

UNIVERSO AGROALIMENTARIO

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL

AÑO 3, NUM. 13 PUBLICACIÓN DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA | NOVIEMBRE 2023 - ENERO 2024

Una relación única:
la broca del café y el café

Agrobiotecnología:
una solución sostenible
para la producción
agroalimentaria

Tagetes Filifolia:
una planta con potencial
agrobiotecnológico

Nopal forrajero,
alternativa agroecológica

Agricultura vertical,
seguridad alimentaria

Híbridos
de maíz

Insectos benéficos
Alternativa a los insecticidas

Agroquímicos
Ventajas y desventajas

Tecnologías sostenibles
para el control de malezas

La alfalfa
Un cultivo para el futuro
alimento para todos

Chile piquín:
Recurso fitogenético

Frijol
Fijación biológica de
nitrógeno



Milpa Maya
Patrimonio
agrícola mundial

Estación Agua Fría
Investigación

CIMMYT
Objetivos de seguridad
alimentaria

Directorio Institucional

Universidad La Salle Bajío, León, Gto. (México)

Dr. Enrique A. González Álvarez, fsc.
Rector

Mtra. Ma. Socorro Durán González
Vicerrectora

Dra. Patricia Villasana Ramos
Directora de Investigación y Doctorado

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

Equipo Técnico Editorial

Mtro. Tristan Azuela Montes
Director Editorial

Lic. Jorge Andrés Ramírez Elizalde
Asesor Editorial

Lic. Cecilia Vázquez García
Diseñadora Editorial

UNIVERSIDAD LA SALLE BAJÍO

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 La Salle Bajío.

Consejo Científico 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 La Salle Bajío.

Dr. Andrés Cruz Hernández

Profesor Investigador
Universidad La Salle Bajío, León, Guanajuato (México)

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)

Mtra. Angelina Guerrero Ambriz

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

Dr. Oscar Humberto Rocha Franco

Editor Adjunto
Asesor en Agronegocios

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL UNIVERSO AGROALIMENTARIO, Año 3, Número 12, Agosto 2023 - Octubre 2023, es una publicación trimestral editada por la Escuela de Agronomía de la Universidad La Salle Bajío, Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, C.P. 37150, León, Gto., México. Tel (+52) 477 710 8500. <http://ua.lasallebajio.edu.mx>

Editor responsable: Mtro. Tristan Azuela Montes. Contacto: ua@lasallebajio.edu.mx

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 última actualización Agosto 2023.

PALABRAS DEL EDITOR



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

Bienvenidos a la décima tercera edición de la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario, edición **noviembre 2023 – enero 2024**.

Es un placer dirigirme a ustedes en esta edición especial de nuestra revista, en la que exploraremos el fascinante y prometedor futuro agropecuario. En un mundo que experimenta cambios constantes, es imperativo que reflexionemos sobre cómo abordaremos los desafíos y las oportunidades que se presentan en el ámbito agrícola, industrial y ganadero.

El futuro del conocimiento en la agricultura y la ganadería es uno de los temas más apasionantes de nuestra época. En un momento en el que la tecnología avanza a pasos agigantados, la lectura se convierte en una herramienta fundamental para mantenernos actualizados y preparados para abrazar la revolución que se avecina. Es imprescindible estar al tanto de las últimas investigaciones, prácticas sostenibles y avances tecnológicos que están transformando la manera en que concebimos y gestionamos nuestras tierras, insectos y animales.

En este contexto, nuestra revista se compromete a ser un faro de información, brindándoles a ustedes, nuestros valiosos lectores, una visión profunda y actualizada sobre las tendencias emergentes, las prácticas agrícolas innovadoras y las tecnologías revolucionarias que están dando forma al futuro agropecuario. La lectura se convierte así en la puerta de entrada al conocimiento que nos permitirá no solo adaptarnos, sino liderar el cambio hacia una agricultura y ganadería más eficientes, sostenibles y resilientes.

La implementación de ideas innovadoras es otro pilar fundamental para evolucionar como sociedad en el ámbito agropecuario. Nuestro compromiso es destacar las iniciativas visionarias que están surgiendo en todo el mundo, aquellas que desafían el status quo y proponen soluciones creativas a los desafíos existentes. Desde la agricultura de precisión hasta las prácticas ganaderas sostenibles, nuestro objetivo es inspirar a nuestros lectores a pensar más allá de los límites convencionales y a abrazar un enfoque proactivo hacia el cambio positivo.

En cada página de esta edición, encontrarán no solo información relevante y actualizada, sino también una invitación a participar activamente en la construcción del futuro agropecuario. Somos conscientes de que el conocimiento y la innovación son las fuerzas motrices que impulsarán nuestro progreso, y estamos comprometidos a ser su fuente confiable y motivadora en este viaje hacia una mañana más próspero y sostenible.

Agradecemos su continua confianza y los invitamos a sumergirse en las páginas de esta edición especial. Juntos, podemos ser arquitectos de un futuro agropecuario que no solo asegure nuestra subsistencia, sino que también promueva la armonía entre la humanidad y la naturaleza.

Por lo tanto, debemos seguir apoyando y aportando ideas que nos permitan transmitir el conocimiento universal agropecuario de manera altruista y filantrópico como lo es esta revista que fue creada para todos aquellos que buscan conocer los entresijos del sector agropecuario. La aportación de un grano de arena marca la diferencia entre las personas. Hoy les comparto esta nueva frase de futuro.

“En cada palabra escrita y en la búsqueda incansable del conocimiento, el ser humano despliega las alas de su mente, trascendiendo fronteras para construir puentes hacia un universo de posibilidades ilimitadas. La escritura es el faro que guía el viaje, y el conocimiento, el combustible que impulsa el vuelo hacia horizontes inexplorados.”

Tristan Azuela

Sumario



MUNDO AGROBIOTECNOLÓGICO

- 16 UNA RELACIÓN ÚNICA: EL CASO DE LA BROCA DEL CAFÉ Y EL CAFÉ
- 22 AGROBIOTECNOLOGÍA: UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA
- 24 TAGETES FILIFOLIA: UNA PLANTA CON POTENCIAL AGROBIOTECNOLÓGICO



MUNDO DEL CEREAL

- 28 MILPA MAYA ES DESIGNADA COMO PATRIMONIO AGRÍCOLA MUNDIAL
- 34 ESTACIÓN AGUA FRÍA, DOS DÉCADAS DE INVESTIGACIÓN Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO PARA EL MUNDO
- 40 EL CIMMYT Y SUS SOCIOS EN TODO EL MUNDO, ALINEADOS PARA LOS OBJETIVOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA DEL G7



MUNDO AGROUNIVERSITARIO

- 48 EL NOPAL FORRAJERO, UNA ALTERNATIVA AGROECOLÓGICA
- 56 AGRICULTURA VERTICAL, UN FORMATO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA PROMETEDOR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

- 66 CRITERIOS DE IMPORTANCIA PARA LA SELECCIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ
- 72 USO DE INSECTOS BENÉFICOS EN LA AGRICULTURA: UNA ALTERNATIVA A LOS INSECTICIDAS
- 84 EMPLEO DE AGROQUÍMICOS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, VENTAJAS Y DESVENTAJAS
- 90 LA ALFALFA, UN CULTIVO PARA EL FUTURO ALIMENTO PARA TODOS



MUNDO DE RECURSOS GENÉTICOS

- 100 CHILE PIQUÍN: UN RECURSO FITOGENÉTICO DE ALTO VALOR PARA MÉXICO
- 110 IMPORTANCIA DE LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO EN LA NUTRICIÓN DEL FRIJOL
- 120 TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES PARA EL CONTROL DE MALEZAS: ALTERNATIVA AL GLIFOSATO Y SU IMPACTO EN LA SALUD DEL SUELO

PRESENTACIÓN

A . ENFOQUE Y ALCANCE DE LA REVISTA

La Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario es un órgano de divulgación científica de la Escuela de Agronomía de la Universidad La Salle Bajío, en la Ciudad de León, Guanajuato (México), la cual es autofinanciada y editada por la institución y gratuita para todos los autores que deseen publicar sus contribuciones. A través de la comunicación social del conocimiento científico y tecnológico, la revista dispone de un enfoque innovador ante los retos y tendencias mundiales entorno al sector agroalimentario, que fomenta la lectura y redacción de temas de vanguardia en donde la reflexión crítica es tomada como un reto actual de vida.

La colaboración y la inclusión son puntos estratégicos para la revista, por lo que la invitación a publicar sus contribuciones está abierta a todos aquellos actores del sector agroalimentario entre los que figuran instancias gubernamentales, instituciones, empresas, investigadores, técnicos de campo y laboratorio, profesores, estudiantes, comerciantes, y productores de los sectores agrícola, acuícola, agroindustrial, alimentario, alimenticio, forestal y pecuario tanto nacionales como internacionales que tengan temas novedosos, inéditos y de vanguardia por compartir. De esta forma, la revista busca ser un punto de encuentro para el sector agroalimentario internacional en el que la divulgación de la ciencia, la tecnología, las experiencias y saberes sirvan como referentes de actualidad en las tendencias que impulsan la generación de nuevos conocimientos. Así mismo, se busca la divulgación de los quehaceres institucionales y que, a su vez, esta sea un medio que facilite el contacto entre los diferentes actores para la generación de colaboraciones que impulsen el crecimiento y la innovación dentro del sector agroalimentario.

La Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario es una revista electrónica arbitrada mediante un sistema de revisión por pares ciegos, quienes evalúan y producen un veredicto sobre la pertinencia, relevancia e importancia de los manuscritos recibidos, evitando el plagio y asegurando la calidad del material bibliográfico y la información contenida en las páginas de la revista.

B . POLÍTICAS

Tipo de revista: Revista de divulgación científica y tecnológica de distribución electrónica -digital en formato PDF y publicada en la plataforma de la Universidad 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, agrocultural de innovación y con temas de actualidad que desarrollan los investigadores, académicos, estudiantes, empresarios, industriales, productores, comercializadores y técnicos adscritos a empresas, instituciones o instancias gubernamentales nacionales e internacionales -

de diversas disciplinas dentro del sector agroalimentario, que se puedan analizar desde distintos enfoques y perspectivas bajo el punto de vista de los marcos normativos, legislativos, culturales y sociales que rigen a cada estado, provincia o país de nuestro planeta.

Periodicidad: sin cambios.

Ejes temáticos: Se contemplarán todas aquellas contribuciones que abordan temas de vanguardia científica y tecnológica dentro del sector agroalimentario tales como en las áreas de Acuicultura, Agricultura, Agrocultura, Agroindustria, Agroturis-

mo, Apicultura, Avicultura, Bioinoculantes y Biofertilizantes, Bioinsumos para el campo, Ciencias Agrícolas, Comercialización de Productos Agrícolas, Compostaje, Control Biológico de Plagas y Enfermedades, Entomología Agrícola, Fisiología Vegetal y Animal, Fitopatología, Ganadería, Gastronomía, Huertos Urbanos, Industria Agroalimentaria y Agroalimenticia, Microbiología Agrícola y Pecuaria, Nutrición Vegetal y Animal, Protección Vegetal, Recursos Genéticos, Salud Animal, Sistemas de Riego y Manejo de Aguas, Viticultura.

Política de acceso abierto

La Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario brinda acceso abierto a la totalidad de su contenido con base en el principio de ofrecer a todo tipo de lectores acceso libre a las publicaciones, fruto de las investigaciones con la finalidad de coadyuvar al intercambio global de conocimiento.

Política de preservación digital

La Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario conserva los documentos que publica periódicamente de forma electrónica en el sitio, mismos que cuentan con un respaldo electrónico en una nube electrónica, además de contar con un respaldo generado cada tiempo, el cual se encuentra con ubicación digital. Lo cual permite el acceso en todo momento a los documentos y publicaciones generadas durante el transcurso de las actividades de la revista y su conservación a largo plazo, permitiendo la consulta directa de la información aquí publicada en el futuro.

C . INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La convocatoria está abierta para los autores a lo largo del año.

Pueden participar autores de las diversas instituciones, estudiantes nacionales 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 estudiantes de la Universidad 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 ua@lasallebajio.edu.mx 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. La contribución deberá prepararse en formato digital en procesador de textos Word, con interlineado de 1, fuente Arial, tamaño de 10 puntos, tamaño carta (21.59 cm x 27.94 cm), con márgenes 2.5 de cada lado.

Extensión mínima de 3 cuartillas, 1,800 palabras aproximadamente, hasta un máximo de 8 cuartillas incluyendo referencias, cuadros y figuras, sin contar la página del título y las adscripciones.

Encabezado principal. Se conforma del título, palabras clave y tipo de contribución.

Título. Deberá aparecer en negritas, en fuente Arial de 14 puntos, longitud a criterio del autor, sin punto final. Centrado.

Palabras clave. No deberán repetirse las palabras del título, deberán elegirse de 3 a 6 palabras clave que reflejen el contenido de la contribución y que permitan la fácil búsqueda del artículo. Debe-

rán aparecer centradas justo después del título con letra Arial de 10 puntos. Estas podrán ser palabras sencillas o compuestas. Ejemplos:

Sencillas: Rendimiento, biofertilizantes, fitoalexinas, micotoxinas, ganadería.

Compuestas: Reproducción de bovinos, agricultura protegida, bacterias promotoras de crecimiento vegetal, maíces criollos, control biológico.

Tipo de contribución. Hacer mención del tipo de contribución que se envía. Ver sección D en donde se especifican los tipos de contribuciones.

Ejemplo de encabezado:

ALFIMEXSA Y LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE INFORMACION (TIC's): CASO DE ESTUDIO

Palabras clave: Hongos filamentosos; *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp.; productores de micotoxinas; fitopatógenos.

Autores y adscripciones. Fotografía del autor o coautor. Nombre completo. Título académico.

Puesto. Adscripción. Correo electrónico. Fuente Arial de 10 puntos. Hasta 6 autores por artículo. Ejemplo:

Mtro. Tristan Azuela Montes.
Socio, Fundador y Gerente de Ventas.
Alfimexsa S. de R.L. de C.V.
info@alfimexsa.com

-Título, palabras clave, autores y adscripciones deberán aparecer en la primera página de la contribución, esta página (o páginas en caso de ser más de una) no se contará en la extensión total la contribución.

Nota: Para el artículo científico el encabezado, los autores y adscripciones tienen especificaciones diferentes. Ver la sección D, tipos de contribuciones.

Encabezados. En negritas, fuente Arial de 12 puntos, mayúsculas y minúsculas tipo oración, alineado a la izquierda.

Cuerpo del Artículo. Deberá iniciar en una página diferente a la del título. El contenido deberá ajustarse al tipo de contribución mencionada en el encabezado, ver sección D, tipos de contribuciones.

Imágenes. El artículo puede contener dos tipos de imágenes.

Imágenes dentro del texto. Se usarán o no, según el criterio de los autores. Deberán ser llamadas dentro del texto (ejemplo: Figura 1) con un orden consecutivo y se colocarán inmediatamente después de terminar el párrafo en el que han sido llamadas. Pueden ser fotografías, gráficas, diagramas, esquemas, etc. Además de aparecer en el cuerpo de la contribución, se deberán entregar por separado como archivos independientes en formato .PNG o .JPG de al menos 2MB o 1080 pixeles. Estas figuras deberán contar un pie de figura que se conformará de la figura en negritas. A partir del punto y seguido deberá contar con la información suficiente para que la figura sea auto-explicativa. Así mismo, deberá contar con su debida referencia o fuente correspondiente, en caso de ser de autoría propia deberá ser indicado.

Ejemplo:



Figura 1. Flor de loto. Imagen predeterminada del procesador de textos Word en donde se muestra una flor de loto en un estanque utilizada como ejemplo. A) Pétalos de la flor. B) Pedúnculo de la flor. (Fuente: Microsoft Office 2021).

Imágenes de Fondo. Todas las contribuciones deberán acompañarse de por lo menos 6 imágenes adicionales a las imágenes dentro del texto, con el obje-

tivo de que estas aporten a la estética de la contribución. Estas imágenes serán utilizadas como fondo de las páginas, por lo que pueden ser imágenes visualmente atractivas como panorámicas, paisajes, fotografías de microscopía, fachadas de edificios institucionales, predios, o elementos diversos relacionados con el objeto de estudio. Estas imágenes deberán entregarse por separado como archivos independientes en formato .PNG o .JPG de al menos 2MB o 1080 pixeles. En un archivo Word, se deberá mencionar la fuente de cada una de estas imágenes.

Nota: Todas las imágenes deberán contar con su referencia o fuente correspondiente, las cuales se deberán citar después del apartado de referencias.

Todas las imágenes deberán contar con una resolución mínima de 800 dpi. Las imágenes sólo se recibirán en los formatos .PNG o .JPG cuidando que su tamaño (en KB) sea lo menor posible.

