH* (Vol. 2, Issue 2).
- CLSI. (2022). *CLSI M100-ED32:2022 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 32nd Edition*. Clinical and Laboratory Standards Institute. [http://em100.edaptivedocs.net/GetDoc.aspx?doc=CLSI M100 ED32:2022&sbssok=CLSI M100 ED32:2022 SECTION ACKNOWLEDGMENT \[NEXT\]](http://em100.edaptivedocs.net/GetDoc.aspx?doc=CLSI M100 ED32:2022&sbssok=CLSI M100 ED32:2022 SECTION ACKNOWLEDGMENT [NEXT])
- Grzelak, E. M., Jesionek, W., Majer-Dziedzic, B., & Choma, I. M. (2013). *Applications of novel direct bioautography tests for analysis of antimicrobials: A review*. *Journal of AOAC International*, 96(6), 1167–1174. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.SGEGrzalak>
- Krüger, S., Urmann, O., & Morlock, G. E. (2013). *Development of a planar chromatographic method for quantitation of anthocyanes in pomace, feed, juice and wine*. *Journal of Chromatography A*, 1289, 105–118. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2013.03.005>
- Lopes, T. S., Fontoura, P. S., Oliveira, A., Rizzo, F. A., Silveira, S., & Streck, A. F. (2020). *Use of plant extracts and essential oils in the control of bovine mastitis*. *Research in Veterinary Science*, 131(October 2019), 186–193. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.025>
- OMS. (2020). *Resistencia a los antibióticos*. Organización Mundial de La Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibióticos>

Ingeniero Agrónomo en Producción



Universidad
De La Salle
Bajío

Acreditada por:



COMEAA

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

ESCUELA DE AGRONOMÍA
T. (+52) 477 710 8500 Ext. 1182
c_agronomia@delasalle.edu.mx

¿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. 2004-488 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
Genotécnia
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.

A close-up photograph of a bee on a leaf, serving as the background for the text. The bee's legs and body are visible, and the leaf's texture is clear.

MUNDO ANIMAL

EN COLABORACIÓN CON LA ESCUELA DE
VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA
SALLE BAJÍO

APITOXINA



Sofía López Origel
Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad De La Salle Bajío
orilofi-22@outlook.com

El veneno de abeja es un líquido inodoro y transparente que contiene una mezcla hidrolítica de proteínas con pH ácido que las abejas suelen utilizar como herramienta de defensa contra los depredadores. Una gota de éste, está compuesto por un 88% de agua y sólo 0,1 g de veneno seco. Es una mezcla extremadamente compleja de péptidos que incluye melitina, adolapina, apamina y péptido MCD. También contiene enzimas, sobre todo PLA2, y compuestos de bajo peso molecular como aminos bioactivos (por ejemplo, histamina y epinefrina) y minerales.

La apitoxina y sus dos componentes principales (melitina y PLA2) presentan actividades antimicrobianas y, por tanto, pueden utilizarse como agentes antibacterianos complementarios. Estos compuestos ejercen sus efectos contra las bacterias induciendo la formación de poros a través de sus membranas que conducen a su ruptura y posterior lisis.

Ha mostrado actividades antitumorales contra distintos tipos de células cancerosas, como las de cáncer de mama, de hígado, leucemia, de pulmón, melanomas y de próstata. También tiene potencial antiinflamatorio y propiedades antivirales. Debido a estas características, la a terapia con veneno de abeja de la especie *Apis mellifera*, tiene aplicación medicinal en el cuerpo humano para el tratamiento de algunas



enfermedades como la artritis reumática, cáncer, enfermedades neurodegenerativas y esclerosis lateral amiotrófica; esta estrategia se utiliza desde hace más de 5.000 años. Es posible realizar su extracción a través de dos métodos: extracción mediante un estímulo eléctrico seguido de su inyección en el cuerpo para su aplicación indirecta, o bien, la aplicación a través de la picadura directa de la abeja sobre la zona a tratar.

La medicina tradicional puede ser acompañada de apiterapia usando los subproductos que las abejas nos brindan como es la apitoxina para combatir y prevenir condiciones patológicas, por ejemplo, pueden disminuir riesgos de daño hepático por el consumo de fármacos o resistencia a los antibióticos.

No obstante, el tratamiento con apitoxina debe ser aplicado por expertos en el tema ya que se caracteriza por inducir reacciones alérgicas tras la picadura, esto se debe a la presencia, dentro del veneno, de múltiples alérgenos proteicos, la mayoría con una actividad enzimática.

Los principales alérgenos del veneno de abeja e inductores específicos de la inmunoglobulina E (IgE) son la PLA2, la melitina y la hialuronidasa.

Imagen: Canva.com





Imagen: pexels.com



MVZ. Eduardo González Castillo
Director de la Escuela de Veterinaria
Universidad De La Salle Bajío
ehernandez@delasalle.edu.mx

El ser humano es un espécimen que desde su aparición en la tierra ha sido consumidor-depredador para sobrevivir hasta la actualidad y lo será mientras exista. Se sabe qué, desde el inicio del proceso evolutivo, la necesidad de alimentación hizo que estos seres se desplazaran hacia territorios que lo proveyeron de alimentos. Como consecuencia de ello y por la natural necesidad de sobrevivir fueron aprendiendo a base de pruebas de error y acierto, conociendo lo les causaba daño y lo que les hacía sentirse mejor.

En virtud de los diferentes alimentos o productos que probaron, obviamente, valorados por el único método de prueba con que contaban en ese momento para su aceptación, elegían continuar o no con su consumo según las consecuencias derivadas de la prueba, ya que obviamente no existía la COFEPRIS, en ese entonces, que etiquetara o previniera del contenido del alimento. Así, como resultado, conocían lo que podían ingerir. También supieron de situaciones que dieron pie a la generación de simples alergias e intoxicaciones alimenticias, pero que los llevaron a desarrollar características especiales, o llamémosle, diferencias entre ellos, provocadas a partir de la naturaleza y origen de los diferentes productos que probaban, fueran marinos, animales o vegetales.

¿Y POR QUÉ NO LOS CONEJOS?

En la actualidad, y dada su difusión, se conocen las diferentes costumbres alimenticias en el contexto de las naciones, algunas muy enfocadas al consumo de productos marinos, otros a vegetales, lácteos y los más, creo, a los cárnicos ello demostrado por los altos volúmenes de producción y consumo de carne.

Se conoce también que cualquier exageración en el consumo de alguno de ellos derivará en consecuencias específicas sea por deficiencias o excesos en su consumo, nutritivas, minerales, vitaminas o proteínas, elevación de colesterol, hipertensión y sobrepeso. Algunos alimentos son consumidos o no, sea por cuestiones religiosas, económicas, fetichistas o porque no hay manera de conseguirlos debido a su limitación productiva, o por características geográficas, agrológicas, climáticas, económicas, culturales y hasta políticas de los países. Ante tal contexto, y debido más factores agroclimáticos o de valor, como el encarecimiento de la tierra, instalaciones, inversiones y por las condiciones de competencia alimentaria mundial, donde se ven países padeciendo hambrunas con alto porcentaje de muertes

por inanición, y países donde hablan de millones de toneladas de alimentos desperdiciados, sin pensar en la desgracia de los que ayer, hoy o mañana no tienen nada que llevarse a la boca.

Se ha llegado al extremo de considerar a los alimentos como armas de presión para dominar sociedades interfronterizas y extrafronterizas que es más lamentable, y la toma de malas decisiones políticas por incapacidad o por dolo de los que tienen la responsabilidad de gobernar un país.

Por ello, que se debe considerar la responsabilidad que recae sobre la humanidad por omisión, desinterés, indolencia, y sobre los gobiernos por no considerar que las características de un país fueron creadas por la propia naturaleza hace cientos, miles y millones de años, aun antes de que nos convirtiéramos en agricultores o pastores, forzando a la desaparición de especies vegetales y animales que como consecuencia final llevarán a la desaparición de la especie a la que pertenecemos.



Imagen: Pexels.com

Es por ello que se debe evaluar y considerar alternativas para producir proteína animal, que no se conviertan en competencia de consumo entre especies, y mucho menos, entre la especie humana y la especie animal, buscando un sano equilibrio sin forzar a la naturaleza, sin llegar a propiciar eventos no favorables como se ve en la actualidad con el cambio climático o la reciente pandemia.

¿Y por qué no pensar en los conejos? Estos representan una alternativa a considerar en la producción de proteína de origen animal, económica y sana, que, en sí, no es una competencia, aunque haya experiencias que señalan que sin un buen manejo o depredador natural y en vida libre como cualquier especie se sale de control, como no ha sucedido con otras especies en otras latitudes.

Otra característica favorable es que se trata de una especie que es posible producirla a bajo costo, al ser de manera natural totalmente forrajera (entendiendo que el forraje que es el único alimento que no consume el humano), que es de fácil manejo, de baja inversión, que está al alcance de las personas de menos recursos, y que presenta una alternativa que, en países como el nuestro, que incluso culturalmente, en nuestras etnias se consideraba parte natural de su dieta, ya que, inteligentemente, se respetaba lo que la naturaleza proveía, al grado de considerarlos parte de sus raíces culturales y religiosas.

En un contexto alimentario, los conejos (*Oryctolagus cuniculus*) pueden ser considerados como una super especie, ya que son una presa natural, adaptados a latitudes geográficas con condiciones de aridez hasta regiones heladas.

Estela de Xochicalco, Morelos México
Imagen: Scielo.org.mx



Imagen: 3travellinggacrosstime.com



Imagen: Pexels.com

Su corto ciclo biológico ha dado la posibilidad de obtener modificaciones productivas en cautiverio substanciales, las cuales a partir de cambios genéticos para obtener una reproducción no limitada por la alimentación natural en vida libre y supeditada a la existencia de alimentos que limitan el tamaño de sus camadas y número de partos por año.

Por otra parte, sus características nutritivas son de excelente calidad al tener un bajo contenido de colesterol, alta digestibilidad, amplia variedad en la preparación de platillos y exquisito sabor, por lo que representa una alternativa de valor nutricional y gastronómico que debería considerarse para estar presente en la mesa de los consumidores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición nutricional de algunas carnes de consumo común.

Tipo de carne	Proteína (%)	Grasa (%)	Agua (%)	Colesterol (mg 100 g ⁻¹)	Aporte energético	Hierro (mg 100 g ⁻¹)
Ternera	14-20	8-9	74	70-84	170	2.2
Vaca	19-21	10-19	71	90-100	250	2.8
Cerdo	12-16	30-35	52	70-105	290	1.7
Cordero	11-16	20-25	63	75-77	250	2.3
Conejo	19-25	3-8	70	25-50	160-200	3.5
Pollo	12-18	9-10	67	81-100	150-195	1.8

(Fragoso, 1993).

¡A final de cuentas tú decides el menú! ¡Buen provecho!

UTILIZACIÓN DE ABEJORROS BAJO SISTEMAS DE AGRICULTURA PROTEGIDA

(Bombus terrestris:Hymenoptera)



Parte superior de izquierda a derecha:

Mariana Lizeth Gómez Gutiérrez
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío

Ximena Arteaga Bravo
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío

Citlalli Esmeralda Ramos López
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío

Miguel Ángel Corona Cortés
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío

Susana Damaris Kantu Molina
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío

Fabrizio Ramírez López
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío

Dentro de los sistemas de agricultura protegida se utilizan distintos métodos de polinización, específicamente los abejorros como polinizadores son altamente eficientes y efectivos, ya que visitan un gran número de flores por minuto y transfieren más polen al estigma que otros polinizadores.

Los abejorros logran polinizar las flores a través de un método conocido como polinización por zumbido, que es más efectivo que el de las abejas en algunas especies, como el tomate ya que la flor del jitomates sólo suelta el polen por medio de vibración. (Koppert México, 2022).

La presente contribución tiene como objetivo dar a conocer la importancia que tienen los abejorros (*Bombus terrestris* : Himenoptera) bajo condiciones de agricultura protegidas, ya que el uso de estos como método de polinización, ha mostrado resultados alentadores en muchos cultivos.

La polinización es el proceso a través del cual el polen es transferido desde el estambre (órgano floral masculino) hasta el estigma (órgano floral femenino).

De esta forma, se produce la germinación y fecundación de óvulos de la flor, lo que da lugar a la producción frutos y semillas. (Syngenta, 2022). Los abejorros han mostrado ser excelentes polinizadores para algunos cultivos como el jitomate cultivado en invernadero.

Entre las particularidades de este método de polinización, es posible mencionar que los abejorros, de alguna manera, se sincronizan con la etapa fenológica y los tiempos óptimos para llevar a cabo "el trabajo" de la polinización, no tienen un horario fijo, y podría decirse que su precio es pagado con calidad y rendimiento en el cultivo. Podría decirse que, entre las diversas técnicas de polinización, la polinización mediante el uso de abejorros es quizá opción en relación al costo-beneficio.

Diversos trabajos de investigación, han abordado esta metodología como objeto de estudio, mismos que han dejado de manifiesto que cuando los abejorros se usan adecuadamente, la polinización suele ser perfecta, obteniendo los mejores resultados en rendimiento y calidad de fruto comparado con otras técnicas de polinización, excepto cuando las condiciones climáticas son extremas. Quizá la única desventaja de esta técnica, sería que se debe tener mucha precaución con el uso de insecticidas (INTAGRI, 2020).

Entre otras técnicas que se han comparado contra la polinización mediante el uso de abejorros en el cultivo de jitomate en invernadero se pueden mencionar el uso de sopladoras, la polinización manual, los vibradores eléctricos y la aplicación de fitohormonas.

Uso de sopladoras.

Este método hace uso de las sopladoras que convencionalmente son utilizadas para barrer hojas, que, con una velocidad normal de flujo de aire dirigido, son capaces de polinizar las flores de jitomate.

La técnica consiste en dirigir la corriente de aire a los racimos de flores a una distancia de entre 2 a 2.5 m de distancia para evitar que soplen el polen por completo, por lo que se exponen al impacto del aire por intervalos de tiempo cortos de entre 5 a 10 segundos.

El soplador deberá emplearse de 4 a 7 veces por semana para asegurar que la polinización y el rendimiento deseado.

La principal ventaja de esta técnica es la sencillez con la que se ejecuta, ya que casi cualquier persona que pueda sostener y apuntar un soplador, es capaz de llevarla a cabo de forma aceptable (INTAGRI, 2020).

Polinización manual.

Esta técnica puede referirse a agitar los hilos o cables de tutoreo y plantas con una manguera, trozo de madera o manualmente.

Los trabajadores, con estos métodos son capaces de hacer vibrar a las plantas y por lo tanto a los racimos de flores, permitiendo que el polen suelto caiga sobre el estigma de las flores. Se recomienda hacer este proceso diariamente o al menos tres días por semana.

Es la técnica más barata, pues no implica el uso de equipos o insectos, como los abejorros. Bajo circunstancias frescas y secas, esto puede resultar en una polinización adecuada.

Sin embargo, cuando el clima está nublado o lluvioso, estos otros métodos no son suficientes. Este método es suficiente para pequeños productores (INTAGRI, 2020).

Vibrador eléctrico.

En este método se emplean vibradores que son alimentados por pilas, los cuales, se ponen en contacto con la parte basal del racimo de flores durante unos segundos. La vibración que estos generan, provoca que las flores liberen suficiente polen para que este caiga sobre el estigma y con ello se produzca la fecundación. Estos vibradores son de fácil acceso y se pueden conseguir en cualquier establecimiento de suministro para invernaderos.

Para asegurar la efectividad, se debe hacer vibrar las flores al menos tres veces por semana por lo que es un método dependiente de mano de obra, por lo que a pesar de su eficiencia es un método costoso por los jornales extra y la adquisición de vibradores; adicionalmente, es considerada como una práctica tediosa.

Esta es una técnica recomendada para superficies pequeñas y para países donde las condiciones climáticas o la regulación legislativa no permite el uso de abejorros (INTAGRI, 2020).

Aplicación de reguladores de crecimiento o fitohormonas.

A pesar de ser una técnica efectiva, implica precisión y cuidado, ya que los reguladores de crecimiento utilizados, principalmente auxinas, deben ir dirigidos únicamente a las flores que ya están abiertas. Se sugiere que las aplicaciones se realicen cuando se tenga de 2 a 3 flores abiertas en el primer racimo, y que estas no excedan las tres aplicaciones en el cultivo, ya que el exceso de hormonas provoca daños en la planta.

Generalmente los frutos resultantes de estas aplicaciones carecen de semillas (INTAGRI, 2020). En comparación con otras técnicas, el uso de abejorros polinizadores ofrece grandes ventajas, ya que esta es una tecnología que no utiliza suministros de energía, no requiere de la inversión de mano de obra, ni es dañino para la planta.

Desventajas de otros medios de polinización.

-El método de polinización manual con vibrador requiere de mucho tiempo y es difícil de manejar.

- En algunas zonas, se llevaba a cabo la utilización de hormonas, lo que con frecuencia resulta producciones de menor calidad (frutos demasiado blandos, deformados y sin semillas).

- Realizar esta actividad con abejas no resulta productivo dentro de los invernaderos o túneles y son menos eficaces en los periodos fríos con temperaturas inferiores a 15° C y en días nublados.

El insecto protagonista: **Bombus terrestris:Hymenoptera Lin.**

Los abejorros polinizadores miden entre 1.5 y 2 cm, son reconocidos por el color blanco del último segmento del abdome, que en la reina es más grande, así mismo, esta es de mayor tamaño (2-2.7 cm).

Son de color amarillo-naranja, el cuerpo es robusto y peludo y la presencia de un cabello les permite transportar grandes cantidades de polen. Como la mayoría de los insectos, poseen tres pares de patas, las delanteras tienen una forma aerodinámica y son adecuadas para resistir la resistencia al aire (Imagen 1). El abejorro terrestre, es un insecto muy dócil que solo pica cuando se siente amenazado o se ve forzado a hacerlo (Ecosostenible, 2019).

Los trabajadores de *Bombus terrestris* miden 1,5-2 cm, son reconocidos por el color blanco del último segmento del abdomen, que, en la reina, que es más grande y mide 2-2,7 cm, es amarillo naranja; el cuerpo es robusto y peludo y la presencia de un cabello grueso permite transportar grandes cantidades de polen. De los 3 pares de patas, las delanteras tienen una forma más aerodinámica y son adecuadas para reducir la resistencia del aire. El abejorro terrestre es un insecto muy suave que solo pica si está amenazado o forzado.

Ciclo biológico

El ciclo anual de abejorros terrestres comienza con el fin de la hibernación de la reina que ocurre a principios de año, sin embargo, en áreas donde el invierno es menos hostil, estos en lugar de permanecer en hibernación continúan alimentándose de flores presentes como las de hiedra (Ecosostenible, 2019).

En promedio, la vida de una reina puede llegar a un año, mientras que los trabajadores viven unas pocas semanas.

En promedio, una colonia puede llegar a un número de individuos desde 60 hasta más de 200. Los abejorros se alimentan de néctar y polen de las flores (Ecosostenible, 2019).

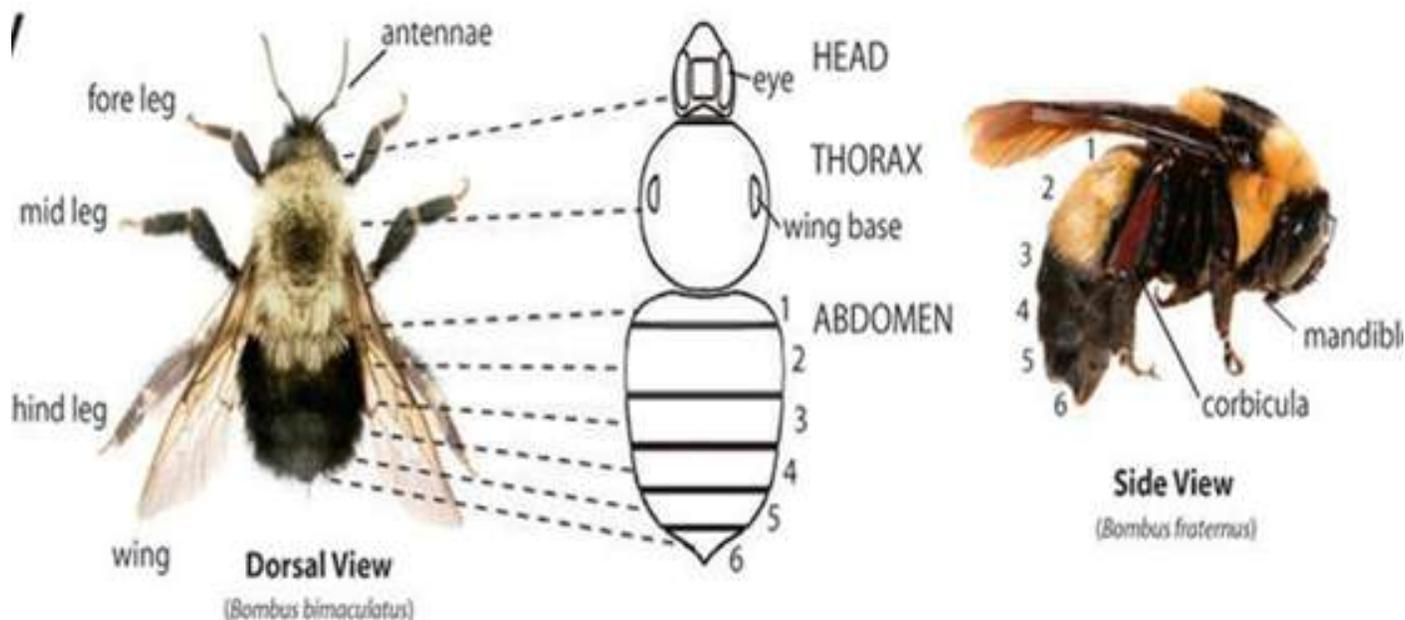


Imagen 1. Morfología de los abejorros terrestres (*Bombus terrestris*:Hymenoptera) utilizados para la polinización. Imagen: biología de bombus - <http://catarina.udlap.mx>

Beneficios de los abejorros

La práctica del uso de abejorros como polinizadores se ha extendido ya que se considera como una técnica sencilla, eficiente y fiable puesto que:

- Ofrecen una garantía máxima de polinización óptima.
- Son trabajadores fiables siete días a la semana desde el amanecer al anochecer e incluso en condiciones climáticas menos óptimas.
- Son fáciles de usar y apenas requieren mantenimiento.
- Son seguros puesto que no son agresivos.
- Cuando un abejorro encuentra un punto atractivo donde alimentarse, no puede avisar al resto, que seguirán realizando su labor en el resto del cultivo.
- Se garantiza frutos de mayor tamaño y de superior calidad, es económica y reduce mano de obra.

Colmenas comerciales

La colmena comercial (de 50 a 60 obreras) es simple, segura, fácil de controlar y no precisa mantenimiento. Se debe colocar a un metro sobre el suelo, en la parte alta de la parcela y orientada hacia el sur. Es recomendable evitar poner colmenas juntas, ya que el abejorro tiende a equivocarse y penetrar en otra colmena. Una colonia de abejorros cuya esperanza media de vida es de 6 a 8 semanas, puede polinizar entre 1.000 y 3.000 m² de cultivo.

No es recomendable realizar esta actividad con abejas ya que no resulta productivo dentro de los invernaderos o túneles y son menos eficaces en los periodos fríos con temperaturas inferiores a 15° C y en días nublados. Las abejas comunes se quedan en sus colmenas cuando la temperatura es inferior a 10° C, cuando llueve, con viento superior a fuerza 7 o cuando la nubosidad es superior al 70%.

La polinización con abejorros es recomendable en los siguientes cultivos: tomate, pimientos, pequeños frutos (fresas, frambuesas, grosellas rojas...), calabacín, melón, kiwi, judía, producción de semillas (girasol, trébol, endivia...), etc.