Cuadros. Deberán ser llamados en el texto al igual que las figuras (Ejemplo: Cuadro 1) e incorporarse dentro del texto al finalizar el párrafo en el que fueron llamados. No se incluirán líneas verticales, laterales o intermedias, sólo líneas horizontales al inicio, después de los títulos y al final. Los cuadros deberán contar con un encabezado y después de la línea final el cuadro deberá contar con la información suficiente para que el cuadro sea auto-explicativo. Ejemplo:

Cuadro 1. Cuadro de ejemplo para la conformación y estética de los cuadros en las contribuciones.

	Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4
Grupo 1	Dato 1.1 a	Dato 1.2 b	Dato 1.3 a	Dato 1.4 c
Grupo 2	Dato 2.1 a	Dato 2.2 a	Dato 2.3 d	Dato 2.4 c
Grupo 3	Dato 3.1 c	Dato 3.2 c	Dato 3.3 b	Dato 3.4 b
Grupo 4	Dato 4.1 b	Dato 4.2 b	Dato 4.3 c	Dato 4.4 a

Los datos representan la media de X número de observaciones. Los datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes según Tukey ($P \geq 0.00$). Los datos de la variable 4 fueron obtenidos de X base de datos bajo el criterio Y (Base de datos 2023).

Citado y Referenciado de información. Las contribuciones deberán contener un máximo de 10 citas y referencias en el texto, sin contar las correspondientes a las fuentes de las imágenes según lo requiera la contribución.

Esta regla exceptúa a los artículos de investigación, en donde las citas y referencias quedan a criterio de los autores. Tanto el citado como el referenciado deberá encontrarse en formato APA en su versión más reciente o bien en formato Harvard.

Revisar el siguiente enlace para revisar la forma correcta del citado y referenciado según los diferentes casos de fuentes de información.

Nota: Toda referencia debe incluir su respectivo DOI o URL. <https://libweb.anglia.ac.uk/referencing/harvard.htm>

Declaraciones. Todas las contribuciones enviadas deberán contener las siguientes declaraciones al final de los artículos.

Financiamiento y recursos. Todos los artículos deben incluir una declaración en donde se precise el financiamiento de la investigación. Es necesario incluso mencionar si no se recibió financiamiento alguno.

D . PROCESO DE REVISIÓN DE LOS ARTÍCULOS

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 proceder a publicar.

El proyecto completo de la revista se envía en formato electrónico y digital al departamento de comunicación de la Universidad La Salle Bajío para su publicación en las redes y proceder a indizarlo internacionalmente.

Institución Editora: Escuela de Agronomía de la Universidad 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: ua@lasallebajio.edu.mx 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.

Ingeniero Agrónomo en Producción



Acreditada por:



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

¿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).

¿POR QUÉ ESTUDIAR

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN EN LA UNIVERSIDAD LA SALLE BAJÍO?

- **Pertenece** a la **AMEA** (Asociación Mexicana de la Educación Agronómica Superior). Estamos acreditados por el COMEAA (Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica A.C.).
- **Contamos con laboratorios** de análisis de suelo y agua, laboratorio de cultivo de tejidos, laboratorio de bromatología, laboratorio de usos múltiples.
- **Acudirás al Centro Agropecuario de Experimentación**, una superficie de 16 hectáreas con instalaciones pecuarias y área agrícola de 57 hectáreas para cultivos forrajeros, y un Centro Lechero equipado con tecnología de última generación en el que se ponen en práctica los conocimientos que se imparten en el aula y en el que podrás desarrollar proyectos académico-productivos, estudiantiles y de investigación.
- **Podrás viajar de Intercambio Académico** nacional o internacional, pues contamos con una amplia lista de Universidades en convenio, lo que te proporcionará una experiencia inolvidable durante tu carrera.

¿QUÉ MATERIAS SE CURSAN EN LA CARRERA?

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

PRIMER SEMESTRE

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

SEGUNDO SEMESTRE

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

TERCER SEMESTRE

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

CUARTO SEMESTRE

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

QUINTO SEMESTRE

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

SEXTO SEMESTRE

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

SÉPTIMO SEMESTRE

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

OCTAVO SEMESTRE

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

NOVENO SEMESTRE

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

DÉCIMO SEMESTRE

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

¿QUÉ HABILIDADES, ACTITUDES Y VALORES DEBES POSEER COMO ASPIRANTE A ESTA CARRERA?

HABILIDADES:

Capacidad de análisis y síntesis, numérica, capacidad investigativa, trabajo en equipo.

ACTITUDES Y VALORES:

Respeto a la naturaleza, responsabilidad y honestidad.



Sigue el código QR para visitar nuestro canal de youtube y ver el video del programa.

CENTROS DE APOYO

- Centro de Cómputo con más de 600 equipos a disposición de nuestros alumnos.
- Centro de Lenguas que imparte los idiomas de inglés, francés e italiano.
- Biblioteca con más de 110 mil volúmenes de consulta especializada y de esparcimiento.
- Contamos con equipamiento y recursos audiovisuales en nuestras aulas, necesarios para que tomes clases de manera interactiva.
- Todas las áreas comunes al aire libre cuentan con red inalámbrica de internet.
- Clínicas, Talleres y Laboratorios especializados para el desarrollo de tus prácticas.
- Contamos con 4 Centros Agropecuarios de Experimentación (CADELS).

DURACIÓN DE LA CARRERA: Diez Semestres

HORARIOS Y TURNOS EN LOS QUE SE OFRECE:

Mixto durante toda la carrera

CAMPUS EN LOS QUE SE IMPARTE: Campestre

CAMPUS CAMPESTRE ESCUELA DE AGRONOMÍA

Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, León, Gto. México
Tel. (477) 710 85 00, ext. 2300
c_agronomia@lasallebajio.edu.mx • admisiones@lasallebajio.edu.mx
WhatsApp Felinobot Admisiones: 477 406 7343

*¿Te gustaría conocer las instalaciones del Campus y despejar dudas?
Visítanos en nuestra página:
www.lasallebajio.edu.mx y solicita tu Visita La Salle.*





UNA RELACIÓN ÚNICA: EL CASO DE LA BROCA DEL CAFÉ Y EL CAFÉ.



**Javier de la Rosa-Cancino**

Laboratorio de Control Biológico. El Colegio de la Frontera Sur. Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. Chiapas, México.

**Jassmin Cruz Bustos**

Centro Universitario del Sur. Departamento de Ciencias Naturales y Exactas. Jalisco, México.

**Wilmar de la Rosa-Cancino**

Laboratorio de Control Biológico. El Colegio de la Frontera Sur. Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. Chiapas, México.

will.dlarosa@gmail.com

El café y la abuela

Recuerdo que cuando era niño, la casa de la abuela siempre olía a café. Cada mañana se podía escuchar el agua hirviendo, leños ardiendo en el fogón y una olla algo vieja donde preparaba el revitalizante de cada mañana. El aroma a café inundaba toda la casa mientras la abuela se sentaba en su silla favorita y esperaba a todos para platicar. En mi familia, el café ha sido siempre el centro de muchas historias. Mi abuela decía que tenemos una relación muy estrecha y profunda con la tierra, con las montañas y especialmente con el café. Ella decía que estamos hechos de café, que estamos hechos de historias y de buenos momentos alrededor de una mesa donde se sirve café. En nuestra mesa y en el mundo entero se sirven cientos de tazas todos los días para muchos amantes del café, y amantes de las buenas historias. En la cocina, en el trabajo, parques, cafeterías, bibliotecas, o al caminar, las personas disfrutaban de su café favorito día a día. Es sin duda alguna el café aquello que nos llena y nos acompaña en nuestro día a día.

Hablemos del café

El café es una de las bebidas más populares y consumidas en el mundo. El cultivo representa una gran importancia económica, social y ecológica. Todo comienza en las montañas, donde el café crece a altitudes entre 400 y 2100 metros sobre el nivel del mar; cada árbol de café produce frutos pequeños que cambian de tonalidades conforme van madurando y que van desde el verde en un estado inicial hasta el rojo intenso y brillante, indicándonos que los frutos están maduros y listos para ser cosechados. El árbol de café pertenece al género *Coffea* en donde se han identificado más de 100 especies, pero solo dos son económicamente importantes, *Coffea arabica* o café de altura y *Coffea canephora*, llamado también café robusta. La especie *C. arabica* da origen a los cafés de altura y calidad, mismos que destacan por su aroma y diferentes sabores al gusto dependiendo de varios factores como la altitud, la sombra, el tipo de secado y finalmente el tostado de los granos. Por otro lado, *C. canephora* es más utilizado para la industria de



Imagen: Propia del autor.

los cafés solubles o instantáneos. Sin embargo, aunque la calidad difiere, los cafetos sembrados bajo sombra promueven una gran diversidad de diferentes organismos; mientras que los cafetos sembrados a pleno sol, aunque no tan diversos, producen más frutos que tienen como ventaja mayores ganancias para la industria. Aun así, ambos sistemas tienen diferentes retos a enfrentar como son las plagas y enfermedades propias del cultivo, siendo la broca del café, la principal plaga insectil

para el cultivo, ya que ataca directamente los frutos de café.

El amante número uno del café: la broca del café

Los frutos de café suelen ser de un color rojo intenso o amarillo dependiendo de la variedad que se coseche, tienen un sabor dulce y delicado, así como un aroma floral exquisito. Estos frutos son muy atractivos para un diminuto insecto llamado

Hypothenemus hampei, popularmente conocido como la broca del café ¡Este insecto es el verdadero y único amante del café! ¿Pero por qué es el amante número uno del café? Bueno, este insecto vive, se alimenta y reproduce dentro de los granos de café, lo cual lo convierte en un problema serio para la producción de este grano aromático. La broca del café es considerada una plaga, ya que al alimentarse de los frutos de café dañan la calidad de los granos, ocasionando pérdidas millonarias si no se controla. Los daños ocasionados por este insecto van desde la pérdida de peso del grano, la caída prematura de frutos verdes y maduros, así como varias infecciones por hongos, producto del daño inicial de estos insectos. Se sabe que este insecto fue identificado por primera vez en el año 1867 en importaciones de Francia desde África. La broca es un escarabajo muy pequeñito de apenas unos 2 mm de largo, pertenece a la subfamilia Scolytinae, dentro de un grupo al que comúnmente se le conoce como escarabajos descortezadores por su método de acción, que es básicamente perforar a su hospedero para construir galerías internas y ahí poner sus huevos.

Las hembras de este insecto son las responsables de la dispersión de la nueva generación. Aunque la broca pasa la mayor parte de su vida dentro de los frutos de café, tienen periodos de vuelos cortos, durante los cuales la broca busca y localiza el fruto ideal para poder poner sus huevos y así dar inicio a una nueva generación. Al realizar estos vuelos, si la broca no encuentra frutos adecuados para su alimentación y reproducción, puede infestar frutos verdes en donde esperará las condiciones adecuadas del grano para así poner sus huevos.

Para que la hembra localice un fruto adecuado de café, utiliza algunos compuestos volátiles (olores) atractivos provenientes de los frutos del café. Además, se sabe que esta preferencia también puede estar en función del color del fruto (rojos y amarillos) así como la forma de estos. Cuando la hembra de la broca localiza un fruto de café, el proceso de colonización del grano comienza. Estos pequeños escarabajos poseen un aparato bucal muy poderoso, adaptado para realizar un agujero en el fruto y

así llegar hasta la semilla, donde si las condiciones del grano se lo permiten, construirá túneles o galerías donde pondrán sus huevos hasta completar su ciclo de vida. De cada huevo emerge una pequeña larva lista para alimentarse del interior del fruto de café y, cuando ha comido lo suficiente, cada una de estas larvas se convierten en una pupa para finalmente transformarse en un minúsculo escarabajo adulto. Desde que el huevo es puesto hasta la transformación en adulto, suelen pasar aproximadamente entre 24 y 48 días, mismos que dependen de factores abióticos como la humedad relativa y la temperatura. La hembra de la broca esperará dentro de la semilla hasta desarrollar sus alas para comenzar nuevamente con el proceso de colonización en nuevos frutos de café. La proporción de sexos es de 10:1 a favor de las hembras, en donde los machos no pueden volar ya que no desarrollan alas, por lo que permanecen en los frutos del café toda su vida teniendo así solo una función reproductiva.

¿Cómo controlamos a la broca del café?

La hembra de la broca del café utiliza diversos estímulos para localizar al grano idóneo para así ovipositar sus huevos. Se sabe que utiliza compuestos volátiles, así como el color y la forma de los frutos. Es así como la hembra de la broca puede identificar el fruto ideal, aunque en una bandola (rama) haya una infinidad de frutos disponibles. Esto garantizará las condiciones ideales para el buen desarrollo de su descendencia. Mucho se ha estudiado acerca del comportamiento de la broca hacia diferentes compuestos volátiles identificados en los frutos de las dos especies de café, así como diferentes variedades. Esto nos sugiere que la broca del café no responde únicamente a un solo compuesto, sino que podría ser atraída a una mezcla de los diferentes compuestos, por lo que el trabajo apenas comienza aun cuando esta interacción entre la broca del café y los cafetos es conocida desde hace más de 100 años. El desarrollo de estrategias amigables para el control de la broca ha derivado en el uso de compuestos volátiles atractivos que tengan un impacto sobre la plaga y que no dañe la salud del ecosistema, así como la de los cafeticultores. En



ese sentido, se conoce que una mezcla de alcoholes ha resultado en uno de los mejores métodos de monitoreo y control para esta plaga.

Debido a que la broca vive la mayor parte de su vida dentro de los frutos de café, y que la aplicación de insecticidas no es efectiva, la mezcla de alcoholes representa una mejor alternativa para su control. Esta mezcla de alcoholes suele colocarse en goteros y posteriormente dentro de trampas de una sola ventana, a partir del reciclaje de botellas de refresco. Para la captura de los insectos, dentro de la botella se coloca una mezcla de agua y etilenglicol o una mezcla de agua y jabón líquido o en polvo. Las trampas se posicionan dentro del cultivo separadas una de la otra por al menos 20 metros y colocadas a la altura del pecho o 1.5 metros sobre el suelo. El monitoreo es relativamente sencillo, ya que las trampas se inspeccionan cada determinado tiempo y se estima el porcentaje de infestación en el cultivo a través de la observación de frutos brocados, así como el contenido de las trampas. Pocos estudios han considerado compuestos atrayentes más la mezcla de alcoholes con el fin de mejorar la captura de la broca del café dentro de los cafetales.

La broca del café y el café en el futuro

El futuro es incierto, y todo dependerá de muchos factores para poder garantizar una buena producción para la demanda mundial de café. Factores como los precios en el mercado mundial, una producción suficiente para satisfacer las demandas locales, nacionales e internacionales de café,



Imagen: Propia del autor.

el cambio climático y las consecuencias de este, la aparición de enfermedades como la roya, y por supuesto, el control de plagas como la broca del café que afecta a los frutos, son los retos a los que los cafeticultores se enfrentan en cada ciclo de cosecha. Necesitamos seguir

buscando nuevas estrategias que sean capaces de capturar una gran cantidad de brocas, pero haciéndolo con el menor impacto posible sobre el medio ambiente y la salud humana. Los nuevos enfoques deberían basarse en el comportamiento de la broca y los compuestos volátiles de los frutos del café. Necesitamos explorar también otras especies del género *Coffea* que puedan usarse como fuente para identificar nuevos compuestos que repelen a la broca del café o que afecten su desarrollo. Finalmente, la broca también puede controlarse a través del uso de parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos, que son de igual manera, amigables con el medio ambiente.

Ahora, cada vez que tomes una taza de café puedes pensar en el gran esfuerzo que requiere este cultivo para traer desde las montañas a nuestras tazas la adictiva bebida. Además, el gran esfuerzo de los productores por hacer todo lo posible para cosechar el café de la mejor calidad y la lucha constante contra el amante número uno del café: la broca del café.

*¡Recuerda cuidar de nuestro planeta,
es el único que tiene café!*

Baker PS, Barrera JF, & Rivas A. 1992. Life-history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. *Journal of Applied Ecology*, 656-662.

Barrera JF. 2005. Investigación sobre la broca del café en México: logros, retos y perspectivas. In Simposio sobre Situación Actual y Perspectivas de la Investigación y Manejo de la Broca del Café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México (pp. 1-13).

Damon, A. (2000). A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin of entomological research*, 90(6), 453-465.

de la Rosa-Cancino W, Malo EA, Gómez J, Valle-Mora JF, Barrera JF, & Rojas JC. 2023. Testing what we know about coffee volatiles affecting behaviour of *Hypothenemus hampei*. *Journal of Applied Entomology*, 147(2), 167-175.