Requerimientos climaticos

Cuando la temperatura del invernadero es de 40° C por periodos de 5-9 días consecutivos antes y 1-3 días después de la floración, se produce una disminución en la viabilidad del polen. Así mismo, estas altas temperaturas causan que los abejorros permanezcan dentro de la colmena para enfriar la cría.

La alta humedad relativa afecta el polen en sí, haciéndolo pegajoso (Dávila, 2011). A bajas temperaturas los abejorros tienden a permanecer dentro de la colmena para calentar la cría. Cuando la temperatura del invernadero es de 14° C la flor crea polen moderado o insignificante y cuando las temperaturas son de 7° C no crea polen. Contrariamente a la alta humedad relativa, baja humedad relativa resulta en que el polen cae fácilmente y no se pegue (Dávila, 2011). ¿Por qué utilizar abejorros como polinizadores?

Como ya se ha mencionado los abejorros son polinizadores eficientes y efectivos, ya que visitan un gran número de flores por minuto y transfieren más polen al estigma que otros polinizadores .

Otros beneficios de los abejorros son:

- Al polinizar, los abejorros van pasando de árboles a las hileras del cultivo. Esto beneficia la polinización cruzada, algo necesario en varios cultivos frutales y de semillas.
- Los abejorros trabajan desde primeras horas de la mañana a últimas de la tarde y a temperaturas relativamente bajas (unos 10°C) y en días nublados o con viento.

- En comparación con las abejas, los abejorros son más efectivos en entornos protegidos, tales como invernaderos, túneles o cultivos bajo mallas.
- Los abejorros suelen visitar todos los cultivos cercanos a la colmena, lo que beneficia a los cultivos menos atractivos que precisan una mejor polinización. Los abejorros no son agresivos y fáciles de utilizar.
- Son excelentes polinizadores en circunstancias difíciles: temperaturas bajas, viento, cielo nublado, etc.
- Son trabajadores polivalentes con talentos múltiples: no son solamente aptos para el campo, sino que pueden usarse dentro de los invernaderos y bajo túneles de plástico.
- Proporciona una economía considerable de trabajo: pueden sustituir la polinización manual y el uso de hormonas.
- Dan como resultado una mayor producción y calidad superior de los frutos.

- Los abejorros son, por su complejión, excelentes polinizadores y son utilizados con éxito en gran número de cultivos, como los jiomates, pimientos, fresas, pequeños frutos (frambuesas, grosellas negras y rojas, etc.), grandes frutos, producción de semilla, calabacín y melón, etc.

La polinización adecuada es esencial para asegurar una formación correcta de los frutos y una producción óptima. Habitualmente, agricultores utilizaron las abejas, la polinización manual o los reguladores de crecimiento de las plantas, en función del cultivo. Todos estos métodos sin embargo presentan inconvenientes.

Los abejorros necesitan polen y fuente de proteínas, para la elaboración de una colmena. Igualmente necesitan néctar, fuente de hidratos de carbono (azúcares). Dado que ciertas flores no producen néctar, por lo que para su correcta alimentación se debe suministrar una solución azucarada a la colonia.





En algunos modelos de colmenas comerciales, estas contienen una botella con Biogluc, una solución azucarada que contiene un conservador y una agente colorante que ayuda a controlar el nivel de alimento.

Encima de esta botella se encuentra una caja de plástico que contiene la cría (huevos, larvas y pupas).

A través de este sistema de alimentación ingenioso, los abejorros beben Biogluc por capilaridad a través de una mecha que llega desde la botella al compartimento del nido. Tanto la tapadera como la caja interior contienen rejillas que garantizan una óptima aireación y previenen la condensación.

El embalaje exterior está realizado de cartón ondulado, indeformable y reciclable con características hidrófugas.

Cada colmena está equipada con una botella de unos 2 kg. de Biogluc, suficiente para la vida entera de la colonia. La construcción del sistema de alimentación hace que no haya derrames. Ni avispa, abejas salvajes ni ningún otro huésped indeseado puede penetrar.

Cada colmena de abejorros tiene dos aberturas de vuelo. Una utilizada en condiciones normales y un pequeño tubo cónico que sirve de acceso a la segunda abertura que comprende un sistema regulable. Cuando ésta está abierta, los abejorros pueden entrar pero les es imposible la salida. (Marta C, 2003)

Uso de abejorros en la polinización de hortalizas.

Los abejorros son polinizadores altamente efectivos para algunos cultivos por su gran tamaño y la densa pilosidad que cubre su cuerpo, lo cual permite transferir más granos de polen por visita que otras especies de polinizadores (Winter, 1994; citado por Morales, 2007).

En la actualidad las colmenas comerciales de abejorros se comercializan en por lo menos 36 países para polinizar más de 25 cultivos, tanto bajo cubierta (jitomate, pimiento) como en campo (Veltius, 2002; citado por Morales, 2007).

La polinización por abejorros resulta en menores costos de producción, mayores rendimientos y mejor calidad de la fruta, así como un mayor uso de la lucha biológica contra las plagas. Los consumidores gozan de una mejor calidad en los productos hortícolas (Velthuis y Van, 2006). De acuerdo a Roldan y Guerra (2007), la polinización con abejorros revela una mayor producción y mejora la calidad de los frutos de pimientos, aumentando el tamaño y grosor de la pared locular.

Lo anterior también lo demuestran Shipp, Whitfield y Papadopoulos (1994), al evaluar la eficacia de abejorros de la especie *B. impatiens* como polinizador de pimiento dulce en invernadero, encontrando que se aumenta el porcentaje de fruta extra-grande y grande. Además, indican que se aumenta la rentabilidad del cultivo de pimiento. Los abejorros de la especie *B. impatiens* puede ser utilizado en cultivos bajo invernadero tales como jitomate, pimiento, berenjena, calabaza, melón y fresa. Estos trabajan adecuadamente en un rango de temperaturas de 15 a 32 °C. Los abejorros adultos (hembras) salen de la colmena a recolectar polen y néctar (dependiendo del tipo de flor) con el propósito de alimentar a las crías o estadíos inmaduros (Koppert Biological Systems, 2010).

Empresas y colmenas comerciales

Koppert produce en México colmenas de abejorros para la polinización natural en cultivos de alto valor. En 1988, se descubrió que el abejorro era el mejor polinizador de tomates, debido a su técnica única de polinización del zumbido. Antes de este descubrimiento, los jitomates se polinizaba manualmente, una operación muy intensiva y menos eficiente.

En el plazo de tres años, el uso de abejorros en tomates se convirtió en una práctica habitual en todo el mundo.

A partir de 1993, se ha ido comprobando la eficacia de los abejorros en otros cultivos, demostrando sus beneficios como polinizadores comerciales.

Actualmente, la polinización con abejorros se aplica en más de cien cultivos distintos en todo el mundo. (Koppert, 1993).

Biobest es pionera en la producción comercial de abejorros desde 1987. La empresa comenzó con la producción de *Bombus terrestris* en Bélgica. Este producto se convirtió rápidamente en referencia para la polinización de hortalizas en invernadero. Hoy en día productores de los cinco continentes están familiarizados ya con las soluciones de Biobest para la polinización. Biobest ofrece una amplia gama de especies de abejorros adaptadas a las distintas regiones del mundo. Con diferentes tipos de colmenas de alta tecnología.

Biobest ofrece estrategias de polinización innovadoras y hechas a medida tanto para cultivos protegidos como al aire libre. Biobest tiene varios centros de producción repartidos estratégicamente por todo el mundo (Biobest, 1987).

Agrobío es una empresa pionera en la producción y comercialización de abejorros en España, destinados a la polinización natural en cultivos hortícolas, frutas y plantas ornamentales, contribuyendo de manera decisiva en la consolidación de métodos culturales que permiten una agricultura más respetuosa con el medio ambiente y, en definitiva, alimentos más sanos y sin residuos. (Agrobío). Biocontrol es una empresa privada para el desarrollo de crianza comercial de *Bombus terrestris*, dedicada al servicio de transferencia tecnológica del manejo integrado de plagas en la agricultura, con la utilización de insectos benéficos o controladores biológicos.

Su objetivo principal es ofrecer a la industria agropecuaria nacional, la tecnología más reciente en el manejo integrado de las plagas, que afectan su producción, en términos eficientes y económicos, de manera que esta sea incorporada de manera definitiva en sus procesos de elaboración. (Fondef, 2004).

En resumen, las colmenas comerciales especialmente concebidas para un transporte cómodo y una fácil manipulación. Son ideales para la polinización de cultivos hortícolas y árboles frutales. Aseguran el cuajado de los frutos y mejoran notablemente la producción.

Instalación de colmenas

Las colmenas de abejorros son virtualmente libres de mantenimiento y siempre son entregadas con instrucciones fáciles de seguir. Hay dos aperturas para los abejorros, una es la salida que permite a los abejorros volar, con una pequeña escalera construida en la colmena, y la otra es la entrada para coleccionar los abejorros. La colmena está bien ventilada y tiene un buen aislamiento. También se completa con un suministro de alimentos para los abejorros y una botella de agua azucarada, que fácilmente pueda reemplazar como se describió anteriormente (Reyes C. 1999).

Forma correcta de instalación de una colmena comercial

-
- Introducirla cuando el 5-10% de las flores están abiertas.
- Colocarla sobre una superficie plana y nivelada forma plataformas por lo menos 3-5 pies de alto (1.0-1.5m) cerca del paseo central (orientación fácil), o al final (lejos de la entrada principal) si las filas son largas
- Colocar la nueva en el extremo más cercano al paseo central (en banco), o en la parte inferior (en estante).
- Dejar espacio delante de la apertura de vuelo.
- Protegerla de la luz solar directa.

- Distribuir las por todo el invernadero, preferiblemente separado. Un máximo de 6-8 colmenas juntas. Alternar la orientación de la puerta (una al Norte, otra al Sur, etc.)
- Eliminar las viejas.
- Esperar después de colocar la colmena, por lo menos 30 minutos antes de abrir la apertura (Eso permite a los abejorros resolverse después del movimiento colmena.
- Tener cuidado con el nivel la botella de agua azucarada y los tratamientos de plaguicidas y fungicidas.
- Los abejorros polinizan prefieren temperaturas de 17-25 ° C, humedad relativa de 60-80% y flores de forma regular (apertura fácil y color amarillo brillante) para polinizar. (Reyes C. 1999)

Conclusión

La utilización de abejorros polinizadores tanto en sistemas de agricultura protegida como los invernaderos así como en campo a cielo abierto incrementa el rendimiento y calidad de los frutos, además de lograr una efectividad eficiencia superior en cuanto al rango de flores polinizadas en comparación con otros métodos, los cuales, a su vez, resultan de mayor costo y efectos secundarios en cuanto a la salud ambiental, humana y del cultivo mismo.

Bibliografías

Tratamiento de picaduras de abejorros y alergias | Koppert México. (n.d.). Retrieved October 1, 2022, from <https://www.koppert.mx/noticias-e-informacion/tratamiento-de-picaduras-de-abejorros-y-alergias/>

Marta Coll (2003), Los abejorros polinizadores. Interempresas. Retrieved October 1, 2022, from <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/71005-Los-abejorros-polinizadores.html>

Syngenta. (s/f). ¿Qué es la polinización? Paisajes Multifuncionales. Recuperado el 2 de octubre de 2022, de <https://polinizadores.com/ar/polinizacion>

Agronegocios

MAESTRÍA

POSGRADOS



Universidad
De La Salle[®]
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.