Jaramillo J, Borgemeister C, & Baker P. 2006. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. *Bulletin of entomological research*, 96(3), 223-233.



Imagen: Propia del autor.



AGROBIOTECNOLOGÍA: UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA



Imagen: Propia del autor.



Dra. Liliana Carolina Córdova Albores
Coordinadora de la Licenciatura en Agrobiotecnología.
Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara.
liliana.cordova@cusur.udg.mx

El aumento de la población genera necesidades alimentarias proporcionales. De acuerdo con las estadísticas, es necesario aumentar el 70% de la producción de alimentos en los próximos años. Para cumplir esta meta, se ha incrementado el uso de productos químicos sintéticos tales como fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, fungicidas, etc. Sin embargo, el uso desmedido de estos productos ha contribuido a que se genere resistencia de plagas y enfermedades en las plantas, así como contaminación; pero, sobre todo, efectos adversos en la salud tanto de las personas que los aplican como de los consumidores finales.

Está bien documentado que los productos químicos sintéticos aplicados en el campo para aumentar la productividad son considerados los principales factores de contaminación, pérdida de biodiversidad y que, además, el contacto (directo e indirecto) con estos productos a largo plazo incide en algunas enfermedades crónicas tales como: cáncer, diabetes, enfermedades renales, etc. Así como también en defectos congénitos, desordenes reproductivos e intoxicaciones severas. Ante este panorama y la preocupación por promover una agricultura sostenible, en la actualidad se han prohibido el uso de algunos productos químicos y puesto bajo restricciones de uso muchos otros, motivando e intensificando la búsqueda de nuevas moléculas, o el uso de alternativas agroecológicas para producir alimento. Estas nuevas moléculas deben poseer características importantes tales como: un amplio espectro de actividad biológica, biodegradabilidad y nuevos sitios de acción, por lo que la agrobiotecnología ha tornado su interés hacia los productos naturales como fuente principal de compuestos de interés agrícola.

La agrobiotecnología es una rama de la biotecnología que se enfoca en la aplicación de técnicas y herramientas biológicas y genéticas en la agricultura y la producción de alimentos. Su objetivo principal es mejorar la productividad sin dejar de lado la sostenibilidad de la agricultura. Esta disciplina combina conocimientos básicos de algunas ciencias como la biología, genética, microbiología, bioquímica vegetal y algunas otras ciencias relacionadas con el área agrícola como la nutrición vegetal, fitopatología, manejo integrado de plagas, etc.

para desarrollar soluciones innovadoras en el ámbito agrícola. Algunas mejoras que se han desarrollado con el uso de agrobiotecnología actualmente son el desarrollo de cultivos con resistencias a plagas y enfermedades, plantas con tolerancia a condiciones climáticas adversas tales como sequías o suelos salinos e inclusive el incremento en la calidad nutricional de los frutos, lo que beneficia la salud de las personas al proporcionar una dieta más equilibrada y reducir la exposición a toxinas y alérgenos. En algunos casos también se han desarrollado plantas con la capacidad de producir compuestos naturales con propiedades medicinales, lo que puede conducir al desarrollo de suplementos nutricionales y medicamentos a base de plantas.

Sin embargo, para hacer de los compuestos naturales productos útiles para la solución de problemas actuales, se requiere realizar investigaciones que contemplen diversos aspectos, incluyendo el desarrollo tecnológico de nuevas formulaciones con moléculas que demuestren potencial y puedan introducirse al mercado. En este sentido, la continua innovación en el conocimiento científico nos hace retornar al conocimiento ancestral del uso de las plantas como candidatas para la obtención de nuevos compuestos con actividades biológicas, las cuales nos ayuden a incrementar la productividad y eliminar los efectos adversos en el ambiente y en la salud.

Finalmente, la agrobiotecnología nos permite la mejora de cultivos, la producción de alimentos más saludables, y la generación de productos farmacéuticos a partir de plantas. Esto tiene un impacto positivo en la seguridad alimentaria, la nutrición, y la conservación del medio ambiente. Sin embargo, es importante abordar las preocupaciones éticas y ambientales asociadas con la agrobiotecnología y garantizar su regulación adecuada para maximizar sus beneficios y minimizar los riesgos potenciales.



Imagen: Propia del autor.



TAGETES FILIFOLIA: UNA PLANTA CON POTENCIAL AGROBIOTECNOLÓGICO

De acuerdo a la Revista de Medicina Tradicional Mexicana la hierba conocida comúnmente como anís silvestre es una planta anual muy aromática de 10 a 50 cm de altura. Sus hojas semejan listones porque están muy divididas. Las flores están agrupadas en cabezuelas, son amarillas y se encuentran encerradas en unos tubos en las puntas de las ramas, a veces la cabezuela presenta una o dos flores con lengüeta blanca. El fruto es seco y las semillas peludas.

Originaria de México y Centroamérica. El anís habita en climas cálido, semi-cálido y templado, entre los 300 y hasta los 2000 msnm. Planta silvestre que crece a las orillas de caminos, está asociada a bosques tropicales caducifolio y perennifolio, matorral xerófilo, bosques de encino, de pino y mixto de pino-encino.



Jahily Monserrat García Gaytán

Universidad La Salle Bajío, Escuela de Agronomía, 9no semestre.

USOS TRADICIONALES

Algunos de sus usos son tradicionales, ya que contiene una gran cantidad de componentes que son beneficiosos para la salud humana, entre ellos podemos encontrar los siguientes usos que se le dan en gran parte del país.

- Dolor de estómago.
- Sus hojas y tallo se usa para los nervios, la debilidad y la tos.
- La cocción de las hojas también suele utilizarse para dar baños en general.
- Se suele ingerir o usarla en forma de frotación, con la finalidad de bajar la calentura y quitar escalofríos.
- Sus hojas mezcladas con tabaco, sirven para los dolores corporales.
- En el caso del uso en niños se aconseja para los cólicos(cólico del recién nacido), flatulencia y para eliminar la frialdad; en dolor de cabeza, espasmo, latido y para el aire.



Imagen: Propia del autor.

Aunque, para el uso en recién nacido se debe tener cuidado, ya que la planta de anís silvestre contiene ciertas toxinas que pueden llegar a ocasionar la muerte en el infante, esto se debe a los metabolitos secundarios que la planta contiene, puesto que de acuerdo a la zona donde se encuentra pueden cambiar ya sea por los diversos tipos de temperatura que existen en las diversas zonas donde abunda, por ello se recomienda informarse bien o en todo caso no usarlo en los recién nacidos.

USOS EN EL ÁREA AGRÍCOLA

También cabe añadir que en el área agrícola el anís silvestre tiene un gran uso para elaborar biofertilizantes, ya que por los compuestos del aceite esencial que se han obtenido a partir de su flor, hoja, tallo y raíz han tenido gran relevancia como insecticidas, los cuales han sido probados en plagas como la Mosquita blanca (*Bemisia Tabaci*) y (*Trialeurodes vaporariorum*).

Basado en ciertas investigaciones que se han hecho a través del tiempo sobre *Tagetes filifolia* hacen referencia a sus diversas actividades biológicas que son asociadas principalmente a insecticidas, bactericidas, nematocidas y antifúngicos. Por lo que se tiene que destacar que en mayoría han sido por extractos de su aceite esencial en donde cada parte de la planta cumple una función en específico de las cuales se han podido clasificar estas mismas actividades biológicas.

En el siguiente cuadro (1) se puede apreciar de una forma más específica las partes de la plantas en las cuales se presentan las diversas actividades biológicas que contiene el anís silvestre (*Tagetes filifolia*).



Cuadro 1. Actividades biológicas asociadas a *Tagetes filifolia*

TIPO DE EXTRACTO	PARTE DE LA PLANTA	ACTIVIDAD BIOLÓGICA	REFERENCIAS
Aceite esencial	Flores, hojas, tallo, raíz.	Insecticida	Camarillo et al; 2009.
Aceite esencial	Hojas, inflorescencias	antifúngica	Flores et al; 2018.
Extracto acuoso y aceite esencial.	Planta completa	antifúngica	Barajas Pérez et al; 2011.
Aceite esencial	Partes aéreas de la planta.	Bactericida	Vásquez et al; 2011.
Aceite esencial	Hojas	Bactericida	Jara Villarreal, 2022.
Extractos alcohólicos	Hojas, raíces y tallos.	Nematicida	Sanaguano y Alejandra, 2018.
Extractos	Planta completa	Nematicida	Jasso Díaz, 2017.
Aceite esencial	Planta completa	Nematicida	Manrique, 2023.
Aceite esencial	Hojas, tallos.	Bactericida	Bustamante Melo, 2018.
Aceite esencial	Hojas, flores	Bactericida	Quintana Álava, 2020.
Extracto etanólico	Planta completa	Bactericida	Martínez y Lenin, 2013.
Aceite esencial	Flores	Insecticida	Miguel et al; 2008.



Imagen: Propia del autor.

CONCLUSIONES

El Anís silvestre ha tenido en estos últimos años una gran importancia para el sector agrícola, ya que se siguen haciendo investigaciones sobre la planta, puesto que tiene información limitada, así mismo, en las investigaciones que se han hecho a través del tiempo solo se han usado normalmente con su aceite esencial. Por ello, estoy trabajando en una investigación a base de extractos orgánicos y ver el impacto que este pueda tener en sus actividades biológicas no sólo aplicado en plagas, sino ver que sean una alternativa como control biológico para hongos fitopatógenos que afectan gravemente a cultivos de la zona sur de Jalisco como la frambuesa, tomate entre otros.

REFERENCIAS

- Términos - Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana :: Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. (s. f.). <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=anis-tf>
- Actividad biológica de *Tagetes filifolia* (Asteraceae) en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). (2008). Scielo, Vol 35(2), 0120-0488. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882009000200012



Imagen: Propia del autor.



MILPA MAYA ES DESIGNADA COMO PATRIMONIO AGRÍCOLA MUNDIAL



Fernando Morales Garcilazo

Analista de Contenidos

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

f.m.garcilazo@cgiar.org





La milpa maya de la Península de Yucatán ha sido incorporada al Sistema de Patrimonio Agrícola de Importancia Mundial (SIPAM) de la FAO por su relevancia para la seguridad alimentaria y la biodiversidad.



Imagen: Propia del autor.



Imagen: Propia del autor.

Palabras clave: milpa, seguridad alimentaria.

La milpa es un ecosistema creado por las sociedades mesoamericanas que ha persistido, muy probablemente, por cerca de 5 mil años. Se trata de un fenómeno cultural y tecnológico dinámico, basado en el cultivo de maíz en conjunto con otras especies. Su flexibilidad y eficiencia han inspirado el diseño de sistemas agrícolas más sustentables en todo el mundo.

Milpa en náhuatl hace referencia a “lo que se siembra encima de la parcela” —kool en lengua maya—. Su cultivo principal es el maíz, pero un maizal no es una milpa pues, a diferencia de este —que es un monocultivo—, la milpa es un sistema de cultivos asociados, un policultivo que se caracteriza por propiciar la interacción de una gran cantidad de especies. Por ello se le considera un ecosistema. Uno artificial, culturizado —es decir, integrado en una cultura—, pero que al igual que los ecosistemas naturales, debe ser estudiado y protegido, especialmente porque de él depende la alimentación de un gran sector de la población mexicana.

Recientemente, la milpa maya de la Península de Yucatán ha sido incorporada al Sistema de Patrimonio Agrícola de Importancia Mundial (SIPAM), el cual busca dar visibilidad y preservar las prácticas agrícolas que generan medios de vida en áreas rurales al tiempo que combinan biodiversidad, ecosistemas resilientes y tradición e innovación de una manera única.

El SIPAM es una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que, a la fecha, ha designado 72 sistemas del patrimonio agrícola en 23 países. México figura en el mapa del SIPAM con dos sistemas designados: la agricultura de chinampas de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta (que recibió el nombramiento en 2018), y más recientemente la milpa maya de la Península de Yucatán o Ich Kool en maya.

Esta distinción es un reconocimiento a miles de familias agricultoras de la Península de Yucatán que hacen tangible el valor de ese sistema milenario y la importancia de preservar su riqueza biocultural.



Desde el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se reconoce el esfuerzo de las agricultoras y agricultores que durante el tiempo en que se desarrolló el proyecto Milpa Sustentable en la Península de Yucatán, y aún ahora con los aprendizajes obtenidos, han contribuido a la preservación de esta herencia de cultivo.

Milpa Sustentable en la Península de Yucatán — esfuerzo conjunto de la Fundación Haciendas del Mundo Maya, Fomento Social Banamex, el CIMMYT y las familias productoras de la región— benefició de manera directa a más de 2 mil productores con innovaciones tecnológicas en sus sistemas de producción, haciendo de la innovación un impulsor de la tradición.

Una característica importante del proyecto fue que no solo contribuyó a la seguridad alimentaria de la población rural, sino que trabajó fuertemente por conservar el medioambiente a través de sus actividades. En 2019, de hecho, el proyecto fue reconocido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como una de las soluciones locales más destacadas e innovadoras para hacer frente al cambio climático y fomentar el desarrollo sustentable de las comunidades rurales e indígenas.

A partir de la experiencia de Milpa Sustentable en la Península de Yucatán se contribuyó a la reflexión sobre cómo la milpa, su estudio, su protección y su fortalecimiento contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas. De acuerdo con las agricultoras y agricultores participantes, aunque aún quedan desafíos, el proyecto les proporcionó las herramientas, la metodología y la motivación para dar continuidad al mantenimiento de la milpa como estilo de vida y como sistema de producción sostenible.



Imagen: Propia del autor.



Referencias

Tovar, E. (2019). *Experiencia Milpa, un recuento de logros y nuevos desafíos para Milpa Sustentable en la Península de Yucatán*. CIMMYT. <https://idp.cimmyt.org/experiencia-milpa-un-recuento-de-logros-y-nuevos-desafios-para-milpa-sustentable-en-la-peninsula-de-yucatan/>

CIMMYT. (2019). *El proyecto Milpa Sustentable en la Península de Yucatán es reconocido por la ONU como ejemplo mundial de desarrollo sustentable*. CIMMYT. <https://idp.cimmyt.org/el-proyecto-milpa-sustentable-en-la-peninsula-de-yucatan-es-reconocido-por-la-onu-como-ejemplo-mundial-de-desarrollo-sustentable/>

Morales, F. (2023). *La milpa, herencia cultural e investigación agronómica*. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/la-milpa-herencia-cultural-e-investigacion-agronomica/>



Imagen: Propia del autor.



Imagen: Propia del autor.

ESTACIÓN AGUA FRÍA, DOS DÉCADAS DE INVESTIGACIÓN Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO PARA EL MUNDO



Gabriela Morales Barrientos

Coordinación Editorial Revista EnlACe - CIMMYT
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

CIMMYT-Editorial-EnlACe@cgiar.org

- *Una de las mayores contribuciones de la estación de Agua Fría del CIMMYT ha sido el desarrollo de germoplasma mejorado de maíz con resistencia a estreses bióticos y abióticos de importancia y uso global.*
- *En Agua Fría se realizaron los primeros trabajos para acelerar la producción de líneas genéticamente homocigotas y puras con tecnología de Dobles Haploides (DH) que ofrece una serie de ventajas en la genética y el mejoramiento de maíz.*

Palabras claves: germoplasma, maíz biofortificado, Dobles haploides.

Desde su inauguración en 2003, la Estación Experimental Dr. Ernest W. Sprague, Agua Fría, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), ubicada en el estado de Puebla, ha servido como centro de innovación agrícola, proporcionando las condiciones para realizar investigaciones de campo con resultados altamente productivos, eficientes en insumos y sostenibles.

Una de las mayores contribuciones de la estación ha sido el desarrollo de germoplasma mejorado de maíz con resistencia a estreses bióticos y abióticos de importancia y uso global, y con mejor calidad nutricional y de procesamiento. El trabajo realizado en Agua Fría ha proporcionado variedades mejoradas, adoptadas y tolerantes a estreses, así como híbridos de maíces con beneficios para productores de bajos recursos en zonas con ambientes tropicales en Latinoamérica, Asia y África.

En la estación de Agua Fría, se desarrolla germoplasma blanco biofortificado con alto Zinc, germoplasma blanco y amarillo normal, de adaptación

tropical. Este trabajo incluye desarrollo de líneas mediante selección y evaluación para diferentes enfermedades; además, se evalúan los rendimientos, la arquitectura de la planta, la forma de las mazorcas, el desgrane de materiales a mano, la implementación de nuevas tecnologías y diversas actividades que han posicionado a esta estación como un referente de maíces tropicales resilientes en el ámbito global.

“Esta estación ha contribuido al desarrollo de germoplasma, tanto para sequía, bajo nitrógeno y algo de calor –factores abióticos–, pero también con resistencia a factores bióticos o enfermedades, como la necrosis letal del maíz, pudriciones de mazorca, aflatoxinas, entre otras, además de insectos, sobre todo el gusano cogollero, que es una plaga tropical importante. Todo esto, ha formado parte del proceso de desarrollo en la estación de Agua Fría”, comenta Felix San Vicente, mejorador de maíz y líder de investigación de la estación Experimental.

Desarrollo de maíces biofortificados

Una importante contribución de la estación ha sido el maíz biofortificado blanco enriquecido con zinc –un micronutriente esencial para reducir la



Imagen: Propia del autor.

desnutrición-, y el maíz amarillo biofortificado con vitamina A. Desde este lugar se han generado variedades biofortificadas utilizando métodos de mejoramiento convencional.

En Agua Fría, el tema de maíz tropical alto en zinc, se remonta a la época de la creación de maíz con calidad proteica, por lo que muchos de estos materiales se desarrollaron en la antigua estación de Poza Rica. En este sentido, el CIMMYT cuenta con más de 50 años de experiencia en el mejoramiento de maíz tropical para diferentes características y ha desarrollado materiales élite con rasgos agronómicos y nutricionales importantes, como el maíz con calidad proteica (QPM, por sus siglas en inglés).

La Dra. Natalia Palacios, quien lidera el Laboratorio de Calidad de Maíz, Evangelina Villegas Moreno del CIMMYT comenta al respecto: “Varios materiales son QPM pero también se incluyó otro tipo de materiales; cuando iniciamos el trabajo en Agua Fría en 2011, lo primero que se hizo fue monitorear lo que había, se analizó el contenido de zinc de todos los materiales tropicales y se identificaron algunos que destacaban por su alto contenido de zinc, la mayoría de esos fueron QPM, a partir de ahí, se usaron esos materiales como fuente para empezar el mejoramiento convencional y el desarrollo tanto de variedades como híbridos, cruzamiento y selección, así como el mejoramiento convencional de cultivos”.

En este contexto, desde el Laboratorio de Calidad de Maíz en Batán se apoya la evaluación del contenido de zinc en el grano “puede ser un material muy bueno en campo, pero si no tiene altos contenidos de zinc no se envía o viceversa, el objetivo siempre ha sido desarrollar materiales que sean competitivos con los materiales normales para que el agricultor se interese en ellos” comenta.

Los trabajos en Agua Fría iniciaron con maíces tropicales altos en zinc para México, Centroamérica y Sudamérica, de ahí han salido materiales que se han liberado en los programas nacionales de Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras y Colombia.

Grandes expectativas para traspasar fronteras

Poner semilla de maíz biofortificado a disposición de los mejoradores y desde luego de agricultores, sobre todo maíces cuyo rendimiento sea competitivo con el de los maíces comerciales y que además contengan provitamina A y zinc, es de suma importancia para contribuir a la seguridad alimentaria, asegura el doctor Felix San Vicente, líder de investigación de la estación Experimental.

“En el programa Global de Maíz tenemos la expectativa de que en el corto plazo haya más fondos para llevar estos maíces hasta África. Ahora tenemos pocos recursos, pero estamos tratando de entrar al continente africano con algunos materiales tropicales desarrollados aquí en México, en Agua Fría. Nos gustaría que los colegas usen estos materiales y comiencen a hacer cruzamientos, selección, con miras de que en África subsahariana en algún momento puedan ir desarrollando maíces altos en zinc. También en Asia, en Nepal, en algunas zonas de la India en donde se consume maíz blanco, porque eso es importante, maíces con provitamina A y maíces amarillos”.

San Vicente señala que los primeros esfuerzos y las primeras fuentes de donadores de zinc se mandaron a Zimbawe y a Kenia, países africanos en los que se encuentran los hubs –espacios para el intercambio de conocimientos del CIMMYT– “los mejoradores están empezando a hacer los primeros cruzamientos; este año queremos enviar un grupo de líneas a África, además de la India en donde se encuentra otro hub de maíz en Asia, la idea es trabajar desde India y atender el sureste de Asia, también Nepal, Pakistán, y todo el sur y el este de África”.

Detalló que ese germoplasma básico que se desarrolló en México, ya se encuentra en África y esa es una de las ventajas, pues no solo ha funcionado para maíces biofortificados, sino para las características que representan hoy un reto, por ejemplo, para el gusano cogollero y la necrosis letal del maíz; Agregó que mucho de este trabajo inicial se hizo en Agua Fría para identificar materiales más tolerantes a enfermedades virales que se detectaron en África.

El doctor San Vicente, asegura que con la iniciativa del CGIAR lo que se está proponiendo es llevar los maíces altos en zinc a África y Asia. “Las expectativas son altas, pero estamos trabajando para lograr que la investigación, el conocimiento científico y la transferencia de tecnología traspase fronteras y contribuya al bienestar de la humanidad” comentó el.

Tecnología de Dobles Haploides

En Agua Fría se realizaron los primeros trabajos para acelerar la producción de líneas genéticamente homocigotas y puras con tecnología de Dobles *Haploides* (DH). En 2007, el CIMMYT inicia en México un convenio colaborativo científico-educativo con la Universidad de Hohenheim Alemania, y de esta forma se adentra en el tema de los dobles haploides, discerniendo los primeros protocolos y el uso de un material genético especial denominado “inductor de *haploidía*” que es la base esencial para generar líneas homocigotas puras con fines de hibridación.

Esta tecnología que ofrece una serie de ventajas en la genética y el mejoramiento de maíz llegó a la estación de Agua Fría en 2009, tan solo dos años después de que el CIMMYT la adoptara en las instalaciones del Batán y es una de las más avanzadas no solamente en México sino en el resto del mundo.

El doctor Leocadio Martínez Hernández, Investigador principal de DH en México y Latinoamérica, comenta que, con esta tecnología, los mejoradores



Imagen: Propia del autor.

reducen considerablemente –en comparación con el programa convencional– el tiempo requerido para obtener líneas 100 % homocigotas. En esta dirección, pueden formar más líneas y más combinaciones, evaluarlas y en corto tiempo, sacar nuevos híbridos al mercado, con buen rendimiento, buenas características morfológicas y a menor costo para los productores.

“En el gran dilema población-alimento, en donde la acelerada explosión demográfica del mundo es

más exigente cada día en la demanda de productos alimenticios, existe un reto para las instituciones y organismos enfocados al campo en aplicar los conocimientos científicos de vanguardia y atender las necesidades básicas para la supervivencia de la humanidad. En concordancia con su misión, el CIMMYT están impulsando con gran fuerza el uso de la tecnología de los Dobles haploides en los programas de mejoramiento del maíz en varias regiones de Latinoamérica, África y Asia” concluyó el investigador.*



Referencias

Martínez, L. (2022). Tecnología Dobles Haploides en CIMMYT. En IACe. Estación Agua Fría 20 años de conocimiento científico que traspasa fronteras. No. 63. Pág. 26-27. CIMMYT
<https://repository.cimmyt.org/handle/10883/22631>

Morales, G. (2022). Sembrando conocimiento En IACe. Estación Agua Fría 20 años de conocimiento científico que traspasa fronteras. No. 63. Pág. 20-22. CIMMYT
<https://repository.cimmyt.org/handle/10883/22631>



Imagen: Shutterstock



EL CIMMYT Y SUS SOCIOS EN TODO EL MUNDO, ALINEADOS PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA DEL G7



Imagen: CIMMYT



Gabriela Morales Barrientos con información de Mike Listman

Coordinación Editorial Revista EnlACe - CIMMYT
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CIMMYT-Editorial-EnlACe@cgiar.org

Con ciencia y alianzas efectivas, se contribuye a lograr los objetivos del G7 recientemente declarados para la seguridad alimentaria y la nutrición a nivel mundial.

Palabras claves: nutrición, salud y seguridad alimentaria.

El grupo de las siete naciones más industrializadas del mundo, conocido como el G7, conformado por Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Gran Bretaña y Estados Unidos, emitió una declaración pública reconociendo que el mundo enfrenta el mayor riesgo de hambruna en una generación y la necesidad de trabajar juntos para construir sistemas agroalimentarios más resilientes, sostenibles e inclusivos.

La declaración emitida durante la Cumbre del G7, realizada en Hiroshima, Japón en mayo pasado, establece acciones detalladas, objetivos de política y alianzas para responder a la crisis de seguridad alimentaria inmediata, en la que más de 250 millones de personas en 58 países necesitan asistencia alimentaria de emergencia, así como prepararse para futuras crisis y prevenirlas.

“Conseguir una seguridad alimentaria y una nutrición mundial resilientes para todos es nuestro objetivo compartido para un futuro mejor para cada ser humano”, reafirmaron los líderes de Japón, Australia, Brasil, Canadá, Comoras, las Islas Cook, Francia, Alemania, India, Indonesia, Italia, la República de Corea, el Reino Unido, los Estados Unidos

de América, Vietnam y la Unión Europea, en una declaración conjunta.

Reconociendo el papel clave de la investigación aplicada para impulsar la producción de alimentos mientras se abordan los choques climáticos, los líderes abogaron por promover la agricultura climáticamente inteligente, que incluye “...soluciones agroecológicas basadas en la naturaleza y enfoques basados en los ecosistemas y otros enfoques innovadores, según corresponda, aprovechando las bases de conocimiento y evidencia desarrollada por la FAO, el FIDA y el CGIAR”.

Como miembro fundador y líder del CGIAR, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es responsable de los principales impactos en la productividad de dos cultivos alimentarios clave. Bram Govaerts, director general del CIMMYT, señaló que “Estamos listos para apoyar los esfuerzos del G7” y agregó que “el maíz y el trigo juntos sostienen a miles de millones de personas en todo el mundo, proporcionan alrededor de una quinta parte de las proteínas y los carbohidratos nutricionales de la humanidad, generan casi \$50 mil millones en comercio cada año y cubren 400 millones de hectáreas de tierra, eso es aproximadamente una cuarta parte de las tierras agrícolas del mundo”, dijo.



En este contexto, la mitad de las variedades de maíz y trigo que se cultivan en países de ingresos bajos y medianos cuentan con contribuciones de mejoramiento del CIMMYT, explicó Govaerts. “Esto y nuestra investigación sobre métodos agrícolas más productivos y eficientes para esos cultivos generan aproximadamente \$3.5-4 mil millones cada año en beneficios mejorados para agricultores y consumidores”.

Como parte de su investigación sobre sistemas de cultivo, el CIMMYT ha estudiado y promovido la agricultura de conservación, un enfoque que se ha vuelto relevante para los agricultores en lugares como el sur de Asia, donde el aumento de las temperaturas y la escasez de agua dulce amenazan más de 13 millones de hectáreas de producción agrícola.

Como parte de su enfoque de “sistemas de cultivo”, el CIMMYT ha diversificado su experiencia en cultivos como maní, guandú, garbanzo, mijo perla y sorgo, con una fuerte orientación en la nutrición y la resiliencia, al mismo tiempo que mantiene su atención en los sistemas de producción y comercialización de semillas.

La declaración del G7 menciona la importancia de los cultivos de cereales y leguminosas de tierras secas en entornos como el África subsahariana y el sur de Asia, en donde el CIMMYT ha emprendido iniciativas para mejorar los medios de vida de los productores de pequeña escala y consumidores de sorgo, maní, caupí, frijol común, y mijo. Entre otras cosas, el trabajo realizado genera datos sobre el rendimiento y la disponibilidad de semilla de variedades mejoradas de esos cultivos que comparte.

Codirige además, la iniciativa CGIAR en Innovación Digital, que trabaja en 13 países de África, Asia y América Latina para mejorar la calidad de los sistemas de información y fortalecer las capacidades locales para aprovechar el potencial de las tecnologías digitales, impulsando así a los agricultores de pequeña escala.

Estos impactos no habrían sido posibles sin las relaciones efectivas y duraderas del CIMMYT con cientos de socios públicos y privados en todo el mundo, algunos de los cuales se mencionan en la declaración del G7, así como el alcance global del conocimiento generado conjuntamente y compartido libremente por esas colaboraciones. En esta dirección, las asociaciones del CIMMYT con productores y comerciantes privados de semillas y su apoyo han ayudado a impulsar la adopción y difusión de variedades de maíz tolerantes a la sequía en África, comentó Govaerts.*

Referencias

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (2023). *La ciencia y las asociaciones son fundamentales para alcanzar los objetivos de seguridad alimentaria del G7*. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/la-ciencia-y-las-asociaciones-son-fundamentales-para-alcanzar-los-objetivos-de-seguridad-alimentaria-del-g7/>



Imagen: CIMMYT

MAESTRÍA EN

Agricultura Protegida



POS
GRADOS

La Universidad 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.



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

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

Campus Campestre

c_magricultura@lasallebajio.edu.mx
Tel. (477) 710 85 00, ext. 2300





MUNDO AGROUNIVERSITARIO

Esta sección es para estudiantes y personal universitario que estén incursionando en la escritura de artículos especializados.



EL NOPAL FORRAJERO, UNA ALTERNATIVA AGROECOLÓGICA



Darío Cedillo Arciga
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
darioarciga@outlook.com



Jesús Francisco Arenas Fuentes
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
arenasfuentesjessfrancisco@gmail.com



Ángel Eduardo Páramo Negrete
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
angel_paramo09@hotmail.com



Daniel Funes Horta
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
danielfuneshorta@gmail.com



Víctor Gonzáles Hernández
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
victor_gonzaleshernandez@gmail.com



José Salvador Ramírez Romero
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
salvadorjur@gmail.com



Un cultivo de bajas necesidades hídricas para forraje

El agua es necesaria para la subsistencia de todas las formas de vida, para el buen funcionamiento de los ecosistemas y para la obtención de recursos naturales. En 2020 el sector agropecuario reportó el mayor uso del agua con 76% del total concesionado para riego de cultivos y ganadería. De acuerdo con el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria de la Cámara de Diputados, en 2019 se otorgaron 332.9 mil títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) para uso agrícola. 373 corresponden a títulos otorgados a distritos de riego para la extracción de 25.9 mil hm³ de agua, es decir, que el 0.1% de los títulos representaron 38.3% del volumen total concesionado de agua para uso agrícola. (IMCO, 2023).

Los tres usos consuntivos principales se observan que 66.8 km³ le correspondieron al sector agrícola (76.3% del total concesionado), 12.6 km³ al abastecimiento público (14.4%) y 8.5 km³ a la industria: 4.3 a la industria autoabastecida (4.9%) y 4.2 a energía eléctrica excluyen-

do hidroelectricidad (4.7%). El sector que más ha crecido en cuanto al volumen concesionado entre 2001 y 2017 fue el abastecimiento público, que se incrementó 32.8%, mientras que los sectores agrícola e industrial aumentaron 18.3 y 26.9%

Lo que para muchos es conocida como la etapa de la “Revolución verde” ocurrida en México a partir de la década de 1940, en gran medida estuvo basada en el modelo de agricultura bajo irrigación y abarcó importantes regiones del país, lo que implicó un gran dominio del Estado de diversos territorios locales y sus recursos hídricos. Se desarrollaron utilizando aguas superficiales mediante la construcción de grandes represas. Aquellos proyectos de menor tamaño en gran medida se enfocaron en aguas del subsuelo. Al paso de los años la disponibilidad de aguas superficiales se ha reducido de forma considerable y el uso de las subterráneas se incrementó de manera notable, al grado de provocar la sobre explotación de los acuíferos en varias regiones. (Gonzales, O., 2018)



Imagen 1: Distribución porcentual del agua concesionada por tipo de uso (IMCO 2023).

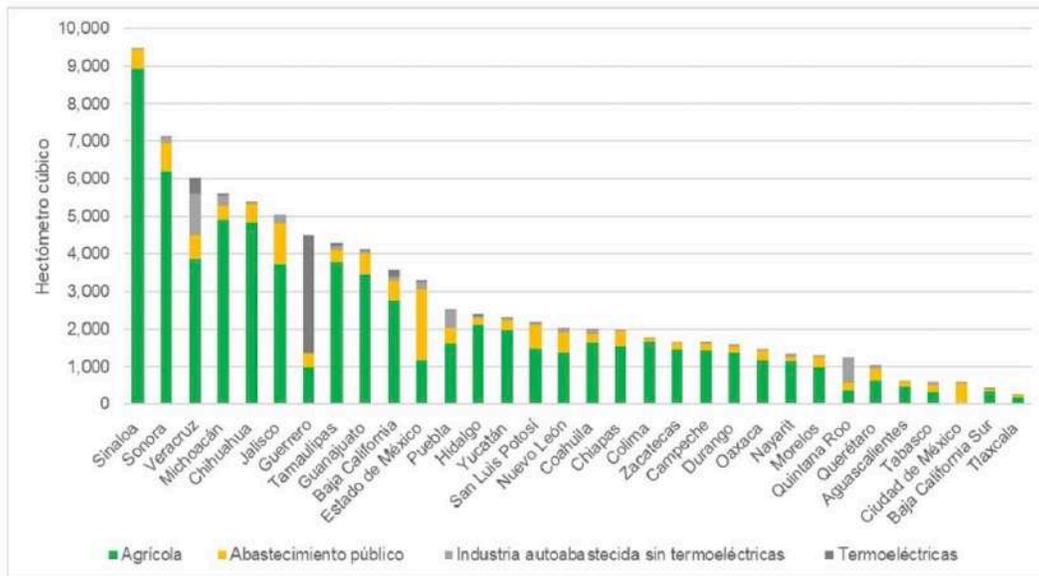


Imagen 2: Volumen concesionado para usos consuntivos por entidad federativa durante 2020 (IMCO 2023).