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





MUNDO

**DE RECURSOS
GENÉTICOS**

INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS MEXICANOS, PERSPECTIVA DEL CNRG- INIFAP A LOS 10 AÑOS DE SU CREACIÓN



Parte superior de izquierda a derecha:

Dr. Carlos Iván Cruz Cárdenas

Laboratorio Agrícola Forestal-Sección Semillas Ortodoxas
Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP
cruz.ivan@inifap.gob.mx

Dra. Gabriela Sandoval Cancino

Laboratorio de Conservación in vitro y Criopreservación de plantas
Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP
sandoval.gabriela@inifap.gob.mx

Dr. Ramón Ignacio Arteaga Garibay

Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos
Centro Nacional De Recursos Genéticos, INIFAP
arteaga.ramon@inifap.gob.mx

Dr. Luis Felipe Guzmán Rodríguez

Laboratorio de ADN y Genómicas
Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP
guzman.luis@inifap.gob.mx

Dr. Horacio Álvarez Gallardo

Laboratorio de Recursos Genéticos Acuático-Pecuario
Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP
alvarez.horacio@inifap.gob.mx

Dra. Lily Xochitl Zelaya Molina

Encargada del Despacho de los Asuntos correspondientes a la Dirección
Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP
zelaya.lily@inifap.gob.mx

México es un país megadiverso, se encuentra entre los 17 países que en conjunto reúnen el 70% de la riqueza mundial de especies, y se estima que posee entre el 10 y 12% de la diversidad genética del mundo (Mittermeier et al., 1997; Sarukhán et al., 2009). México posee una gran diversidad de especies forestales, mamíferos, insectos y moluscos. Lo anterior, no solo es motivo de orgullo nacional, sino que también significa una gran responsabilidad, frente al acelerado proceso de erosión genética que se experimenta actualmente en el mundo. El nivel de esta responsabilidad se magnifica si consideramos el hecho de que México es lugar de origen de géneros y especies animales y vegetales de importancia económica, social, ambiental y cultural.

México es altamente susceptible al cambio climático (SEMARNAT-INECC, 2016). En los próximos años se estima un incremento en la temperatura de hasta 4.5°C en algunas partes del país, mientras que se espera una reducción de hasta 40% en la precipitación.

El cambio climático y la pérdida del hábitat, entre otros factores, contribuye la erosión genética de los recursos genéticos mexicanos.

La implementación de estrategias de conservación in situ y ex situ de los recursos genéticos puede contribuir a reducir los riesgos de pérdida de los cultivos y de esta manera mantener los caracteres adaptativos que pueden ser aprovechados en el mejoramiento de los cultivos (Maxted and Kell, 2009). La Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (EMCV) 2012-2030 (CONABIO, 2012), que se deriva de la Convención sobre Diversidad Biológica, reconoce la necesidad de un mayor conocimiento sobre la diversidad vegetal de México, lo que permitirá la definición de sistemas efectivos para la conservación y uso sustentable de los recursos genéticos.

Además, el Objetivo 9 de la Estrategia Global para la Conservación Vegetal (GSPC por sus siglas en inglés), establece que la conservación del 70% de la diversidad de cultivos y otras especies de importancia socio-económica debe alcanzarse, por lo que se deben fortalecer las acciones de conservación, caracterización y evaluación de los recursos fitogenéticos.

De esta manera, centros de investigación y conservación de los recursos genéticos como el Centro Nacional de Recursos Genéticos, como parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, son de suma importancia para estas metas y brindar la posibilidad de un porvenir estable a las naciones.

El Centro Nacional de Recursos Genéticos como estrategia de conservación:

“Resguardo de la riqueza genética de México para las generaciones presentes y futuras”

El establecimiento del Centro Nacional de Recursos Genéticos fue propuesto como un componente central del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SINARGEN) con el propósito de preservar de manera apropiada y sistemática, las colecciones de germoplasma (semillas, plántulas, tejidos, células somáticas, gametos, embriones, ácidos nucleicos, microorganismos, entre otros) como reserva estratégica para la conservación, mejoramiento e investigación, para el uso racional en beneficio de la sociedad, y en el caso de un evento catastrófico, prevenir la pérdida de genes además de asegurar la sobrevivencia de especies útiles.

El CNRG es resultado de un esfuerzo nacional, multi-institucional que se enfoca en la conservación a largo plazo de especies mexicanas e introducidas relacionadas a la agricultura.

El CNRG se encuentra articulado con SINARGEN y otros bancos de Germoplasma Nacionales e Internacionales; además mantiene colaboración con proyectos de investigación, posee bases de datos compatibles para intercambiar y compartir información, de tal manera que logra un intercambio de materiales a nivel nacional e internacional en materia de seguridad alimentaria y resguardo de germoplasma de importancia mundial.

Por lo anterior el CNRG surgió como parte de la estrategia nacional para el resguardo de la seguridad agroalimentaria y ambiental al salvaguardar de forma apropiada y sistematizada los recursos genéticos más importantes de México y del mundo; esto mediante el desarrollo y aplicación de tecnologías de vanguardia. Además de permitir que las colecciones de germoplasma tales como semillas, plantas, gametos (espermatozoides, ovocitos), embriones, cepas, esporas y ADN están disponibles para el desarrollo de sistemas de producción sustentables y competitivos. Inaugurado el 17 de marzo del 2012 por el entonces Presidente de la República C. Felipe Calderón Hinojosa, es el primer centro de su tipo en México y está llamado a ser uno de los más importantes bancos de germoplasma del mundo. Con la misión de conservar y preservar los recursos genéticos del país con el fin de garantizar el bienestar de las presentes y futuras generaciones.

Esta mega estructura arquitectónica fue desarrollada con una inversión del Gobierno Federal de \$396.5 millones de pesos. El proyecto corrió a cargo de la Facultad de Arquitectura de la UNAM con una visión contemporánea fusionando elementos simbólicos que representan el medio ambiente y las más altas tecnologías con las que está equipado este refugio para garantizar la investigación y el resguardo de miles de muestras de especies agrícolas, forestales, microbianas, pecuarias y acuáticas a largo plazo en un mismo espacio (Imagen 1).

Los objetivos del CNRG son:

- a) Preservar y proteger los recursos genéticos de importancia para México.
- b) Contribuir y propiciar su uso ordenado, racional y sostenible.
- c) Coadyuvar las acciones de colecta, caracterización, potenciación, uso y preservación del SINARGEN.
- d) Difundir la importancia estratégica de la conservación de los recursos genéticos mexicanos como garante de nuestras políticas agro-alimentarias y de conservación del medio ambiente, entre la comunidad científica y la población en general.

Imagen 1. Instalaciones del Centro Nacional de Recursos Genéticos.
Imagen: Propia del autor.



+La creación del CNRG proporciona a México y el mundo beneficios como impacto sobre la reducción en la erosión genética de poblaciones con características de valor actual y potencial, el mantenimiento de la diversidad genética para cubrir las necesidades actuales y futuras, proporciona opciones de adaptación a condiciones ambientales cambiantes, apoya los sistemas de producción sostenibles para la seguridad alimentaria, provee recursos genéticos para cruzamientos y para el desarrollo de nuevas variedades, provee opciones que cubran las demandas de nuevos mercados de productos y servicios del sector primario, ayuda a preservar germoplasma con valor histórico y cultural, sostiene el valor del germoplasma como un patrimonio para las siguientes generaciones y garantiza el derecho de un recurso genético actual de continuar existiendo.

RESULTADOS DE 10 AÑOS DE TRABAJO

El CNRG actualmente sostiene la vinculación nacional para el intercambio y conservación de recursos genéticos con otros países, ya que, para preservar los recursos genéticos de México, el CNRG colabora en programas y acuerdos de intercambio de germoplasma con otros centros de recursos genéticos/bancos de germoplasma nacionales, que mantienen colecciones activas en lugares estratégicos en diversas instituciones de investigación y enseñanza. Estos centros tienen la responsabilidad de reproducir el material genético proveniente de las regiones agroecológicas donde se ubican.

El intercambio de germoplasma con dichos centros se regula por mecanismos jurídicos apropiados para tal fin. La vinculación con bancos de germoplasma es la base para racionalizar la existencia y operación de bancos de germoplasma que existen actualmente y detectar funciones duplicadas. El CNRG tiene la función de respaldar mediante la adecuada conservación a largo plazo, las colecciones activas de estos bancos.

Además, por medio del CNRG se mantiene vinculación internacional para el intercambio y conservación de recursos genéticos.

Se propuso al CNRG como punto focal para el intercambio de germoplasma entre México y otros países utilizando convenios y acuerdos que aseguren la protección y complementen los recursos genéticos nacionales.

Como parte de esta función, se busca la vinculación con entidades internacionales homologas al CNRG como: el CENARGEN (Brasil), Millenium Seed Bank (Reino Unido), NCGRP (EUA), NARO Gene Bank (Japón), la Cámara Global de Conservación de Semillas (Svalbard Global Seed Vault), los centros del CGIAR (CIMMYT, CIAT, ICRISAT, ICARDA, IRRI, World Fish Center, etc.), entre otros.

Se han establecido convenios de colaboración que incluyen actividades conjuntas en materia de recursos genéticos con el National Center for Genetic Resources Preservation USDA-ARS en Fort Collins, CO, EEUU; el Millennium Seed Bank ubicado en Kew Wakehurst Place, en el Reino Unido; el National Agriculture and Food Research Organization ubicado en Tsukuba, Japón; la Universidad de Tottori de Japón; el EMBRAPA de Brasil y el INTA de Argentina.

En el CNRG se conservan ya miles de muestras de especies auténticamente mexicanas como: amaranto, jitomate, calabaza, chile, maíz, cacao, aguacate, entre otras, además de las forestales como: cactáceas, pino azul, pino piñonero, guanacastle, pino ayacahuite entre otras. Con respecto a especies animales preservan muestras de abulón rojo, ostión del Pacífico, trucha de San Pedro Mártir, totoaba, lenguado, tres razas criollas de bovino (coreño, criollo del norte y chinampo), dos razas criollas de ovinos (borrego Chiapas y borrego obispo o de cuatro cuernos) y razas especializadas de ganado bovino (Holstein y Simmental).

Hasta octubre del año 2022 el inventario de resguardo del CNRG en la suma de todas las accesiones resguardadas es de más de 26,000 accesiones.

Las accesiones están conservadas en los diferentes laboratorios (Figura 2). El laboratorio Agrícola Forestal Sección Semillas Ortodoxas del CNRG-INIFAP cuenta con la infraestructura y equipo requerido para realizar caracterización morfológica, evaluaciones de calidad física y fisiológica, y acondicionamiento de las semillas ingresadas para su conservación a largo plazo. Cuenta con la acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) del ensayo "Evaluación de la calidad física y fisiológica de semillas" en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2018 (ensayos de laboratorio), con lo que se asegura que los análisis de calidad de semilla y la conservación cumplan con los estándares nacionales. El banco de germoplasma de semillas ortodoxas del CNRG-INIFAP cuenta con cámaras frías (-18°C) para la conservación a largo plazo de germoplasma vegetal.

El Laboratorio de ADN y Genómicas cuenta con la infraestructura y equipo requerido para realizar análisis de la diversidad genética de especies vegetales utilizando diversos marcadores moleculares. Dentro de los diferentes proyectos de investigación, resalta por su importancia los estudios de diversidad genética que se están realizando en materiales de agave azul, comparando los niveles de diversidad presentes en plantas madre y en los hijuelos, de diferentes parcelas comerciales de la zona de denominación de origen (publicación en preparación).

El Laboratorio de Cultivo in vitro y criopreservación cuenta con una biofábrica con la infraestructura y equipos requeridos para la conservación en crecimiento mínimo y criopreservación de especies vegetales. El laboratorio de recursos genéticos Acuático-Pecuarios cuenta con tanques de nitrógeno líquido a -196 °C donde se conservan accesiones ovocitos, semen y embriones de especies animales de importancia nacional.

Imagen: Propia del autor.





Por su parte, el Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos del CNRG-INIFAP ha implementado diversas estrategias y metodologías para la obtención, evaluación, caracterización, cuantificación, identificación, criopreservación y liofilización de organismos y/o comunidades microbianas, principalmente de cepas o comunidades microbianas de importancia en la seguridad alimentaria del país.