Debido a que poco más de la mitad del país (52%) tiene un clima árido o semiárido, México es vulnerable a las sequías. (IMCO, 2023). Las condiciones de clima y suelo que caracterizan a las zonas semiáridas, en especial la estacionalidad de las lluvias, limitan la disponibilidad de forraje de diciembre a junio, lo que afecta directamente la actividad pecuaria. (INIFAP, 2008.)

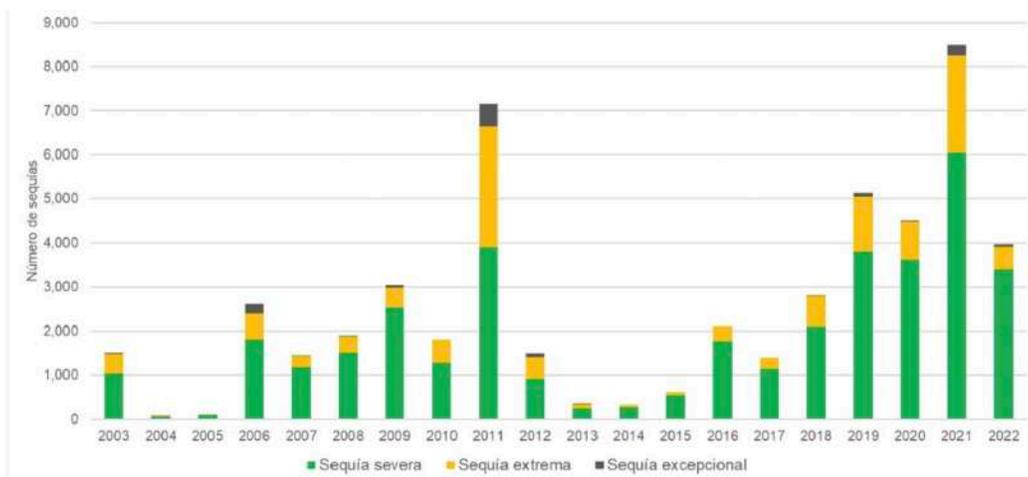


Imagen 3: Evolución de las sequías en México de 2012 a 2022 (número de sequías al año) (IMCO 2023).



Los forrajes convencionales presentan una alta huella hídrica, por ejemplo, la alfalfa (*Medicago sativa L.*) la cual la principal fuente de alimento de las vacas lecheras en la comarca lagunera, esta es una región que abarca los estados de Coahuila y Durango, en estos estados la alfalfa ocupa el 57% de las tierras destinadas para uso agrícola (36.000 hectáreas) las cuales están destinadas para lograr satisfacer las necesidades y estándares productivos de alrededor de 400.000 bovinos (Ríos. et al., 2015).

Esta alta población de ganado demanda alrededor de 3,000.00 toneladas de forraje verde anualmente, sin embargo, la producción de forraje de esta región que es de las más importantes a nivel nacional presenta varios problemas siendo el más primordial la escasez de agua derivada por la sobreexplotación del agua subterránea (Mercado, et al., 2018). La demanda hídrica de este cultivo varía entre 2,4- 2,7 metros cúbicos de agua, a pesar de estos la alfalfa en esta región representa un retraso en lo que confiere al aspecto tecnológico en irrigación y sistemas de riegos eficientes solo

el 10% de las hectáreas destinadas a la alfalfa de esta región cuenta con estos sistemas de riego (Montemayor., 2016).

El concepto de la productividad del agua en la agricultura fue establecido en 2013, como una medida para determinar la eficiencia del uso del agua en los sistemas agrícolas con el objetivo de determinar el gasto de agua para convertirlo en alimento y para determinar la viabilidad de este. Esto finalmente permite tomar decisiones acerca de las alternativas que existen para resolver los problemas que existen en los sistemas de producción actual (Kijene, et al., 2003).

El nopal es una planta propia del paisaje mexicano y uno de los símbolos más importantes de la nacionalidad. Se produce en 27 entidades federativas del país. Los pocos registros que existen sobre la utilización del nopal como forraje durante la Colonia y el México independiente, nos dan elementos para afirmar que se utilizó para la alimentación del ganado, sobre todo en zonas áridas y semiáridas del norte del país. (Naya, P. et al, 2008)



Imagen 4: El nopal, símbolo de identidad nacional, SEGOB, 2013.

TAXONOMÍA

Taxonomía del nopal	
Reino	Vegetal
Subreino	Embryophita
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Dialipetalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntioidea
Tribu	Opuntiae
Genero	Opuntia

Imagen 5: Taxonomía del nopal (Corrales & Flores, 2004).

Características que hacen atractivo a *Opuntia spp.*

Opuntia spp., popularmente conocido en México como nopal, es una planta que pertenece a las cactáceas, que, por sus características, es idónea para el desarrollo de las zonas áridas y semiáridas. Presenta el metabolismo del ácido crusaláceo (MAC) es decir, las estomas captan el CO₂ que va a ser utilizado para la síntesis de carbohidratos durante la noche, permitiendo que la pérdida de agua sea menor debido a que ocurre en las horas más frescas del día. Por otra parte, gracias a su fisiología: reproducción asincrónica y adaptaciones estructurales (baja densidad de estomas y cutícula gruesa), la planta es capaz de sobrevivir largos periodos de sequía. *Opuntia spp* también se utiliza en programas de reforestación, por su capacidad de crecimiento en suelos pobres inapropiados para otros cultivos. (Torres-Ponce, 2015).

En la producción de forraje se considera el uso total de cladodios, por lo que es importante poder producir muchos de ellos. Dado que la producción de forraje implica el uso total o parcial de la estructura vegetativa, la capacidad de producir nuevos cladodios y de recuperarse rápidamente tras la poda son características más importantes en los programas de mejora. (Torres-Ponce, 2015).

El nopal se puede cosechar durante todo el año, pero conviene aprovecharlo en el periodo seco, entre diciembre y junio, cuando otros forrajes reducen su crecimiento. (INIFAP, 2008.)

El uso de *Opuntia ssp.*, como forraje de ganado se ha extendido en países como México, Brasil, Túnez, Sudáfrica, Marruecos, Líbano entre otros. Siendo las variedades más populares: *Opuntia ficus indica*, *O. leucotricha*, *O. robusta*, *O. rastrera*, *O. engelmanni*, etc.



Imagen 6: Yema floral en el borde de un cladiolo completamente desarrollado, FAO, 2018.

Según INIFAP, 2008, la producción de nopal, bajo temporal, depende de la cantidad de agua de lluvia y espaciamiento de la plantación, por lo que el rendimiento puede variar entre 15 y 90 toneladas de forraje fresco por hectárea por año. En cladodios frescos (Imagen 5) el contenido de materia seca varía entre 10 y 15%, por lo que se esperaría obtener una producción entre 1.5 y 13.5 toneladas de materia seca por hectárea.

El nopal contiene gran cantidad de azúcares solubles, por lo que son rápidamente utilizados por el animal, sin embargo, se requiere de la presencia de nitrógeno y algunos minerales, en especial azufre, para su mejor aprovechamiento. Así, se puede ofrecerlo solo o con otro ingrediente (INIFAP, 2008.)

Es una fuente de alimento en la época de sequía, cuando otras fuentes están poco disponibles. Alto contenido de agua, que suple al agua de bebida. Se puede aprovechar en cualquier época del año. (INIFAP, 2008.)

Por lo que podemos decir que el nopal forrajero ha sido y será una opción de alimentación del ganado durante las épocas áridas por su alta capacidad de adaptación, su resistencia a largos periodos de sequía y su rápido crecimiento, por lo que este es la mejor alternativa en las zonas áridas del mundo donde es difícil obtener una buena calidad de forrajes para la alimentación del ganado, sin embargo el nopal no es un alimento completo, esto es porque presenta un bajo porcentaje de proteína, pero cuando este es pro-

cesado este porcentaje aumenta, además de aportar altos niveles de fibra, minerales y agua.



Imagen 7: Plantación de nopal para producción de forraje, Zacatecas INIFAP, 2016.

En conclusión, el nopal (*Opuntia spp.*) ha demostrado ser una solución efectiva y sostenible para abordar los desafíos nutricionales que enfrenta el ganado en zonas áridas y semiáridas durante las temporadas de sequía. Su capacidad para prosperar en condiciones de bajas precipitaciones y altas temperaturas lo convierte en una opción valiosa para mantener la calidad y la disponibilidad de forraje en momentos críticos.

El nopal no solo proporciona nutrientes esenciales para el ganado, como fibra, proteínas y minerales, sino que también actúa como un aditivo que ayuda a ajustar los costos de alimentación. Al incorporar el nopal en las dietas del ganado, los productores pueden reducir la dependencia de otros forrajes costosos o suplementos alimenticios. Esto no solo disminuye los costos operativos en épocas de escasez de agua y recursos, sino que también contribuye a la resiliencia de las operaciones ganaderas en áreas propensas a sequías recurrentes.

Además, el nopal ofrece beneficios ambientales al requerir menos agua para su cultivo en comparación con otros cultivos forrajeros, lo que ayuda a conservar los recursos hídricos en regiones ya afectadas por la escasez de agua. Esta práctica sostenible no solo es beneficiosa para los ganaderos, sino que también contribuye a la preservación de los ecosistemas locales.

BIBLIOGRAFÍA

CORRALES GARCÍA & FLORES VALDEZ, 2004, NOPALITOS Y TUNAS

producción, comercialización, postcosecha e industrialización. recuperado en 1 de octubre de 2023, de <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/f13b4151-7e89-4298-87d3-4efe2791a494/content>

Gonzales, O., 2018, El caso de la región del bajío Michoacano, Agua y territorio en las regiones agrícolas de México, NÚM. 12, pp. 83-94, DOI 10.17561/at.12.4071

Naya-Pérez, Marco A., & Bautista-Zane, Refugio. (2008). El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 5(2), 167-183. Recuperado en 29 de septiembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722008000200001&lng=es&tlng=es

Torres-Ponce, Reyna Lizeth, Morales-Corral, Dayanira, Ballinas-Casarrubias, María de Lourdes, & Nevárez-Moorillón, Guadalupe Virginia. (2015). El nopal: planta del semi-desierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5), 1129-1142. Recuperado en 30 de septiembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500018&lng=es&tlng=es.

INSTITUTO MEXICANO PARA LA COMPETITIVIDAD (IMCO), 2023, Aguas en México: ¿escasez o mala gestión?, recuperado de <https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/02/Situacion-del-agua-en-Mexico>

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NORESTE CAMPO EXPERIMENTAL SAN LUIS (INIFAP), 2008, USO DEL NOPAL EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES, <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/778.pdf>

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES (SNIARN), 2018, INFORME DEL MEDIO AMBIENTE 'AGUA 6', <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap6.html#tema6>

Flores Hernández, A., Macías Rodríguez, F. J., Meza Herrera, C., García Herrera, G., Esquivel Arriaga, O., Ortiz Salazar, J., & Hernández Bautista, C. (2019). Fermentación semisólida del nopal (*Opuntiaspp*) para su uso como complemento proteico animal. *Revista De Geografía Agrícola*, (63), 87-100. <https://doi.org/10.5154/rga.2019.63.04>



Imagen 8: Matraca del desierto comiendo tuna. Tula Hidalgo Martínez

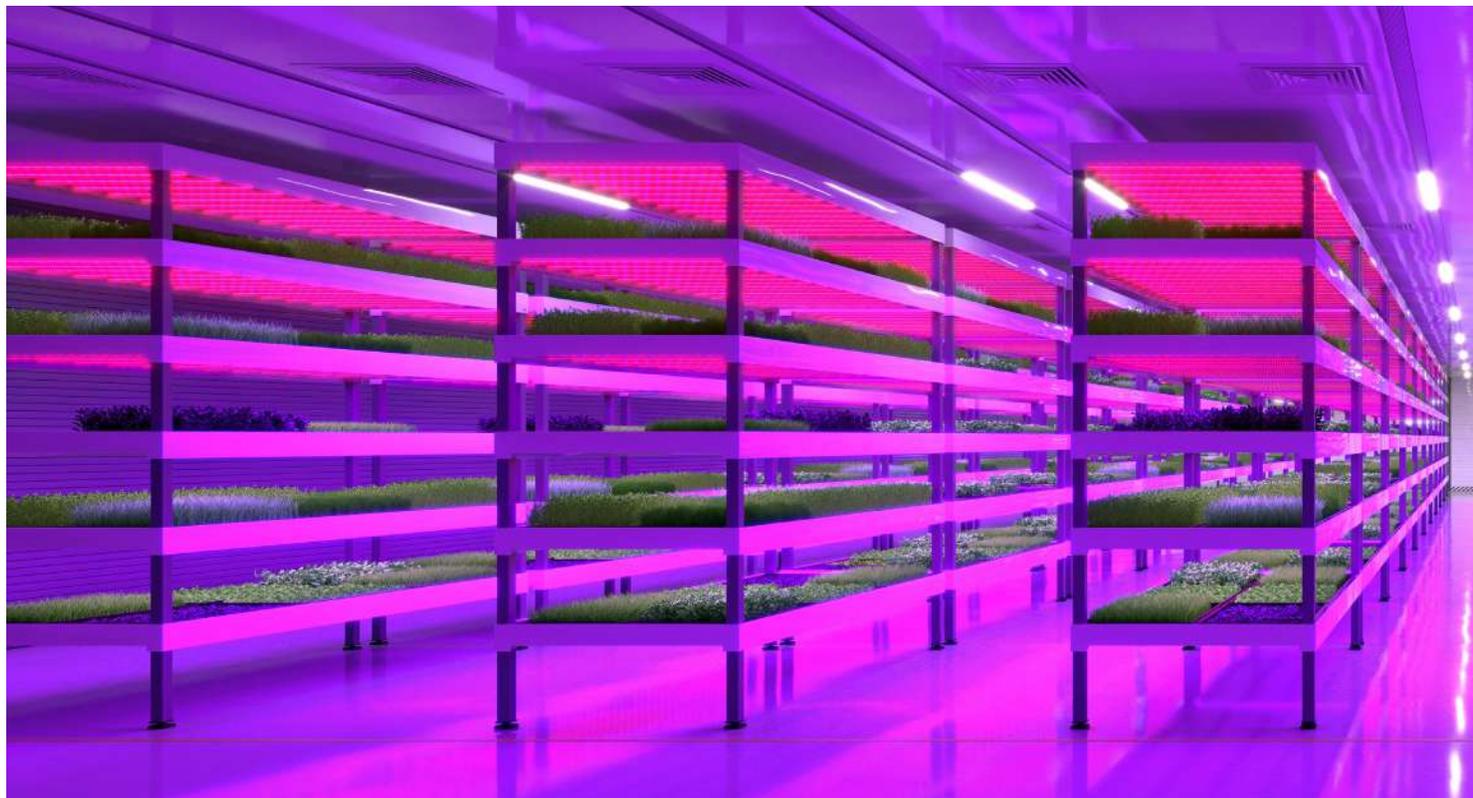


Imagen: Shutterstock

AGRICULTURA VERTICAL, UN FORMATO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA PROMETEDOR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA



Christian De Jesús García Castillo

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
garciaacastillo1@hotmail.com



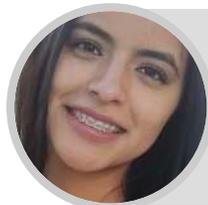
Javier Jafet Pereyra Tapia

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
jaffetocaffeto@outlook.com



Daniel Campos Flores

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
camposflores_2018@outlook.com



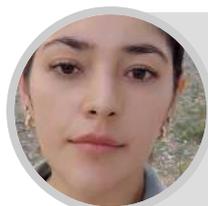
Catalina Arévalo Lucas

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
catalinalucas955@gmail.com



Jonatan Julio Alcalá González

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
ag717035@gmail.com



Estefanía Hernández Rodríguez

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
estefaniahr4@gmail.com



La salud de nuestro planeta se encuentra en un estado crítico, y la tierra, que históricamente ha sido fuente de vida y sustento, está sufriendo un agotamiento acelerado. Con un 33% de su suelo degradado debido a la erosión, la agricultura tradicional no solo enfrenta desafíos inmediatos, sino que también amenaza con agravar esta preocupante estadística. Se estima que para el año 2050, perderemos un 10% de toda la producción agrícola mundial debido a la erosión del suelo. La pregunta que surge es: ¿cómo aseguramos el abastecimiento de alimentos para una población en crecimiento en un planeta cuya calidad de suelo no hace más que empeorar?

En respuesta a esta preocupante pregunta, emerge la agricultura vertical como una solución innovadora y prometedora. Este enfoque revolucionario implica cultivar cosechas dentro de edificios y rascacielos “mientras más grande y alto es el edificio, mayor cultivo se puede almacenar. Estos edificios tienen un funcionamiento parecido al de un invernadero. Básicamente se trata de acondicionar las variables ambientales a la optimización en el crecimiento de los cultivos y el aumento de la producción” (Infoagro, 2020).

La agricultura vertical no solo es una respuesta al agotamiento del suelo, sino también a la creciente probabilidad de pérdidas masivas de cosechas debido al cambio climático, que se espera que se intensifique después de 2030 (Bailey, 2023). Según el Dr. Stiles, “cuando se contempla la posibilidad de hambrunas masivas causadas por condiciones meteorológicas extremas, escenarios realistas a partir de 2030, contar con la tecnología para la producción en entornos controlados garantiza cierto nivel de producción de alimentos en cualquier condición”.

Por lo que, a medida que examinamos el potencial y los desafíos de la agricultura vertical, nos adentramos en un debate crucial que aborda no solo la viabilidad técnica de esta forma de culti-



vo, sino también su capacidad para abastecer a una población mundial que se espera alcance los 9.7 mil millones de personas para el año 2050. En este artículo, exploraremos los aspectos clave de la agricultura vertical y su papel en la seguridad alimentaria global. ¿Es la agricultura vertical la respuesta que estábamos esperando o una parte de la solución en un complejo rompecabezas alimentario? Acompáñanos en un análisis sobre el futuro de la producción de alimentos en un mundo que demanda respuestas más que nunca.

¿Qué es la agricultura vertical?

La agricultura vertical es una práctica donde las plantas son producidas en capas apiladas verticalmente. Este método de horticultura busca maximizar la utilización del espacio de producción al incrementar la superficie del piso lo que permite producir más plantas en el mismo espacio. (Wallace, 2023). El cultivo vertical de alimentos ha existido durante décadas, pero la industria tuvo un empujón con los avances de la iluminación LED, por su menor costo.



Imagen 1: Granja vertical con sistema de estanterías para el aprovechamiento del espacio (Opazo, 2019).

A continuación, se mencionan algunas ventajas que presenta la agricultura vertical según Navarro-Martínez, 2023:

1. Altos rendimientos: permite maximizar el uso del espacio y obtener mayores rendimientos del cultivo por unidad de área.
2. Mejor calidad de cultivo al controlar cuidadosamente factores ambientales, agua y nutrientes.
3. Menor uso de agua ya que permite recircular y reutilizar este recurso.
4. Reducción del uso de fertilizantes y minimiza el impacto ambiental debido al control precisión de nutrientes en la solución nutritiva.
5. Requiere menos área de producción al aprovechar la verticalidad.
6. Producción todo el año.
7. Potencial de sostenibilidad ambiental al diseñarse y gestionarse adecuadamente.
8. La problemática que todo productor bajo condiciones de agricultura vertical ha enfrentado es la de la búsqueda del punto de equilibrio entre la productividad y los costos, el costo que toma más del 80% del total es el de la energía eléctrica que es utilizada para el funcionamiento de los equipos de bombeo de agua y la climatización del sistema, principalmente.



Imagen 2: Agricultura vertical, la tendencia global que gana terreno para enfrentar los impactos del cambio climático (Rivera & Llompart, 2022).

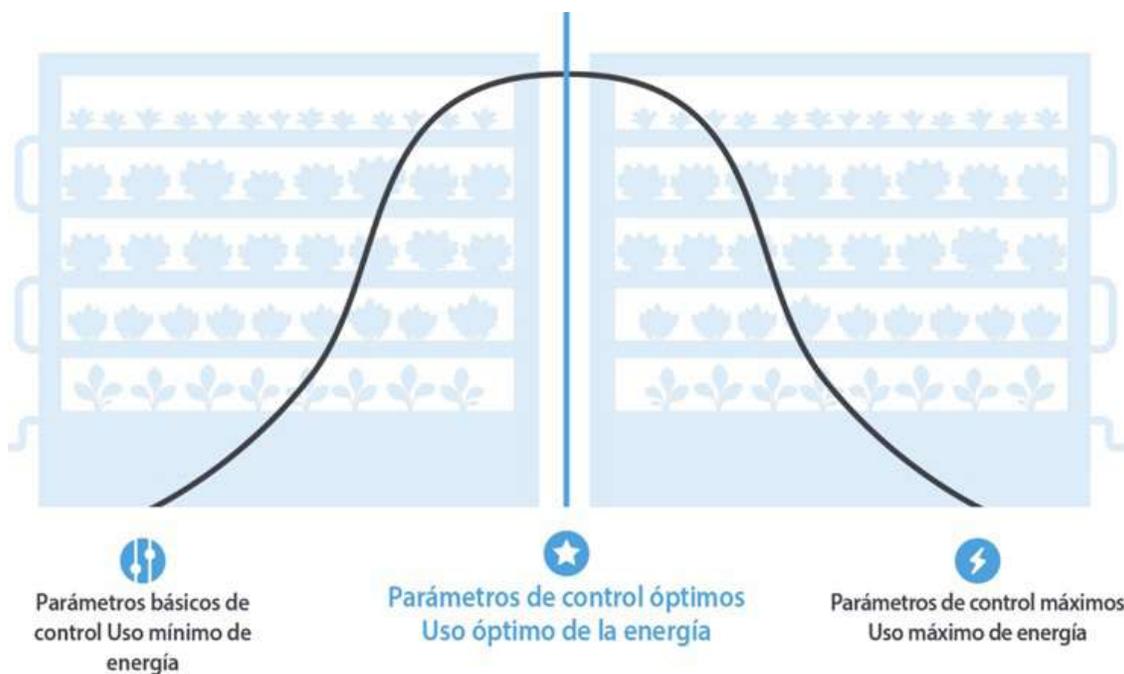


Imagen 3: Gráfica de campana. Se muestra el punto de equilibrio entre costos de producción y la productividad (Ortigarden.es, 2020).

El mercado de la agricultura vertical es una industria en rápido crecimiento, y hay varias regiones y países que lideran este espacio. Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) es la región líder con mayor cuota de mercado, con una elevada demanda de productos cultivados localmente, un fuerte enfoque en la sostenibilidad y una cantidad significativa de inversión en la industria. Más aún, junto con Europa (Países Bajos, Alemania, España y Reino Unido), la región Asia-Pacífico también se está convirtiendo en líder del mercado objetivo, con un largo historial de innovación en la agricultura de invernadero y una fuerte inversión en tecnologías agrícolas para reducir su dependencia de los alimentos importados.



Imagen 4: Tamaño del mercado de agricultura vertical (Mordor Intelligence, 2021)

¿Cumple la agricultura vertical la demanda de alimentos?

Uno de los retos en la agricultura es producir alimento para más personas en menos espacio, por lo que es necesario buscar formas de maximizar los rendimientos de los cultivos. La población total en los Estados Unidos Mexicanos es de 126 014 024 habitantes. De ellos, 64 540 634 son mujeres (51.2%) y 61 473 390 son hombres (48.8%). México ocupa el lugar número 11 en población a nivel mundial, por debajo de Japón y por encima de Etiopía y permanece en el mismo lugar con respecto a 2010 (INEGI, 2021). En la tabla 1 se observa cómo la población mexicana se encuentra en un crecimiento exponencial desde 1895 a 2020.

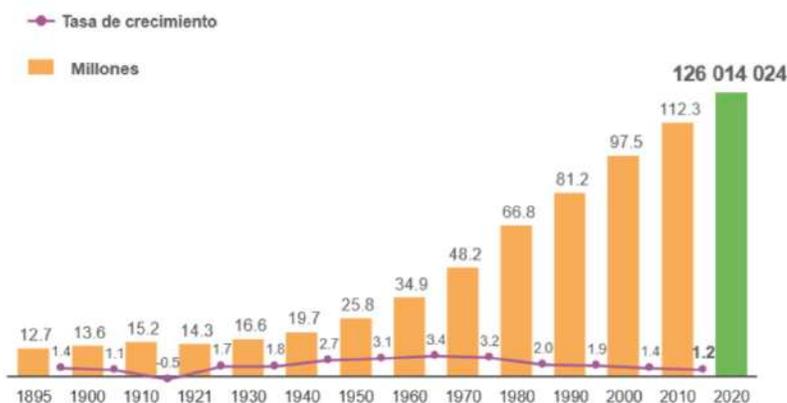


Tabla 1: Población total y tasa de crecimiento promedio anual, 1985-2020 (INEGI, 2020).



Se espera que la necesidad de suministro de alimentos contra la población explosiva aumente para 2050, lo que ha catalizado el crecimiento del mercado agrícola vertical. Se están invirtiendo fondos en el mercado para llevar desarrollos y avances tecnológicos a este sector específico (Mordor Intelligence, 2021). En la actualidad existe empresas dedicadas a la agricultura vertical, en la ilustración 4 encontramos a las cinco empresas más importantes.

Seguridad alimentaria

Según la FAO (FAO, 2016) la seguridad alimentaria se define por lo general como el acceso permanente de todas las personas a los alimentos que necesitan para una vida activa y saludable. La principal determinante de la seguridad alimentaria de un hogar es la pobreza, sin embargo, existe una alternativa a esta problemática: la creación de granjas verticales. Concepto que fue desarrollado por Dickson Despommier, microbiólogo, ecólogo y profesor de salud pública y medioambiental en la universidad de Columbia en Nueva York. Según él, las granjas verticales presentan la doble ventaja de ahorrar tierras agrícolas y de producir cerca de los consumidores, consultado en (Amazings®, 2016).

El ejemplo más representativo en la actualidad se encuentra en Dubái se encuentra la granja vertical más grande del mundo, se llama ECO 1 y con sus 30 mil 936 metros cuadrados es del tamaño de un hipermercado. En sus múltiples estantes se producen lechuga, espinaca, arúgula y verduras mixtas. Alrededor de 907 toneladas de verduras al año son producidas en esa granja que rastrea y ajusta automáticamente



Imagen 5: Las cinco principales empresas más influyentes en el mundo dedicadas a la agricultura vertical (Mordor Intelligence, 2021).

iluminación, humedad, nutrientes y otros factores que impulsan el crecimiento de las plantas. ECO 1 usa 95% menos agua de la que se requiere para cultivar verduras en el campo en condiciones tradicionales. Además, no utiliza pesticidas ni herbicidas. Incluso se recomienda no lavar las verduras pues ya están limpias (Goula, 2022).

Aportes de la agricultura vertical sobre la seguridad alimentaria Según la FAO (2010): “se estima que alrededor de 800 millones de personas se dedican a la agricultura vertical y desempeñan un papel importante en la alimentación de las ciudades” ya que el crecimiento acelerado de las ciudades está acompañado de niveles elevados de hambre y pobreza.

La agricultura vertical se presenta como una gran alternativa debido a la escasez de alimentos a causa del cambio climático, aumento de desplazamiento de personas a ciudades, abandono del campo y de la pérdida de calidad del suelo (Mogollón-Pérez y Quimbay-Díaz, 2019). Según estimaciones de la Organización

de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la población mundial superará los 9.000 millones de personas en 2050 y la demanda de productos agrícolas se incrementará entre un 60 y 70%.

Según la FAO, 2010 define la seguridad alimentaria como: “cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a alimentos con la finalidad de llevar una vida activa y sana”. Por consiguiente, agricultura vertical contribuye a la seguridad alimentaria ya que aumenta la cantidad de alimentos posibles, su frescura llega a consumidores urbanos y ofrece oportunidad de empleos.

Conclusión

En conclusión, la agricultura vertical emerge como una solución prometedora para abordar los desafíos alimentarios que enfrenta nuestra creciente población mundial. Con la urbanización en aumento y la disponibilidad de tierras fértiles disminuyendo, esta innovadora tecnología nos brinda la capacidad de cultivar alimentos de manera eficiente y sostenible en espacios reducidos y controlados. A través de la optimización de recursos como la luz, el agua y los nutrientes, la agricultura vertical puede aumentar significativamente los rendimientos por unidad de superficie, reducir la dependencia de pesticidas y herbicidas, y minimizar el impacto ambiental.

Si bien, todavía existen desafíos tecnológicos y económicos por superar, el potencial de la agricul-



Imagen: Shutterstock



tura vertical para proporcionar alimentos frescos y saludables de manera más accesible y sostenible es innegable. A medida que avanzamos hacia un futuro en el que la demanda de alimentos sigue creciendo, invertir en esta tecnología y promover la investigación y desarrollo en este campo se vuelve crucial para garantizar la seguridad alimentaria global. La agricultura vertical no solo tiene el potencial de satisfacer nuestras necesidades alimen-

tarias, sino que también puede contribuir a la mitigación de problemas como la escasez de agua y la pérdida de biodiversidad. En resumen, la agricultura vertical está bien posicionada en el mundo para desempeñar un papel fundamental en la producción que puede terminar en una situación de éxito para todos los mexicanos que decidan incursionar en este tipo de sistemas agroproductivos.



Imagen: Shutterstock

Referencias

Bailey, M. (2023). *Climatización de cultivos verticales: optimización del rendimiento y los costes energéticos*. Dantherm Group. <https://www.danthermgroup.com/es-es/dantherm/vertical-farming-climate-control-optimising-yields-and-energy-costs#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20agricultura%20vertical,la%20calidad%20de%20los%20productos>

FAO. (2010). Organización de las Naciones Unidas por la Agricultura y la Alimentación FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/al377s/al377s00.pdf>

FAO. (24 de Junio de 2016). FAO. Obtenido de Mejora de la seguridad alimentaria en el hogar: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s13.htm>

Goula. (2022, 29 julio). La granja vertical más grande del mundo produce 907 toneladas de verduras -Goula. <https://goula.lat/enterate/la-granja-vertical-mas-grande-del-mundo-produce-907-toneladas-de-verduras/#:~:text=En%20Dub%C3%A9%20est%C3%A1%20la%20granja,espinaca%2C%20ar%C3%BAgula%20y%20verduras%20mixtas>.

INEGI. (2021). EN MÉXICO SOMOS 126 014 024 HABITANTES: CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020. Fecha de consulta 2 de octubre de 2023. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_Nal.pdf

Infoagro. (2020, 4 abril). La Agricultura Vertical: La Agricultura del Futuro - Revista InfoAgro México. Revista InfoAgro México. <https://mexico.infoagro.com/la-agricultura-vertical-la-agricultura-del-futuro/>

Mogollón-Pérez, E. A. y Quimbay-Díaz, Y. P. (2019). La Agricultura Vertical como Estrategia para Garantizar la Seguridad Alimentaria en Términos de Abastecimiento y Calidad de Productos en el municipio de Gachetá, Cundinamarca. Fecha de consulta: 28 de septiembre de 2023. Disponible en: <https://library.co/document/yd-27jOgq-agricultura-estrategia-garantizar-seguridad-alimentaria-terminos-abastecimiento-cundinamarca.html>

Navarro-Martínez, F. (2023). Agricultura Vertical: ¿Moda o Solución? Fecha de consulta: 28 de septiembre de 2023. Disponible en: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/agricultura-vertical/>

Stiles, W. (2022). Cuando se contempla la posibilidad de hambrunas masivas causadas por condiciones me-

teorológicas extremas, escenarios realistas a partir de 2030, contar con la tecnología para la producción en entornos controlados garantiza cierto nivel de producción de alimentos en cualquier condición. <https://www.danthermgroup.com/es-es/dantherm/vertical-farming-climate-control-optimising-yields-and-energy-costs#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20agricultura%20vertical,la%20calidad%20de%20los%20productos>.