Además, la Colección de Microorganismos del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CM-CNRG) cumple con los objetivos y lineamientos de la Federación Mundial de Colecciones de Cultivo (WFCC siglas en inglés) y cuenta con el número de registro 1006 del Centro Mundial de Datos de Microorganismos de la WFCC (WDCM siglas en inglés), además también cuenta con el registro ante la Federación Latinoamericana de Colecciones de Cultivo (SI-56), La Colección de Microorganismos del CNRG INIFAP (CMCNRG) fue creada para desarrollar la estrategia de conservación del microorganismos de importancia agroalimentaria que han sido clasificados y preservados conforme a las directrices de FAO.

BIBLIOGRAFÍA

- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2012) *Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 94 p.
- Maxted, N., Kell, S., 2009. *Establishment of a Global Network for the In Situ Conservation of Crop Wild Relatives: Status and Needs*. Background Study Paper No. 39. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Mittermeier RA, Gil PR, Mittermeier CG. *Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations*. CEMEX, Mexico; 1997.
- Sarukhán J, Koleff P, Carabias J, Soberón J, Dirzo R, Llorente-Bousquets J, et al. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2009. 100.
- SEMARNAT, INECC. 2016. *Mexico's Climate Change Mid - Century Strategy*. Ministry of Environment and Natural Resources (SEMARNAT) and National Institute of Ecology and Climate Change (INECC). Consultado el 21 de octubre de 2022. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/mexico_mcs_final_cop2_2nov16_red.pdf

LA IMPORTANCIA DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES EN EL CNRG- INIFAP



Parte superior de izquierda a derecha:

Dr. Juan Manuel Pichardo González

Colegio de Postgraduados

Investigador Titular

Centro Nacional de Recursos Genéticos (INIFAP)

pichardo.juan@inifap.gob.mx

Dra. Esmeralda Judith Cruz Gutiérrez

Colegio de Postgraduados.

Investigador Titular

Centro Nacional de Recursos Genéticos (INIFAP)

cruz.esmeralda@inifap.gob.mx

Dr. Martín Quintana Camargo

BEMARENA del CUCBA

Universidad de Guadalajara.

Investigador Titular

Centro Nacional de Recursos Genéticos (INIFAP)

quintana.martin@inifap.gob.mx

Mtro. Francisco Fabián Calvillo Aguilar

Investigador Adjunto del Centro Nacional de Recursos Genéticos

(INIFAP). calvillo.francisco@inifap.gob.mx

Dra. Guadalupe Sosa Valencia

Investigador Titular

Centro Nacional de Recursos Genéticos (INIFAP)

sosa.guadalupe@inifap.gob.mx

México es uno de los países que cuenta con mayor diversidad de especies, animales y vegetales, las cuales son de importancia agroalimentaria para nuestro país y el mundo. Los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, son especies vegetales, animales, invertebrados, microorganismos y especies acuáticas que contengan unidades funcionales de algún gen específico, usados de manera directa o indirecta en la alimentación y la agricultura. Aquí también se integran los recursos genéticos forestales, aunque, no son alimento directo para el hombre, son un recurso estratégico para el desarrollo social, económico y ambiental de los seres humanos.

La conservación de los recursos genéticos forestales (RGF) es muy importante debido a que los ecosistemas de los bosques están amenazados por diversas causas que pueden contribuir a la pérdida de su diversidad genética como es la deforestación, los cambios en el uso del suelo, la utilización inapropiada del bosque y de sistemas de manejo, la contaminación y el cambio climático, así como la circulación indocumentada e incontrolada del germoplasma forestal, entre otras.

Además, los RGF son vitales para el desarrollo social, económico y ambiental del hombre, ya que a través de ellos se obtienen diversos bienes o servicios que pueden favorecer el bienestar del hombre y contribuyen a mantener el equilibrio del medio ambiente. Desafortunadamente, por causas diversas, los bosques se deforestan causando su deterioro.

La conservación de los RGF tiene como objetivo mantener la diversidad genética en las especies de importancia conocida o potencial de carácter socioeconómico y ambiental. Además, los niveles y la distribución de la variación genética de cualquier especie forestal concreta, están en un proceso de cambio natural constante, resultante de las principales fuerzas de evolución.

Por ello, la preocupación principal de la conservación debe estar en los procesos evolutivos, que fomentan y mantienen la diversidad genética, y no en preservar la distribución actual de la variación como un fin en sí mismo (Figura 1).

Dicha conservación por lo general se realiza a través de semilleros, plantaciones y bancos de semillas, por ejemplo, el Banco de Semillas UNAM-Iztacala, vinculado a programas in situ de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. De igual manera, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha establecido plantaciones, ensayos de procedencia y huertos semilleros, sumándose la Universidad Autónoma Chapingo, el Centro de Genética Forestal, A.C., el Colegio de Postgraduados, el Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

En 1997 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca creó programas para la recolecta y conservación de semillas y establecimiento de plantaciones con el propósito de realizar conservación in situ y ex situ, especialmente en el PRONARE (Programa Nacional de Reforestación); sin embargo, estos programas no tuvieron continuidad en el siguiente sexenio, ya que fueron modificados de acuerdo con los planes y programas de la nueva administración.

En cuanto la infraestructura para la conservación ex situ, el Informe Final FAO 2012 de la Situación de los RGF en México menciona que en el año 2012 se contaba con 37 bancos de germoplasma forestal (BGF) para almacenamiento de mediano plazo y con 17 centros de almacenamiento temporal de germoplasma forestal (CATGF), lo que sumaba una capacidad de almacenamiento de 235 toneladas.

Además, dicho informe menciona que en estas instalaciones se cuenta con personal técnico capacitado y equipos e instrumental necesario para la conservación y la valoración física y fisiológica de las semillas. Asimismo, en este mismo informe se menciona que los bancos y centros son, en su mayoría propiedad de instancias públicas y cumplen la función de almacenar semillas para abastecer a los viveros que producen plantas para los programas oficiales de reforestación. También señala que en los bancos de las instituciones de enseñanza e investigación se conservan lotes pequeños para proyectos de conservación de recursos genéticos y mejoramiento genético.

En 2001 la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) estructuró un programa para la conservación adecuada de los RGF. Además, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece los mecanismos para la recolecta, intercambio y conservación de los recursos naturales. Por otro lado, en 2004, en una consulta con el sector forestal nacional, se estructuró el Programa Nacional para el Manejo de los Recursos Genéticos Forestales (PNMRGF), donde expertos en conservación y manejo de recursos genéticos dieron forma y contenido al documento, que en su capítulo IV hace referencia amplia a la conservación tanto in situ como ex situ.

Propagación de plantas de *Pseudotsuga menziesii* (abeto Douglas) en el CNRG-INIFAP.
Imagen: Propia del autor.

Además de la infraestructura de bancos y centros para el almacenamiento de semillas mencionados anteriormente, se cuenta con el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), el cual inició su operación formal en 2012 y está a cargo del INIFAP.

El CNRG-INIFAP se ubica en el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco; cuenta con instalaciones y equipos con tecnología de vanguardia para el almacenamiento a largo plazo de material genético de los tipos acuícola, agrícola, forestal, microbiano y pecuario.

La creación del CNRG-INIFAP es un elemento central de la estrategia de conservación ex situ a largo plazo de los recursos genéticos de México; en otras palabras, en el CNRG-INIFAP, se resguardará un respaldo de las colecciones de germoplasma más importantes del País de manera apropiada y sistematizada.

Esto incluye: semillas, plantas, tejidos, células, gametos, embriones y DNA; se considera a las colecciones de germoplasma como una reserva estratégica para conservación, mejoramiento e investigación, para su uso racional en beneficio de la sociedad y, en caso de una catástrofe, para prevenir la pérdida irreparable de los recursos genéticos, a fin de asegurar la conservación de especies útiles a la población.

Con esta iniciativa, el país contribuye y propicia la protección y el uso ordenado, racional y sustentable de los recursos genéticos de México para beneficio de las generaciones presentes y futuras, de conformidad con los planes y políticas del Gobierno Federal y convenios internacionales.

Este centro tiene la política de fomentar la conservación, caracterización, validación, mejoramiento, manejo, reproducción y aprovechamiento sustentable de la riqueza agrícola, forestal, microbiana, pecuaria y acuícola del país. En particular, aquellas de importancia biológica para la producción de alimentos, fibras, madera y combustible.

Por lo anterior, del 2014 al 2018, el CNRG-INIFAP y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) pusieron en marcha el proyecto “Fomento y operación del subsistema de recursos genéticos forestales dentro del CNRG”. El objetivo general del proyecto fue implementar los mecanismos para la conservación y estudio de los recursos genéticos forestales en el CNRG mediante el subsistema de recursos genéticos forestales”. Los objetivos particulares del proyecto fueron: a) Establecer un Arboretum en las instalaciones del CNRG con la finalidad de ser un espacio educativo y demostrativo al público que visita el CNRG; b) Establecer la “Colección Nacional de Recursos Genéticos Forestales” a partir de accesiones que la CONAFOR y otras instituciones ingresen para su resguardo al CNRG; c) Implementar una “Biofábrica” para la producción de plántulas de interés de la CONAFOR y generar protocolos de multiplicación masiva in vitro de especies forestales prioritarias; d) Desarrollar los protocolos de conservación a mediano y largo plazo del germoplasma forestal mediante técnicas de crecimiento mínimo y criopreservación y e) Realizar estudios de diversidad e Integridad genética en especies forestales (Figura 2).

Con la ejecución de ese proyecto, en 2014 se estableció la “Colección Nacional de Recursos Genéticos Forestales” a partir de las accesiones que la CONAFOR y otras instituciones y organizaciones han ingresado al CNRG para su resguardo. Esta colección es la más completa de México y cuenta con registro ante SEMARNAT como colección científica, con impacto para todo Nuestro País, ya que instituciones académicas, organizaciones e instituciones relacionadas con el área forestal, pueden acudir a ésta con fines académicos, de investigación, de conservación o establecimiento de especies, así como para programas de reforestación, etc. En dicha colección se han ingresado semillas, yemas y plantas de especies forestales, la cual sigue vigente y dinámica con incremento de su acervo aun después de haber terminado el proyecto mencionado anteriormente (Figura 3).



Figura 2.- Propagación de plantas forestales en condiciones de in vitro
Imagen: Propia del autor.

En lo que concierne al subsistema forestal el Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP cuenta con una capacidad instalada para resguardar 3,500 accesiones en condiciones in vitro (diez tubos de ensaye por accesión), 40,000 crioviales, cada criovial con capacidad para 10 meristemos, en tanques de nitrógeno líquido y 600,000 accesiones en recipientes de pet de 1 L y de 250 mL, en cámaras frías a una temperatura de -18°C (Figura 5).

Figura 3.- Evaluación de la calidad de Semillas de *Gmelina arborea* (Melina) ingresadas en la Colección Nacional de Recursos Genéticos Forestales
Imagen: Propia del autor.

A la fecha, en la Colección Nacional de Recursos Genéticos Forestales del CNRG, como semilla se tienen resguardadas 1,975 accesiones de 226 de especies forestales de 131 géneros. Las accesiones resguardadas en el CNRG pertenecen a especies forestales de México de clima templado, árido, semiárido, tropical y subtropical. Entre las especies que se resguardan como semilla se pueden mencionar las siguientes: *Pinus pseudotrubes* Lindl., *Pinus patula* Schltdl. & Cham., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Pinus hartwegii* Lindl., *Tectona grandis* Linn F., *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen, *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst., *Cedrela odorata* L., *Cupressus guadalupensis* S. Watson., *Liquidambar styraciflua* L., entre muchas otras. De igual manera, en el laboratorio de cultivo in vitro se tienen conservadas con 173 accesiones de 63 especies y 1,439 unidades de germoplasma (Figura 4).



Entre las instituciones y organizaciones que ha colaborado en el establecimiento y resguardo de accesiones en la Colección Nacional de Recursos Genéticos Forestales se pueden mencionar a las siguientes:

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con varios de sus campos y sitios experimentales, Pronatura Veracruz A.C.,

El Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío" del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, Tarahumara Sustentable, la Universidad Veracruzana, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el Colegio de Postgraduados, el Jardín Botánico de Vallarta,



Figura 4.- Evaluación de la germinación de *Juglans pyriformis* (nogal negro).
Imagen: Propia del autor.

Figura 5.- Acciones de especies forestales resguardadas en la cámara fría a -18°C en el CNRG-INIFAP. Imagen: Propia del autor.



la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) del Gobierno del Estado de Jalisco, la Universidad Autónoma Chapingo, el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Grupo de Ecología y Conservación de Islas A.C., Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, entre otras. Los beneficiarios directos de la conservación de los recursos genéticos forestales son los grupos e individuos implicados en el uso y aprovechamiento sustentable de los bosques, autoridades gubernamentales, empresas estatales, compañías privadas, organizaciones no gubernamentales (ONG's), agricultores y silvicultores, los investigadores de centros de investigación y universidades, entre otros. Todos ellos pueden hacer uso sostenible de los recursos genéticos forestales resguardados en el CNRG-INIFAP para actividades de reforestación, investigación, educación, etc. Por otro lado, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tiene interés en la conservación de los recursos genéticos forestales a largo plazo y de la biodiversidad para fines de protección ambiental.

Las empresas estatales y las compañías privadas normalmente tienen un interés comercial directo de los recursos genéticos forestales para la producción de madera y sus derivados, lo cual también es de interés económico nacional.

Se tiene planeado que la base de datos de la Colección Nacional de Recursos Genéticos Forestales esté disponible en el futuro para el público en general en la página web del CNRG-INIFAP.

No obstante, actualmente se puede contactar directamente a los investigadores del INIFAP para solicitar el acceso a esta información, la cual puede ser utilizada con fines académicos o de investigación.

El procedimiento para el ingreso de germoplasma para resguardo en el CNRG inicia con una solicitud de resguardo al Director del CNRG-INIFAP y responsables del Laboratorio Agrícola Forestal sección semillas ortodoxas o sección cultivo in vitro y crioconservación de tejido vegetal, según sea el caso.

Posteriormente, el solicitante debe enviar o entregar directamente el germoplasma en el CNRG, en las condiciones adecuadas según el tipo de material (semillas o tejido), en el área de recepción de germoplasma, a fin de que se realice una revisión visual, registro y asignación de código temporal. Tras emitir el comprobante de recepción, se verifica que el material cuente con los datos pasaporte y con ello se inicie el procesamiento del germoplasma.

En el caso de semillas ortodoxas, la evaluación de la calidad física y fisiológica de las semillas se realiza en base a lo establecido por la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA, 2017) y el Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma de Bioversity International (Rao et al., 2017). Posteriormente, se realiza el acondicionamiento mediante un proceso de secado, envasado, etiquetado y el resguardo a largo plazo en la cámara fría a -18°C . Con respecto a especies forestales con semilla de comportamiento recalcitrante, si se recibe el material vegetal, como explanes o yemas vegetativas en condiciones de in vitro (tubos), se ingresa en cuarentena en un cuarto de conservación a $24-28^{\circ}\text{C}$, con el fin de determinar la viabilidad del tejido y se evalúa la longitud mínima del explante requerida para el establecimiento de los ensayos de cultivo in vitro. En el caso de que se reciba material vegetal como tal, como varetas o púas, se realiza el protocolo de establecimiento en condiciones de in vitro.

Para el resguardo de RGF en la modalidad de semillas, uno de los parámetros que se debe considerar para lograr una reforestación o plantación exitosa es utilizar germoplasma forestal de buena calidad y de procedencia conocida, lo que contribuye a la conservación de la diversidad biológica de las especies forestales nativas de México. Por ello, en el Laboratorio Agrícola Forestal Sección Semillas Ortodoxas del CNRG se realiza la evaluación de la calidad física y fisiológica de las semillas con altos estándares de calidad.

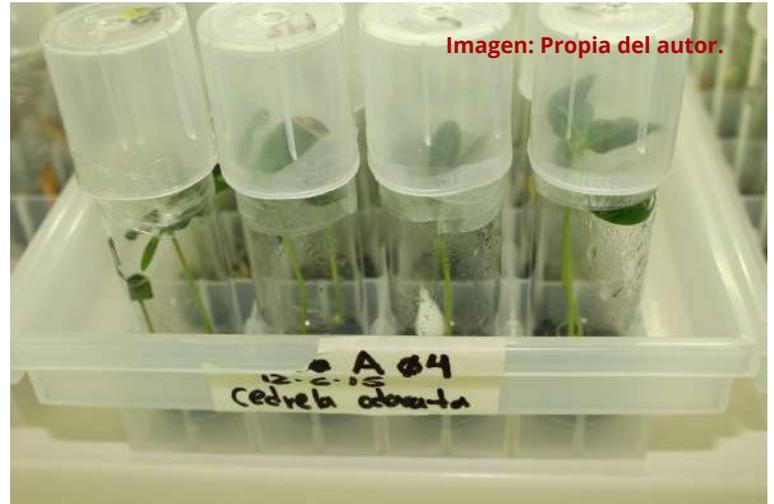


Imagen: Propia del autor.



Imagen: Propia del autor.



Imagen: Propia del autor.

De igual manera, el acondicionamiento y la conservación y resguardo de las semillas se realiza con protocolos de alta calidad.

Por otra parte, la conservación de especies cuyas semillas no se pueden almacenar en cámaras o cuartos a baja temperatura (-18°C) y baja humedad relativa (30% o menos) (semillas recalcitrantes), se conservan mediante técnicas de cultivo in vitro y crioconservación.

Con estas técnicas de conservación, el material vegetativo propagado y conservado tiene una alta calidad para cuando se requiera usarse en el futuro. De esta manera, el CNRG-INIFAP contribuye a que los RGF que se resguardan en sus instalaciones cumplan con las características adecuadas para conservar la diversidad genética y además tengan la información genética de su procedencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG). 2017. Programa de Desarrollo Centro Nacional de Recursos Genéticos. "Resguardado de la riqueza genética de México para las generaciones presentes y futuras". INIFAP. 48 páginas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2012. Situación de los Recursos Genéticos Forestales en México. Informe Final del Proyecto TCP/MEX/3301/MEX (4) México 2012. 282 p.
- FAO, FLD, Bioversity International. 2007. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol. 1: visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Lascuráin, M., List R., Barraza L., Díaz P. E., Gual S. F., Maunder M., Jesús Dorantes J., Luna V.E. 2009. Conservación de especies ex situ. In: Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 517-544.



CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS MICROBIANOS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN: LA COLECCIÓN DE MICROORGANISMOS DEL CENTRO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DEL INIFAP



Parte superior de izquierda a derecha:

José Martín Ruvalcaba Gómez

Doctor en Ciencias en Biotecnología

Investigador Titular

Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP

ruvalcaba.josemartin@inifap.gob.mx

Lily Xochilt Zelaya Molina

Doctora en Ciencias Químico-Biológicas

Encargada del Despacho de los Asuntos correspondientes a la dirección de Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP

zelaya.lily@inifap.gob.mx

Ismael Fernando Chávez Díaz,

Doctor en Ciencias en Fitosanidad-Fitopatología,

Investigador Titular

Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP

chavez.fernando@inifap.gob.mx

Lorena Jacqueline Gómez Godínez

Doctora en Ciencias Biomédicas

Investigador Titular

Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP

gomez.lorena@inifap.gob.mx

Marco Aurelio Aragón Magadán

Maestro en Ciencias en Fitopatología

Investigador Asociado

Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP

aragon.marco@inifap.gob.mx

Ramón Ignacio Arteaga Garibay

Doctor en Ciencias en Biomedicina y Biotecnología Molecular

Investigador Titular

Curador de la CM-CNRG

Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP

arteaga.ramon@inifap.gob.mx

Los microorganismos son componentes vitales de la biodiversidad, especialmente por su participación en la dinámica del funcionamiento de los ecosistemas del planeta. La estrategia de conservación es un proceso que implica el almacenamiento en bancos de germoplasma, el establecimiento de colecciones e incluso el manejo de especies en condiciones silvestres. (González et al., 2013).

LAS COLECCIONES DE CULTIVOS

Las colecciones de cultivos tienen como funciones principales la colección, mantenimiento y suministro de cultivos microbianos. Además, resguardan la documentación asociada a los mismos y promueven la adquisición de nuevas especies que favorezcan el aumento de su acervo; lo que paralelamente contribuye a la formación de personal científico y técnico especializado en las actividades de identificación, caracterización, recuperación y propagación de microorganismos para su disponibilidad y aplicación a desarrollos biotecnológicos, mediante el desarrollo de proyectos de investigación básica y aplicada (Weng et al. 2003).

Estas funciones hacen que las colecciones de microorganismos sean las principales responsables de proporcionar el material biológico autenticado y sirven como depósitos de cepas como parte de los depósitos de patentes, proveedores de servicios seguros y confidenciales para almacenar microorganismos clave para la investigación y la industria, y fuentes de organismos citados en documentos científicos que pueden utilizarse en la confirmación de resultados y/o para estudios adicionales (Simões et al. 2016).

La máxima organización que representa las colecciones de cultivos microbianos es la Federación Mundial de Colecciones de Cultivos (WFCC, por sus siglas en inglés), fundada en 1963, es una federación de la Unión Internacional de Sociedades Microbiológicas (IUMS) y una comisión de la Unión Internacional de Ciencias Biológicas (IUBS), la cual, tiene la responsabilidad de promover y propiciar el desarrollo de las colecciones de cultivos de microorganismos y cultivos de células.

A nivel latinoamericano existe la Federación Latinoamericana de Colecciones de Cultivos (FELACC), que surgió, a finales de los años noventa, por iniciativa de varios investigadores voluntarios dentro de diversas reuniones científicas con el fin de combinar esfuerzos para contribuir a un uso racional de los recursos genéticos microbianos en beneficio de toda la sociedad (WFCC, 2010).

Actualmente, en México se tiene el registro de 18 colecciones reconocidas por la federación mundial de colecciones de cultivo, e históricamente se han realizado esfuerzos por crear una colección de microorganismos que sea de relevancia nacional, por lo que en 1972 se inició la creación de la Colección de Cultivos Microbianos con el propósito de tener una colección de microorganismos de importancia biotecnológica, la cual además de tener la ventaja de contar con cultivos puros, se pudieran utilizar para colaborar al desarrollo de la enseñanza, ciencia y tecnología.

La Colección de Cultivos Microbianos se integró formalmente en 1974 y tres años después fue reconocida y aceptada por el Centro Mundial de Datos de Microorganismos de la WFCC (WDCM).

En 1994 se propuso la creación del Centro Nacional de Cultivos Microbianos (CENACUMI) para la Secretaría de Salud y Asistencia (SSA), como una forma de desarrollar un Catálogo Nacional que permitiese el intercambio de cepas entre quienes manejan cultivos y colecciones microbianas de México.

En el año 2000 la Colección de Cultivos Microbianos se descentralizó del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería y pasó a ser una entidad independiente dentro del esquema organizacional del Departamento de Servicios Experimentales y Bibliográficos del CINVESTAV. (Rodríguez-Guzmán et al., 2011).

En el año 2002 en colaboración con el Departamento Ingeniería Eléctrica del CINVESTAV, se publica el primer catálogo de cepas para consultas en línea, siendo el único en ese momento en Latinoamérica, este sistema de consulta fue denominado como Micro-500 y fue desarrollado en colaboración por Jovita Martínez, Sergio Zepeda, Juan Carlos Estrada y Sergio Chapa.

EL CENTRO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS Y LA COLECCIÓN DE MICROORGANISMOS

En el marco de las reglas de operación de los programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), el Comité Técnico Nacional de SAGARPA instruyó a la Subsecretaría de Agricultura para iniciar las actividades conducentes a la conformación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos, proyecto del cual se derivaron los siguientes componentes (Rodríguez-Guzmán et al., 2011):

1. Definición e integración de los mecanismos de coordinación de los tres nuevos subsistemas: pecuario, microbiano y acuícola;
2. Creación y fortalecimiento de redes del subsistema agrícola, y
3. Creación del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG-INIFAP).