Wallace Springer, N. (2023, septiembre). ¿Qué debes de saber acerca de la agricultura vertical? PRO-MIX. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/qu%C3%A9-debes-de-saber-acerca-de-la-agricultura-vertical/>

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: La Huerta Digital, Jorge G. de Opazo. (2019). Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023. Disponible en: <https://lahuertadigital.es/agricultura-vertical/>

Ilustración 2: Dantherm Group, Marcus Bailey. <https://www.danthermgroup.com/es-es/dantherm/vertical-farming-climate-control-optimising-yields-and-energy-costs#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20agricultura%20vertical,la%20calidad%20de%20los%20productos>

Ilustración 3: Ortigarden.es (2020). Punto de equilibrio entre costos de producción y la productividad. Fecha de consulta: 2 de octubre 2023. Disponible en: <https://ortigarden.es/blog/espectro-de-la-luz/>

Ilustración 4: Mordor Intelligence, (2021) Tamaño del mercado de agricultura vertical. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/vertical-farming-market>

Ilustración 5: Mordor Intelligence, (2021) Las 5 principales empresas más influyentes en el mundo dedicadas a la agricultura vertical. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/vertical-farming-market>

Tabla 1: INEGI. (2020). Población total y tasa de crecimiento promedio anual, 1985-2020. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_Nal.pdf



CRITERIOS DE IMPORTANCIA PARA LA SELECCIÓN DE **HÍBRIDOS DE MAÍZ**



Imagen: Shutterstock



Aldo Martín Cervantes Rocha

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía



Alejandro Alvarado Aguilar

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía



Josué Torres Sotelo

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía



Luis Fernando Martínez Macías

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía



Mariana Lizbet Gómez Gutiérrez

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía



Norberto Navarrete Martínez

Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía

Imagen: Shutterstock



Imagen: Propia del autor.

El maíz es un cultivo representativo de México por su importancia económica, social y cultural. Su producción se divide en blanco y amarillo, el maíz blanco se destina principalmente al consumo humano, mientras que la producción de maíz amarillo se destina a la industria o la fabricación de alimentos balanceados para la producción pecuaria. (Agencia de Servicio a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, 2018).

Un híbrido de maíz resulta cuando una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera, existen varios tipos de híbridos, como el híbrido simple, híbrido triple, híbrido doble e híbrido mestizo.

En el mercado mexicano existen más de 380 híbridos de maíz que ofrecen al menos 67 empresas semilleras (Delgado, J. 2016). La selección de un híbrido de maíz es una tarea crucial para los agricultores, ya que determinará el éxito de sus cultivos. Para realizar una buena elección, es necesario considerar una serie de criterios que aseguren un rendimiento óptimo y una mayor rentabilidad. Estos

criterios pueden ser la región, el tipo de producción, los metros sobre el nivel del mar (msnm), agua, suelo y ciclo. Al tener en cuenta estos factores, los agricultores podrán tomar decisiones informadas y seleccionar el híbrido de maíz que mejor se ajuste a sus necesidades y condiciones específicas.

La elección de un híbrido no es una decisión fácil de tomar ya que es la base en lo que será tu producción. La mayoría de las veces la elección de un híbrido se basa en recomendaciones de productores vecinos o de conocidos, más que en aspectos técnicos.

Región

Este es el criterio más común para la elección de un híbrido y por el cual la mayoría de las empresas semilleras se rigen para la organización de sus híbridos. En México existen cinco zonas principalmente:

- Noroeste (Verde): Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit.
- Noreste (Amarillo): Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas.



Imagen: Propia del autor.

- Centro - Occidente (Azul): Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro y San Luis potosí.
- Centro - Sur (Gris): Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala.
- Sur - sureste (Rojo): Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Tipo de producción

Las producciones forrajeras buscan un 50% de planta y un 50% de grano, ya que estas están destinadas a la industria pecuaria y por lo general se hacen silos con estas, donde la fecha de cosecha es en la etapa R5.

En las producciones para grano, la planta es un producto secundario y se cosechan en R6.

Existen híbridos específicos para cada tipo de producción donde los forrajeros son más frondosos y con mayor biomasa y los de grano con menor biomasa; pero pueden llegar a tener hasta 2 mazorcas completas.

Altitud

La altura de un sitio, en metros sobre nivel del mar (msnm) se denomina altitud, es la distancia vertical que existe entre cualquier punto de la tierra en relación al nivel del mar. El maíz tiene un amplio rango de tolerancia, pero en las regiones denominadas valles altos, que van de los 2200 a 2600 msnm, los híbridos comunes presentan bajas en sus rendimientos. El Instituto Nacional de Investi-

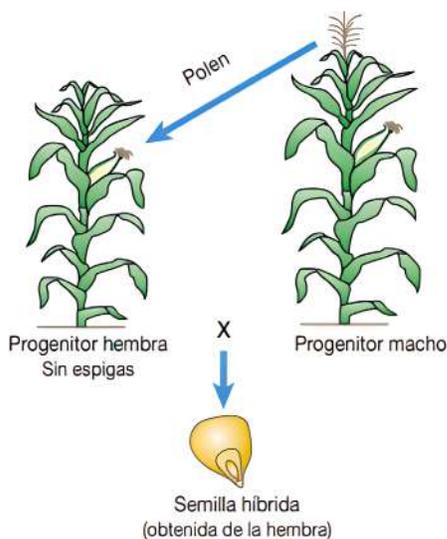


Imagen: Propia del autor.



gaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desarrolló un híbrido de maíz, H-70, para ciclos intermedios (siembra tradicional, mecanizada e intensiva), de alto rendimiento, resistente a plagas y adecuado para la industria de la masa-tortilla, con adaptación en las comunidades de los Valles Altos de la Mesa Central de México. (CIMMYT. 2015).

Disponibilidad de agua

Uno de los factores de mayor importancia ya que es indispensable para la germinación y desarrollo de la planta. Para que esta complete todo el ciclo del maíz se necesita de 500 a 800 mm de agua por hectárea o bien de 5000 - 8000 m³ de agua por hectárea. Se debe analizar si en la región que se encuentra las precipitaciones alcanzan a cubrir la demanda hídrica del maíz ya que menor a 400 mm de agua forzosamente se necesitara un sistema de riego que provea por lo mínimo 600 mm de agua.



Imagen: Propia del autor.

Tipo de suelo

El suelo óptimo para el maíz es suelto, libre compresión y grumoso. Cuando se tiene un suelo con poca profundidad se recomiendan híbridos más rústicos o cruza triples y cuando se tienen suelos con mayor profundidad se recomiendan cruza simples.



Imagen: Propia del autor.

Ciclo

El ciclo de maíz es un índice establecido por la F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en el año 1952, que en aquel entonces acordó clasificar los ciclos de maíz en 10 grupos de precocidad diferentes desde ciclo FAO 100 hasta ciclo FAO 1.000. Esta clasificación de la FAO se basaba en los días entre la siembra y la maduración fisiológica del maíz. Cuanto más largo es el ciclo, más tarda en madurar la planta de maíz. Para maximizar la producción, debemos sembrar el ciclo FAO más largo posible en cada zona, sin comprometer la correcta maduración de la variedad, y teniendo en cuenta que cada año climático es distinto. Por lo tanto, debemos ajustar el ciclo presuponiendo que el año climático será normal. (Amado, P. 2017).

Clasificación de los híbridos de maíz según el índice de precocidad FAO		
CICLO FAO	Acumulación de grados día (GDU)	DÍAS (Entre siembra y madurez fisiológica)
200	<1.826	86 - 95
300	1.826 - 1.925	96 - 105
400	1.926 - 2.000	106 - 115
500	2.001 - 2.075	116 - 120
600	2.076 - 2.125	121 - 130
700	2.126 - 2.176	131 - 140
800	2.177 - 2.227	141 - 150
900	2.228 - 2.278	151 - 160
1000	>2.279	161

Conclusión

La elección de híbridos de maíz en México es un proceso complejo que involucra múltiples factores, desde la región geográfica hasta la altitud, el agua, el suelo y el ciclo de maduración. Esta elección tiene un impacto directo en la producción y, por lo tanto, es esencial para los agricultores. A menudo, se basa en la experiencia de productores locales, lo que destaca la importancia de combinar estos conocimientos tradicionales con aspectos técnicos para tomar decisiones informadas y maximizar la productividad en el cultivo del maíz en México. Por lo tanto, después del análisis de los diversos factores que involucra la producción de maíz se concluye, que no existe un híbrido de maíz que sea mejor que otros, ya que, para cada tipo de condiciones, existen diferentes requerimientos y también se debe tomar en cuenta el manejo que se le dé al cultivo, de ello dependerán los rendimientos que se pueden alcanzar.

Referencias bibliográficas

Agencia de Servicio a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. (2018). Maíz grano cultivo representativo de México. <https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico>

AGRICULTURA (2014). Desarrolla SAGARPA maíz resistente y de alto rendimiento. Consultado el día 01/10/2023 y recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cquintanaroo/articulos/desarrolla-sagarpa-maiz-resistente-y-de-alto-rendimiento>

Agronoticias (2017). ¿Qué es mejor: El maíz blanco o el amarillo? Consultado el día 01/10/2023 y recuperado de: <https://agronoticias.com.mx/2017/11/17/que-es-mejor-el-maiz-blanco-o-el-amarillo/>

Amado, P. (2017). Recomendaciones técnicas para elegir el ciclo y la variedad de maíz más adecuada. Campo galego. <https://www.campogalego.es/recomendaciones-tecnicas-para-elegir-el-ciclo-y-la-variedad-de-maiz-mas-adeuada/>

CIMMYT. (2015). H-70: híbrido de maíz más resistente y de alto rendimiento para comunidades de los Valles Altos. CIMMYT. <https://idp.cimmyt.org/h-70-hibrido-de-maiz-mas-resistente-y-de-alto-rendimiento-para-comunidades-de-los-valles-altos/>

Delgado, J. (2016). ¿Cómo crece y se desarrolla una planta de maíz? Curso de fisiología y fenología del maíz impartida por INTAGRI. León Guanajuato, México. www.intagri.com

KWS (S.F.). El índice FAO es fundamental en nuestra selección. Consultado el día 01/10/2023 y recuperado de: https://www.kws.com/cl/es/producto/maiz/news_maiz/fao-correcto-en-maiz-para-silo.html

La Patria (2019). La ciencia detrás del híbrido de maíz. Consultado el día 01/10/2023 y recuperado de: <https://archivo.lapatria.com/ciencias/la-ciencia-detras-del-hibrido-de-maiz-443693>

MacRobert, J.M., Setimela, P., Gethi, J. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20el%20caso%20del%20ma%C3%ADz,h%C3%ADbrido%20doble%20e%20h%C3%ADbrido%20mestizo.>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Regiones Agroalimentarias de México. SADER. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/regiones-agroalimentarias-de-mexico?idiom=es>

Wikipedia (2023). Regiones de México. Consultado el día 01/10/2023 y recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Regiones_de_M%C3%A9xico



Imagen: Propia del autor.



USO DE INSECTOS BENÉFICOS EN LA AGRICULTURA: UNA ALTERNATIVA A LOS INSECTICIDAS

Imagen: Shutterstock

En los últimos años asegurar la producción de alimentos necesarios para abastecer a la población mundial se ha convertido en un tema importante, diversos reportes demuestran que, a escala global, consumimos más de lo que producimos. Esta situación podría volverse insostenible en veinte años, por tanto, se buscan diversas alternativas para resolver el problema de la escasez de alimentos (Lizárraga, et al., 2015).

Imagen: Shutterstock



Miguel Ángel Corona Cortés
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
mcc70951@lasallebajio.edu.mx



Ximena Arteaga Bravo
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
xime2715a@gmail.com



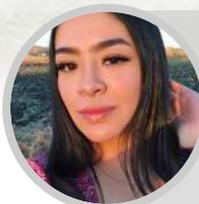
Citlalli Esmeralda Ramos López
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
c.ramos2401@gmail.com



Susana Damaris Kantún Molina
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
susanacantu17@gmail.com



Fabrizio Ramírez López
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
fabrizio2000.01.1@gmail.com



Paola Flores Hernández
Universidad La Salle Bajío
Escuela de Agronomía
pfh71112@lasallebajio.edu.mx



Una de las principales pérdidas de rendimiento de producción son las plagas que atacan a los cultivos, por lo que la agricultura moderna, no basta como única estrategia en contra de las plagas, tradicionalmente para controlar estas plagas, el método predominante es el químico, principalmente los insecticidas sintéticos (Lizárraga, et al., 2015), entonces nos hacemos las siguientes preguntas, ¿Es mejor seguir utilizando métodos químicos o es mejor utilizar insectos u insectos benéficos contra estas plagas? ¿Se puede llegar a una alianza entre estos dos métodos de control?

El uso de métodos químicos o biológicos para el control de plagas depende del tipo de plaga y del entorno en el que se encuentre. Los métodos químicos son efectivos para controlar plagas en grandes áreas y en situaciones de emergencia, pero pueden ser perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana si se usan en exceso o de manera inadecuada. Por otro lado, los métodos biológicos son más seguros para el medio ambiente y la salud humana, pero pueden ser menos efectivos que los métodos químicos en algunas situaciones (Lizárraga, et al., 2015).

Insecticidas químicos

Como ya lo sabemos, un insecticida es un compuesto químico utilizado para matar insectos nor-

malmente, mediante la inhibición de enzimas vitales. Los insecticidas tienen importancia para el control de plagas de insectos en la agricultura o para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal (Albert, 2005).

En México se han usado plaguicidas agrícolas desde fines del Siglo XIX; hasta mediados del siglo pasado se utilizaban cerca de 40 compuestos de tipo botánico o inorgánico, entre estos, arseniato de plomo, aceto-arseniato de cobre (Verde de París) y una mezcla de sulfato de cobre y cal conocida como Caldo de Bordelés. La aplicación intensiva de plaguicidas sintéticos se inició en el país hacia 1948, con la introducción del DDT y, posteriormente, de otros plaguicidas organoclorados. Después se agregaron diversos organofosforados, carbamatos y una gran variedad de herbicidas y fungicidas, todo lo cual estuvo relacionado con la llegada de la Revolución Verde, que México fue uno de los primeros países en adoptar (Albert, 2005).

El uso continuo de estos biocidas químicos y en particular de los insecticidas, puede afectar no solo a los insectos considerados plaga sino a otros organismos benéficos, entre ellos a insectos benéficos tanto predadores como parasitoides de insectos polinizadores como las abejas (Albert, 2005) (Tabla 1).

Tabla 1. Niveles de toxicidad de diferentes Ingredientes Activos e insectos plaga a los que ataca.

Toxicidad de algunos insecticidas para los principales organismos benéficos en el cultivo de páprika y pimientos											
	Ácaros predadores	Geocoris granitipes	Melis purpuripes	Escarabajos del suelo	Abejas	Tijeretas	Coccinélidos	Oritus insidiosus	Avispas parasíticas	Moscas melitreras	Trips predadores
Abamectina	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Acetato	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Buprofezin	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Carbaryl	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Chlorpyrifos	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Climazolin	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Dimethoate	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Endosulfan	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Imidacloprid	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Methamidophos	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Methomyl	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Azinphos	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Tebuconazole	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico

Toxicidad de algunos insecticidas para los principales organismos benéficos en el cultivo de páprika y pimientos											
	Ácaros predadores	Geocoris granitipes	Melis purpuripes	Escarabajos del suelo	Abejas	Tijeretas	Coccinélidos	Oritus insidiosus	Avispas parasíticas	Moscas melitreras	Trips predadores
Imidacloprid	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Indoxacarb	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Metamidofos	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Methomyl	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Methoxyfenozide	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Oxaryl	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Permethrin	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Piriprothion	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Pyriproxyfen	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Spinosad	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Spiromesifen	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Tebuconazole	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Thiamethoxan	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico
Zeta-cypermethrin	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Altamente tóxico

Nota: Devanie, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Revista peruana de medicina experimental y Salud Pública, 25(1), 74-100. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342008000100011&script=sci_abstract

En México se encuentran autorizados 83 ingredientes activos de insecticidas que pueden causar la muerte a las abejas en cientos de formulaciones comerciales; éstos son autorizados por la Comisión Federal de Protección de Riesgos Sanitarios (Cofepris) de la Secretaría de Salud, con el aval de Sagarpa y Semarnat. Entre ellos se encuentran los insecticidas neonicotinoides imidacloprid y fipronil prohibidos temporalmente en la Unión Europea y comercializados en México por empresas como Bayer o BASF, entre otras (Berajano, 2017).

Sabemos además que hay otros efectos no letales causados por plaguicidas. Como el paratión metílico, un insecticida organofosforado que afecta el sistema nervioso, que pueden causar que las abejas no puedan comunicar a otras la dirección de la fuente del alimento; o de insecticidas neonicotinoides a los que se ha asociado con alteraciones en la navegación de las abejas y desorientación, lo que les dificulta encontrar su alimento y volver a sus colonias (Berajano, 2017).