El establecimiento del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) surge como parte de la estrategia nacional para el resguardo de la seguridad agroalimentaria y ambiental al salvaguardar de forma apropiada y sistematizada los recursos genéticos más importantes de México y del mundo mediante el desarrollo y aplicación de tecnologías de vanguardia además de que las colecciones de germoplasma tales como las semillas, plantas, gametos (espermatozoides, ovocitos), embriones, cepas, esporas y ADN están disponibles para el desarrollo de sistemas de producción sustentables y competitivos.

Con esta iniciativa, el país contribuye y propicia la protección y el uso ordenado, racional y sustentable de los recursos genéticos de México para beneficio de las generaciones presentes y futuras, de conformidad con los planes y políticas del Gobierno Federal.

En el caso particular de los microorganismos, que además de ser ubicuos y poseer una gran diversidad morfológica, ecológica, fisiológica y molecular, éstos juegan un papel integral y, a menudo, único en el funcionamiento de los ecosistemas para mantener una biosfera sustentable y productiva. Además de ser elemento esencial en procesos industriales y biotecnológicos (Prakash et al., 2013)

A nivel mundial, los bancos de cultivos microbianos son repositorios de colecciones de varios microorganismos, los cuales se denominan "Bancos de Cultivos o Colecciones de Cultivos", los cuales proveen recursos a diferentes profesionistas relacionados con el estudio de la microbiología.

En este contexto, en el CNRG se cuenta con la infraestructura necesaria dentro del Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos para estudiar y conservar la diversidad microbiana a través de la "Colección de Microorganismos del CNRG" (CM-CNRG) (figura 1).

La Colección de Microorganismos del Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP (CM-CNRG) (figura 2), fue creada en el año 2012 con el objetivo de conservar germoplasma microbiano relacionado con la seguridad agroalimentaria de la población mexicana.

A partir de ese momento se dio inicio a una etapa de crecimiento y diversificación de la colección, a través de programas de cooperación interinstitucional bajo los siguientes objetivos:

- Realizar investigación y desarrollo en procesos de conservación de microorganismos.
- Conservar y resguardar cepas de microorganismos a largo plazo mediante procesos de conservación ex situ.
- Proveer servicios relacionados con identificación, suministro, depósito y manejo de microorganismos.
- Capacitar y asesorar a profesionales de los sectores público y privado relacionados con manejo de recursos genéticos microbianos.
- Contribuir en la formación de recursos humanos de alto nivel en el campo de la conservación ex situ germoplasma microbiano.
- Fomentar la divulgación del conocimiento acerca de los recursos genéticos incluidos los relacionados con microorganismos.



Imagen: Propia del autor



Figura 1. Impartición de Capacitación en las instalaciones del Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos del CNRG (CNRG 2018).
Imagen: Propia del autor

ALCANCES DE LA COLECCIÓN DE MICROORGANISMOS DEL CNRG

La CM-CNRG es una colección gubernamental creada con el interés de mantener un repositorio de microorganismos como medio para garantizar la disponibilidad inmediata y efectiva del inventario de la diversidad genética microbiana con aplicaciones agroalimentarias.

Posee la capacidad científico-técnica para garantizar la preservación ex situ de la diversidad de microorganismos provenientes de diferentes actividades en las industrias alimentaria, agrícola y pecuaria; así como para la oferta de servicios a escala regional, nacional e internacional.



Figura 2. Logotipo oficial de la Colección de Microorganismos del CNRG-INIFAP.
Imagen: Propia del autor

En este sentido la CM-CNRG cumple con los objetivos y lineamientos de la Federación mundial de Colecciones de Cultivo (WFCC siglas en ingles) y cuenta con el número de registro 1006 del Centro Mundial de Datos de Microorganismos de la WFCC (WDCM, siglas en ingles), además también cuenta con el registro ante la Federación Latinoamericana de Colecciones de Cultivo (SI-56). La Colección de Microorganismos del Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP (CM-CNRG) desde su creación ha desarrollado estrategias de conservación de diversos tipos de microorganismos de importancia agroalimentaria, a la actualidad cuenta con alrededor de 2650 accesiones y 5000 unidades de germoplasma de microorganismos, entre los que se encuentran diversas especies de bacterias, virus, cianobacterias, actinomicetos, hongos y levaduras que han sido clasificados y preservados conforme a las directrices de FAO tomando en cuenta cuatro ámbitos principales esquematizados en la figura 3.

Estructura organizacional

La organización del proyecto original cuenta con el financiamiento del Gobierno Mexicano a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y ha servido para alcanzar los objetivos y metas iniciales del CNRG-INIFAP.

Sin embargo, el crecimiento en la demanda de servicios y la necesaria diversificación de actividades del Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos (LRGM) y por ende de la CM-CNRG, incluidas las actividades de identificación y caracterización de microorganismos a nivel molecular, ha llevado al establecimiento de una estructura administrativa con perspectivas de crecimiento presupuestario.



Figura 3. Clasificación de las accesiones de microorganismos conservadas en la Colección de Microorganismos del CNRG según las directrices de la FAO en la que se incluyen bacterias, cianobacterias, actinomicetos, hongos y levaduras entre otros. Imagen: Propia del autor

Conservación

El Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos es el sector responsable de los procedimientos y desarrollo de técnicas para la preservación y almacenamiento de microorganismos que ingresan a la CM-CNRG, basados en la liofilización, ultracongelación a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, vitrificación y criopreservación en nitrógeno líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, los cuales garantizan al máximo la estabilidad genética, una alta viabilidad y disposición inmediata.

Investigación

Uno de los objetivos de la CM-CNRG es la generación de nuevo conocimiento a través de proyectos de investigación, institucionales e interinstitucionales, relacionados con el adecuado aprovechamiento de los recursos genéticos microbianos de México.

Servicios del Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos

Se cuenta con la capacidad e infraestructura para ofertar y cubrir servicios de identificación, suministro, depósito (público, restringido y de patente), manejo de microorganismos, análisis microbiológicos de alimentos, materias primas y otros productos, análisis de inocuidad de alimentos y evaluación sanitaria en general.

Formación de recursos humanos

Capacitación y asesoramiento a profesionales de los sectores público y privado relacionados con los recursos genéticos microbianos, formación de recursos humanos de alto nivel en el campo de la conservación ex situ de germoplasma microbiano y fomento hacia la divulgación del conocimiento acerca de los recursos genéticos.

Colaboración y vinculación científica

Actualmente se está trabajando con una red académica y de investigación con instituciones como la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN), el Colegio de Postgraduados de Chapingo (COLPOS), los diferentes campos experimentales del INIFAP y otros organismos nacionales e internacionales.

Servicios ofertados por la CM-CNRG

La infraestructura de la CM-CNRG permite ofertar diversos servicios relacionados con la conservación de microorganismos de interés para el sector público y privado, que brevemente se describen a continuación:

Depósito público de cepas de microorganismos

Las cepas depositadas, en esta modalidad están disponibles para la comunidad científica nacional e internacional, como acervo de microorganismos para los diferentes ámbitos, económicos, académicos, investigación y agroalimentarios etc.

Depósito restringido (Cajas negras)

Éste es un servicio especial de almacenamiento a largo plazo de microorganismos donde la distribución de estos es restringida según las instrucciones del depositante.

La CM-CNRG mantiene las cepas y asegura su viabilidad, la autenticidad es responsabilidad del depositante. Cualquier información relativa al depósito y la naturaleza del microorganismo depositado es tratada con absoluta confidencialidad.

Depósito de patente

La CM-CNRG es la primera institución en México y la segunda en América Latina que cumple con los requisitos de infraestructura y equipamiento presente en el Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos con la adquisición del nombramiento como Autoridad Depositaria Internacional (ADI) por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) bajo la regulación del tratado de Budapest sobre reconocimiento internacional del depósito de microorganismos con propósitos de procedimientos de patentes (Tratado de Budapest 1997).

Liofilización y crioconservación por solicitud

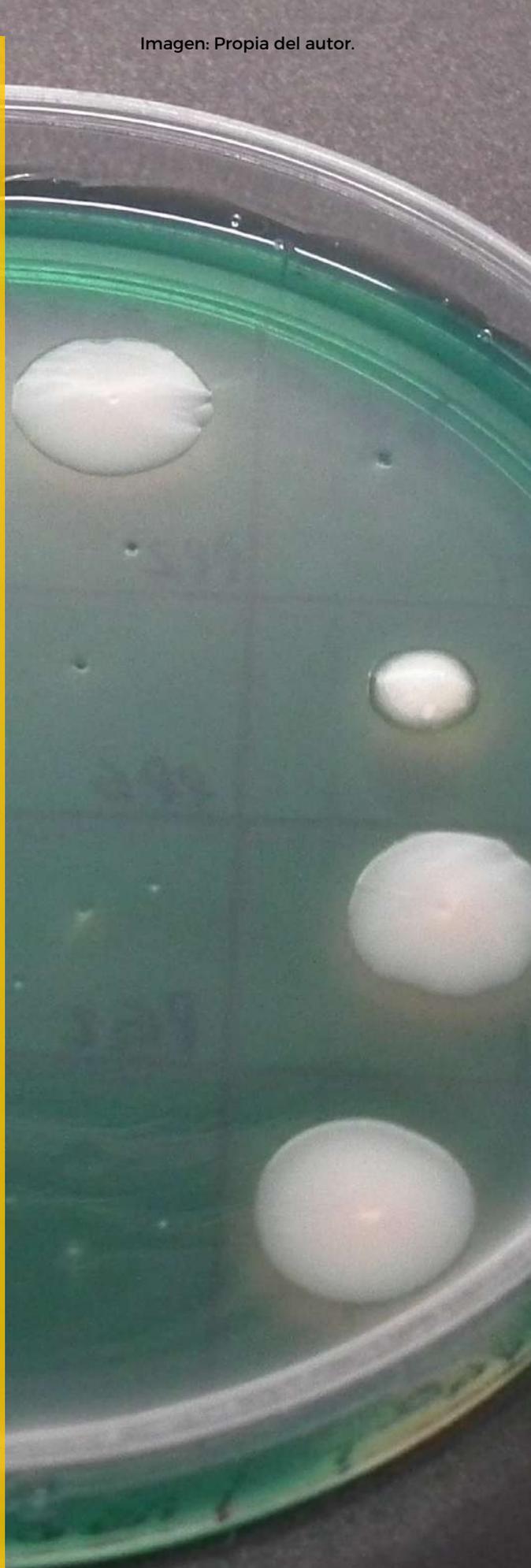
Es un servicio que consiste en llevar a cabo la conservación de las cepas por solicitud expresa del solicitante para un número determinado de cepas ya que en muchos de los casos no cuentan con la infraestructura para realizar estos procesos de conservación.

Identificación fenotípica y genotípica de cepas

Este servicio está diseñado para realizar la identificación confiable de microorganismos acorde a los estándares internacionales para los diferentes tipos de microorganismos, basados en métodos microbiológicos tradicionales, miniaturizados (API® y BBL® Crystal) y automatizados (espectrometría de masas) como el Vitek™ MS e incluye el empleo de técnicas moleculares, como la secuenciación parcial o total del gen 16S rDNA para procariontes y de los espaciadores internos del transcrito (ITS) para eucariontes, con los que se permite la caracterización y tipificación de los diferentes grupos de microorganismos.

Distribución de cepas de referencia y certificadas

Este servicio tiene como propósito la distribución de cepas de microorganismos denominados de referencia, mismos que se les conoce la trazabilidad y permiten ser utilizados para la validación de procesos en el área de microbiología este tipo de cepas que son requisito indispensable como referencia para procesos de la industria alimentaria, farmacéutica e industrial según lo solicitan algunos documentos como la Farmacopea Mexicana, y el Codex Alimentario entre otros.



Análisis microbiológicos

La infraestructura de la CM-CNRG tiene la capacidad de realizar análisis microbiológicos de alimentos, materias primas y otros productos, análisis de inocuidad de alimentos, identificación fenotípica y evaluación sanitaria en general.

Capacitación

Las instalaciones del CNRG-INIFAP poseen un complejo académico para la impartición de cursos, seminarios, simposios y demás eventos científicos relacionados con la capacitación y formación de profesionales de alto nivel.

Estrategias de conservación implementadas en la CM-CNRG

Para realizar cualquier método de conservación, es importante conocer el mecanismo fisiológico por el cual las células pueden soportar los procesos de desecación y criopreservación, denominado anabiosis.

La anabiosis es el estado y la capacidad de los organismos de reducir o detener su actividad vital así como, de revertirla. Las características de esta condición son:

- a) ausencia o reducción al máximo del metabolismo;
- b) preservación de su estructura por largo tiempo;
- c) ausencia de cantidades apreciables de agua libre en fase líquida;
- d) incremento en la resistencia a las condiciones extremas;
- e) y capacidad de recobrar la actividad vital.

El conocimiento de estas características permite realizar una conservación adecuada para alcanzar tres objetivos:

1. el cultivo debe permanecer puro, evitando contaminaciones durante el proceso de conservación;
2. durante el tiempo de conservación deben sobrevivir del 70 al 80% de las células;
3. por último, las células deben permanecer genéticamente estables.

En la CM-CNRG se emplean al menos dos métodos de conservación a largo plazo; ultracongelación a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ en ultracongeladores; criopreservación y vitrificación a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ en nitrógeno líquido; además de la liofilización, los cuales permiten conservar la identidad genética y la viabilidad de los cultivos.

Conservación por congelación o criopreservación

Las células se congelan en una suspensión líquida con un agente crioprotector como puede ser: leche, yema de huevo, glicerol, dimetilsulfóxido (DMSO), polivinilpirrolidona (PVP), dextrán, etc.

Al eliminar la disponibilidad de agua se limita el crecimiento celular, es un buen método de conservación, sin embargo, requiere de aparatos especiales y personal calificado en el manejo de sustancias peligrosas como el nitrógeno líquido.

Además, existe el peligro de que algún fallo en el sistema produzca el incremento de la temperatura de almacenamiento.

Hay cuatro factores que influyen en la viabilidad y estabilidad de las células conservadas por este método:

1. Edad de las células
2. Velocidad en la congelación y descongelación
3. Temperatura de almacenamiento
4. Empleo de agentes crioprotectores

Conservación por liofilización

La liofilización es el proceso por el cual se elimina el agua en estado sólido (hielo) de las células por sublimación, esto es, llevar el agua de estado sólido a vapor sin pasar por la fase líquida. Esto se consigue congelando el agua libre de las células y eliminándola mediante alto vacío, sin subir la temperatura de la célula ya que se afectaría la viabilidad del microorganismo.

Es un método más complejo que la congelación y que requiere de equipo especializado (liofilizador) y la elección adecuada de lioprotectores. Sin embargo, es muy recomendable por su comodidad para el almacenamiento y envío de las cepas, ya que pueden ser almacenadas a temperatura ambiente (18-20 °C).

Algunos factores que influyen específicamente en la eficacia de la liofilización son:

1. Tipo de microorganismo
2. Concentración celular
3. Temperatura durante la sublimación
4. Grado de deshidratación alcanzado
5. Atmósfera de oxígeno en el tubo
6. Condiciones de almacenamiento

Una desventaja de la liofilización es que no todos los organismos resisten este proceso ya que su contenido de agua es alto. Algunos hongos filamentosos no se pueden liofilizar por lo tanto hay que recurrir a otros métodos.

Existen métodos alternativos para la conservación de microorganismos que no resisten la congelación y/o sublimación, por lo que se desarrollan otros protocolos alternativos de conservación a mediano plazo en la CM-CNRG, como son:

- I. Mantenimiento en medios mínimos, limitando el crecimiento por bajas concentraciones de nutrientes.
- II. Aceite mineral, con el cual se cubre el medio de cultivo limitando la disponibilidad de oxígeno y limitando el crecimiento.
- III. Soluciones de agua destilada o solución salina estéril, que limitan la disponibilidad de nutrientes.

Conclusiones

La conservación de los recursos genéticos microbianos es una de las alternativas viables para garantizar sus aplicaciones en la agricultura y la alimentación, en este contexto la CM-CNRG ha desarrollado un papel importante en la estrategia de conservación de estos importantes recursos naturales, la visión a futuro incluye; mejorar y optimizar las actividades de conservación, documentación y caracterización entre otras que permitirá incorporar nuevas accesiones y mejorar los servicios existentes, ante el creciente impulso de la ciencia y la tecnología.

Referencias

- CNRG. Centro Nacional de Recursos Genéticos. 2018. *Capacitación en caracterización, conservación e identificación de cepas bacterianas y hongos. Noticias CNRG.* <http://cmcnrg.inifap.gob.mx/noticias/1.html>.
- Mignone, C., Yantorno, R., y Ertola, B. R. C. (1994) *Microbiología Industrial. Organización de Estados Americanos – OEA. Buenos Aires, Argentina.* 103 pp.
- González, D. M. y Jiménez J. N. (2013) *Colecciones microbianas: Importancia, establecimiento y regulación. Hechos Microbiológicos.* 4:23-33.
- Prakash, O., Nimonkar, Y., y Shouche, Y.S. (2013) *Practice and prospects of microbial preservation. FEMS Microbiology Letters* 339:1-9.
- Rodríguez-Guzmán, M.P., Alarcón, A., Alatorre-Rosas, R., Almaraz, J. J., Arteaga-Garibay, R.I., Ferrera-Cerrato, R., Gamboa-Angulo, M. M., Giono-Cerezo, S., Hernández-Cuevas, L.V., Mendoza deGives, P., Pérez-Moreno, J., Reyes-Estebanez, M. M. J., Hernández Ávila, M. (2011) *Diagnóstico Nacional de sobre los Recursos Genéticos Microbianos de México. Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Microbianos (SUBNARGEM), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Colegio de Postgraduados. México, D.F.* 161 pág

LA IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS SOBRE LA TIERRA Y LA URGENTE CONSERVACION DE LAS MISMAS PARA SALVAGUARDAR LA INTEGRIDAD DE TODOS LOS ORGANISMOS QUE LA HABITAMOS



M. C. Abraham Arellano-Perusquía
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío
nnm71969@udelasalle.edu.mx

La tierra se enfrenta a una emergencia planetaria desde hace décadas ocasionada en su mayoría por actividades antropocéntricas como las malas prácticas agrícolas y ganaderas, la industria de la construcción, la minería, la industria de los hidrocarburos, entre otras, consideradas como la principal amenaza para la conservación de los recursos naturales.

Como consecuencia, estas ocasionan un impacto tal en el ambiente, como la pérdida de la cubierta vegetal en los diferentes ecosistemas que la conforman, viéndose mermado el hábitat de miles de especies de fauna silvestre que dependen de ella, causando su inminente extinción. Además, inciden en el incremento de la temperatura global ocasionada por el efecto invernadero, principalmente causado por el exceso de emisiones de gases calientes a la atmósfera, aunado a la falta de captadores de CO₂ como lo son las plantas.

En este sentido, las plantas son una parte básica y elemental de la vida sobre nuestro planeta.

Sin ellas, nada sería como se conoce, ni para el ser humano, ni para ninguno de los otros seres vivos. Por tanto, las plantas tienen una gran importancia en la Tierra, pues aportan desde oxígeno y alimento hasta refugio y medicinas, entre muchos más beneficios.

Las plantas son los únicos seres vivos autótrofos, capaces de transformar la energía del sol en energía química y fabricar con ella materia orgánica. Es decir, producen materia orgánica a partir de fuentes totalmente inorgánicas, así es cómo se alimentan las plantas. Estas, a su vez, son alimento para gran variedad de seres vivos, tanto herbívoros como omnívoros.

Por este motivo, las plantas son las responsables de buena parte de la biomasa presente en el planeta: sin ellas, la Tierra sería poco más que un desierto. Sin las plantas, no existiría la atmósfera, rica en oxígeno. Las plantas han producido oxígeno como residuo de la fotosíntesis durante un gran período de tiempo, tanto, como para alterar la composición de la atmósfera.

Debido a esto, grandes cantidades de oxígeno quedaron expuestas al estímulo de los rayos ultravioleta, que acabaron por formar la capa de ozono. Por tanto, simplificando todo el proceso, aportan oxígeno a la atmósfera. Esta capa de ozono impidió que los rayos ultravioleta llegaran con tanta fuerza a la superficie terrestre y marítima, permitiendo así, que ambas fueran colonizadas por todas las distintas formas de vida que en la actualidad se conocen. Son muchas las funciones que las plantas cumplen en los distintos ecosistemas del mundo. Podemos indicar que la gran importancia de las plantas en el ecosistema atiende a las siguientes razones:

- Son la base de la pirámide trófica, el principio de muchas cadenas alimenticias o tróficas, dado que son las únicas capaces de producir materia orgánica a partir de la luz del sol, agua y varios materiales inorgánicos. Esto permite que los animales herbívoros se alimenten de ellas, que a su vez serán el alimento de los depredadores. Sin su base, la pirámide no se sostiene.
- La vegetación da firmeza a la tierra con sus raíces, por lo que las plantas minimizan los efectos de la erosión e impiden que el viento y las precipitaciones acaben con el terreno.
- Del mismo modo, las plantas permiten fijar la materia orgánica y los nutrientes en la capa superficial del suelo. Por tanto, sin ellas, la lluvia los arrastraría hasta los ríos y el mar, provocando la desertificación del suelo.
- También proporcionan cobijo a multitud de animales, desde insectos a aves y mamíferos, así como las algas lo hacen para muchos de organismos acuáticos.

El ser humano obtiene múltiples beneficios de las plantas. Incluso se obvian cuestiones tan básicas como el intercambio de oxígeno en el planeta, sin las plantas, los seres humanos tampoco podrían seguir con la vida actual como se conoce. El primero y más básico de estos beneficios es también el más evidente: la alimentación. Aproximadamente el 50% de los alimentos que consume actualmente el ser humano proviene de solo tres especies de plantas: el trigo, el arroz y el maíz. Hasta ese punto, son la base de la alimentación y la cultura culinaria. Si se añade a estas tres especies las siguientes nueve especies más consumidas, se obtiene la fuente de alimentación de tres cuartas partes de los humanos de todo el planeta. Y, aun así, al día de hoy se cuenta con alrededor de 200 especies vegetales que han sido domesticadas para consumo, junto a otras muchas que se usan en sus formas silvestres.

Además, la madera que los árboles producen sigue siendo uno de los materiales más usados en todo el mundo para multitud de muebles, estructuras y herramientas. Por si todo esto fuera poco, el carbón vegetal ha sido un combustible básico en muchas épocas, y aunque actualmente se use bastante menos, se sigue recurriendo a él para diversas actividades. Incluso, muchos hogares de zonas frías aún se calientan quemando madera. Por último, pero no menos importante, la presencia de plantas tiene un probado efecto positivo sobre las personas. Las zonas verdes y parques aportan serenidad y relajación y, por ello, en muchos hogares las personas recurren a las plantas para no perder el contacto directo con la naturaleza.

Dado lo anterior, es de vital importancia continuar con la generación de estrategias que nos permitan conservar los recursos vegetales a través de la implementación de proyectos enfocados al estudio y propagación intensiva de plantas, esto con la finalidad de reforestar y reconstituir los distintos hábitats con alto grado de perturbación a través de programas de restauración ecológica. Pese al gran esfuerzo de científicos dedicados al estudio y conservación de plantas, aún falta mucho por hacer, sobre todo a nivel conciencia social, donde es de carácter urgente la implementación de programas educativos en todos los niveles académicos en materia de educación ambiental, manejo y uso sustentable de los recursos naturales.



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





Fotografía de Portada y Contraportada
Revista Universo Agroalimentario

INFORMES

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE BAJIO
ESCUELA DE AGRONOMÍA
(+52) 477 710 8500 Ext. 1182
c_agronomia@delasalle.edu.mx**