Los insecticidas pueden hacer acción sobre uno o diferentes de los estados de desarrollo del artrópodo y se pueden considerar ovicidas, larvicidas y adultecitas respectivamente si eliminan los huevos, la larva o el adulto. Los insecticidas pueden entrar en contacto con el insecto a través de la alimentación cuando tocan al insecto o, lo más habitual, de forma combinada. La forma más moderna y efectiva de actuación, en caso de plantas, es la introducción del insecticida en el interior de la planta y a través de los vasos conductores repartirse por toda la planta y la convierten en venenosa para la plaga (Albert, 2005).

Beneficios de insecticidas químicos (Brambilia, s.f):

- Tienen importancia para el control de plagas de insectos en la agricultura o para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal.
- Su acción es inmediata
- Puede acabar con distintos tipos de plagas.
- Desaparece lentamente.

- Poca sensibilidad a factores ambientales.
- Se produce ampliamente a nivel mundial

Desventajas de insecticidas químicos (Brambilia, s.f):

- Matan incluso a los enemigos naturales de las plagas
- Los insectos desarrollan resistencia al insecticida después es necesario usarlo en mayor cantidad.
- Lenta degradación por lo cual alteran el balance de la naturaleza
- Alta peligrosidad.
- El manejo de estos compuestos lleva consigo riesgos de intoxicación

Estrategias para implementar el uso de insecticidas

¿Cuándo se debería utilizar un insecticida?

- Cuando el cultivo enfrenta una infestación de insectos que ya has comprobado que son nocivos.
- El problema sobrepasa el umbral económico.
- En la época adecuada del año.
- Considerando factores climáticos, como el viento y la lluvia.

Insectos benéficos

El control de las plagas y las enfermedades en los cultivos es un objetivo que todo productor persigue. Ante esta necesidad, existen una serie de insectos que sí son bienvenidos, los insectos benéficos, mismos que son una solución (a través de un equilibrio natural) ante los invasores de nuestro cultivo (Arándanos, BBC, 2019).

Se requieren programas nacionales que apoyen las estrategias de control biológico por conservación para aumentar las poblaciones naturales de los insectos benéficos para todos los cultivos, reducir los productos químicos y el daño que puede generar en las personas (INTA, 2022).



En general, existen dos grandes tipos: los que controlan plagas y los que mejoran al huerto. Los que controlan plagas se conforman por depredadores y parasitoides, ambos hacen uso de los insectos plaga. Los segundos, son insectos que ayudan a mejorar el huerto, ya sea como polinizadores o aportando nutrientes. (Arándanos, BBC, 2019).

Principales insectos benéficos en el mercado

Los principales insectos que podemos encontrar en el mercado, según Fuster, (2019):

- *Crisopas*

Se trata de un animal de tamaño pequeño y color verdoso que presenta un cuerpo alargado, con antenas y alas grandes y transparentes (Imagen 1 y 2). Es especialmente atraído por las flores y en su dieta aparecen otros insectos como trips, ácaros y cochinillas.



Imagen 1 y 2. Recuperado de: Insectos benéficos: crisopas verdes | CANNA España. (s. f.).
https://www.canna.es/insectos_beneficiosos_crisopas_verdes

- *Mantis religiosas*

Dentro del mundo de los insectos, este es uno de los depredadores más reconocibles. En su edad adulta la mantis religiosa es un animal de entre 4 y 7 centímetros, rápido y ágil (Imagen 3) I. Entre sus presas se encuentran otros insectos beneficiosos, pero también se alimenta de escarabajos, orugas, polillas y diferentes tipos de larvas.



Imagen 3. Recuperado de: Mantis religiosa. (2017). National Geographic.
<https://www.nationalgeographic.es/animales/mantis-religiosa>

- **Avispas**

Entre las diferentes especies de avispas hay polinizadoras, depredadoras de larvas o huevos y parasitoides (Imagen 4). Estas últimas suelen infectar a otros insectos con sus huevos de manera que las larvas se desarrollan en el interior o alrededor del ejemplar parasitado, alimentándose de él. Moscas blancas, trips y pulgones son algunas de sus víctimas.



Imagen 4. Recuperado de: Avispas. (2017). National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/animales/avispas>

- **Chinches**

Algunas especies de chinches como el pirata o el escudo se alimentan de ácaros, pulgones, mosca blanca y huevos o larvas de diferentes especies (Imagen 5). Generalmente, los chinches están provistos de un estilete por el que absorben a sus presas.



Imagen 5. Recuperado de: CHINCHES PIRATAS (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE). (s. f.). <https://agronoticias2012.blogspot.com/2018/04/conoce-los-chinches-piratas-hemiptera.html>



- *Escarabajos*

Al igual que sucede en el caso anterior, existen numerosas especies de escarabajos depredadores que se alimentan de larvas y ejemplares adultos de ácaros e insectos como la mosca blanca o el pulgón.



Imagen 6. Recuperado de : Sonya. (2018, 22 mayo). <https://hablemosdeinsectos.com/escarabajos-o-coleopteros/>

- *Abejas y otras especies polinizadoras*

Estos insectos se alimentan de néctar y transportan, adherido a su cuerpo, el polen de flor en flor. De esta manera favorecen la biodiversidad y la supervivencia de múltiples especies de plantas. Aunque su cara más visible son las abejas, existen multitud de insectos polinizadores como las mariposas, determinadas avispas o los abejorros (Imagen 7).



Imagen 7. Recuperado de : Rentería, A. G. (2021, 7 mayo). <https://www.bunko.pet/adiestramiento/10-interesantes-datos-del-animal-mas-importante-del-mundo-las-abejas-20210507-0015.html>

- **Mariquitas**

Actualmente existen más de 4000 especies diferentes de mariquitas (Imagen 8) y la mayoría de ellas son depredadoras de insectos como pulgones, moscas blancas, arañas rojas o polillas. Su presencia es muy habitual en muchos espacios de nuestro país.



Imagen 8. Recuperado de : Daniel. (2018, 22 mayo). <https://hablemosdeinsectos.com/mariquita/>

Ventajas insectos benéficos

Beneficios de insectos benéficos (CEICKOR, 2020):

- Mejora de la estructura del suelo y, por lo tanto, su aprovechamiento
- Ayudan al reciclaje de nutrientes
- Tiene un precio muy ajustado
- Suprimen a los insectos plaga

Usos de los insectos benéficos

Tomando el enfoque en su uso en el control biológico, consiste en la acción de enemigos naturales contra plagas y malas hierbas; sobre todo el uso de depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus, nematodos etc. Este control resulta particularmente exitoso contra plagas importadas, trayendo su enemigo natural desde su lugar de origen. Muchos de estos enemigos naturales han sido manipulados, y en la actualidad se usan como formulados listos para ser aplicados (Jiménez, 2009).

El control biológico clásico es la regulación de la población de una plaga mediante enemigos exóticos (parásitos, depredadores y/o patógenos) que son importados con este fin. Usualmente, la plaga clave es una especie exótica que ha alcanzado una alta densidad poblacional en el nuevo ambiente debido a condiciones más favorables que en su lugar de origen. Por lo tanto, la introducción de un enemigo natural específico, autorreproductivo, dependiente de la densidad, con alta capacidad de búsqueda y adaptado a la plaga exótica introducida, usualmente resulta en un control permanente (Jiménez, 2009).

Frecuentemente, debido a que los agentes de control biológico son cuidadosamente seleccionados para que se adapten mejor a sus huéspedes, éstos se diseminan espontáneamente a través de todo el rango de sus hospederos, para realizar un control biológico efectivo a un costo relativamente bajo (Guy, 2022).

Las prácticas de liberación de los insectos benéficos deben implementarse en los tiempos correc-



tos, cuando las poblaciones del insecto plaga no son muy altas, ya que estos son una alternativa de prevención que pueden mantener niveles de daño bajos y evitar el uso de insecticidas químicos de manera frecuente (Sinue, 2019).

Esta estrategia requiere la propagación masiva y la periódica liberación de enemigos naturales exóticos o nativos que pueden multiplicarse durante la estación de crecimiento del cultivo, pero no se espera se conviertan en una parte permanente del ecosistema. La liberación aumentativa puede realizarse con expectativas de corto o largo plazo, dependiendo de la especie de plaga a tratar, las especies de enemigos naturales y el cultivo (Guy, 2022).

CONCLUSIÓN

La elección entre el uso de insectos benéficos y insecticidas químicos en la agricultura es una decisión que depende en gran medida del contexto y de los objetivos específicos de la producción. Ambos enfoques tienen ventajas y desventajas que deben ser cuidadosamente consideradas.

Por un lado, los insectos benéficos son una opción más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Estos insectos pueden ser utilizados en condiciones protegidas, como invernaderos, y en extensiones pequeñas o aisladas. Contribuyen a un control natural de las plagas, reduciendo la necesidad de productos químicos y promoviendo la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas. Además, su uso a menudo resulta en una mayor calidad de los productos y puede ser beneficioso para la imagen de la agricultura sostenible.

Por otro lado, los insecticidas químicos siguen siendo una herramienta importante en la lucha contra plagas, especialmente en extensiones grandes de terreno. En situaciones de emergencia, donde una plaga puede devastar rápidamente los cultivos, los insecticidas químicos pueden ser la opción más efectiva para el control rápido de las plagas. Sin

embargo, su uso excesivo puede tener efectos negativos en la salud humana y el medio ambiente, lo que subraya la importancia de su uso responsable. En conclusión, no existe una única respuesta adecuada en la elección entre insectos benéficos e insecticidas químicos en la agricultura. La mejor estrategia dependerá del tipo de superficie en la que se utilizará el control. En superficies con extensiones grandes de terreno a campo abierto se recomienda utilizar insecticidas químicos y en condiciones protegidas y extensiones pequeñas o aisladas se recomienda más utilizar insectos benéficos.

REFERENCIAS

Albert, L. (2005). *Curso básico de toxicología ambiental*, Ed. Limusa. México D.F. pp. 311.

Arándanos, BBC (2019). *Los insectos benéficos en la agricultura protegida*. Consultoría de arándanos. <https://blueberriesconsulting.com/los-insectos-beneficos-en-la-agricultura-protegida/>

Brambila, D. (s. f.). Ventajas y desventajas de los insecticidas químicos y naturales. <https://prezi.com/iqajkdhzf2w/ventajas-y-desventajas-de-los-insecticidas-quimicos-y-naturales/>

Berajano, F. (2017). Mexico: Plaguicidas e insectos benéficos, y el caso del gusano cogollero. BIODIVERSIDADLA. https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Mexico_Plaguicidas_e_insectos_beneficos_y_el_caso_del_gusano_cogollero

Centro Universitario CEICKOR. (2020). Microorganismos benéficos en la agricultura. <https://www.centrouniversitarioceickor.edu.mx/home/2020/01/10/microorganismos-beneficos-en-la-agricultura/>

FUSTER. (2019). Insectos potenciadores, aliados del agricultor. BLOG. <https://www.repuestosfuster.com/blog/insectos-beneficiosos-aliados-agricultor/>

Guy, S. (2022). Los insectos benéficos. Recuperado de <https://croptaia.com/es/blog/los-insectos-beneficos/#:~:text=de%20pesticidas%20qu%C3%ADMICOS.-,El%20>

uso%20de%20insectos%20benéficos%20para%20el%20control%20de%20plagas,y%20ácaros%3A%20depredadores%20y%20parásitos

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2022). Insectos benéficos, aliados para controlar plagas en algodón. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/insectos-beneficos-aliados-para-controlar-plagas-en-algodon>

Jiménez, E. (2009). Manejo Integrado de plagas. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Recuperado de <https://repositorio.una.edu.ni/2456/1/nh10j61p.pdf>

Lizárraga-Sánchez, G. J., Leyva-Madrigal, K. Y., Sánchez-Peña, P., Quiroz-Figueroa, F. R. y Maldonado-Mendoza, I. E. (2015). *Bacillus cereus sensu lato* strain B25 controls maize stalk and ear rot in Sinaloa, Mexico. *Field Crops Res*, 176, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.015>.

Mantis religiosa. (2017). National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/animales/mantis-religiosa>

Sinue, A. Pineda, S. (2019). Insectos benéficos, aliados del agricultor. Recuperado de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/352-numero-41/648-insectos-beneficos-aliados-del-agricultor.html#:~:text=Las%20prácticas%20de%20liberación%20de,insecticidas%20qu%C3%ADmicos%20de%20manera%20frecuente>.

REFERENCIAS DE IMÁGENES

Avispas. (2017). National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/animales/avispas>

Conoce los CHINCHES PIRATAS (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE). (s. f.). <https://agronoticias2012.blogspot.com/2018/04/conoce-los-chinches-piratas-hemiptera.html>

Daniel. (2018, 22 mayo). Mariquita: características, significado, tipos y mucho más. Hablemos de insectos, cucarachas, hormigas, mosquitos y más. <https://hablemosdeinsectos.com/mariquita/>

Insectos beneficiosos: crisopas verdes | CANNA España. (s. f.). https://www.canna.es/insectos_beneficiosos_crisopas_verdes

Mantis religiosa. (2017). National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/animales/mantis-religiosa>

Rentería, A. G. (2021, 7 mayo). 10 interesantes datos del animal más importante del mundo: las abejas. Bunko. <https://www.bunko.pet/adiestramiento/10-interesantes-datos-del-animales-mas-importante-del-mundo-las-abejas-20210507-0015.html>

Sonya. (2018, 22 mayo). Escarabajos o coleópteros: características, alimentación, metamorfosis. Hablemos de insectos, cucarachas, hormigas, mosquitos y más. <https://hablemosdeinsectos.com/escarabajos-o-coleopteros/>

REFERENCIAS DE TABLAS

Devine, G. J., Eza, D., Ogasu, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista peruana de medicina experimental y Salud Pública*, 25(1), 74-100. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342008000100011&script=sci_abstract



Imagen: Shutterstock

MAESTRÍA EN

Producción Pecuaria



Universidad
La Salle®
Bajío

POS
GRÁ
DOS

La Universidad 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.

Producción Pecuaria

Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios: Campus Campestre SEP No. 20130354.
Programa registrado ante la Dirección General de Profesiones

Objetivo general

Formar profesionales capaces de diseñar y adaptar las tecnologías de reproducción animal y producción para la mejora de la productividad, desempeño y salud de los animales, mediante la aplicación de técnicas de investigación, administración y comercialización pecuaria.

Dirigido a

Egresados de las licenciaturas en Medicina Veterinaria Zootecnista, Biología, Agronomía, Biotecnología, o áreas afines.

Horario de clases

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



PLAN DE ESTUDIOS

1er CUATRIMESTRE

Fisiología Reproductiva
Evaluación de la Capacidad Reproductiva
Metodología para la Investigación Pecuaria

2o CUATRIMESTRE

Control Hormonal e Inseminación Artificial
Transferencia Embrionaria

3er CUATRIMESTRE

Enfermedades Reproductivas
Nueva Biotecnología en Reproducción Animal Asistida
Proyectos Integrales en Producción Animal

4o CUATRIMESTRE

Sistemas de Producción de Ovicaprinos
Sistemas de Producción de Porcinos
Administración y Economía Agropecuaria

5o CUATRIMESTRE

Producción de Bovinos
Proyectos Productivos Agropecuarios
Bioestadística para Medicina Productiva

Campus Campestre

c_mprodpecuaria@lasallebajio.edu.mx
Tel. (477) 710 85 00, ext. 2900



EMPLEO DE AGROQUÍMICOS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, VENTAJAS Y DESVENTAJAS



María Fernanda Segura Martin
Universidad La Salle Bajío
Medicina Veterinaria y Zootecnia
msm70749@lasallebajio.edu.mx



Vanessa Pérez Sainz
Universidad La Salle Bajío
Medicina Veterinaria y Zootecnia
vps69459@lasallebajio.edu.mx



Diana Grisel Manzano Cuellar
Universidad La Salle Bajío
Ingeniero agrónomo en producción
msm70749@lasallebajio.edu.mx



Luis Fernando Barajas Cuevas
Universidad La Salle Bajío
Ingeniero agrónomo en producción
lbc70061@lasallebajio.edu.mx



Luis López Amezcua
Universidad La Salle Bajío
Ingeniero agrónomo en producción
lla70792@lasallebajio.edu.mx





Los fertilizantes químicos que se conocen hoy en día son los compuestos que se usan en la agricultura para proporcionar nutrientes necesarios para el crecimiento de plantas. Los fertilizantes químicos tienen ventajas y desventajas. Entre las ventajas están la alta eficiencia, la precisión en la cantidad de nutrientes, la flexibilidad en el uso y el bajo costo. Es además de suma importancia tener la seguridad de tener una productividad y rendimiento adecuado del suelo contando con las mejores características que necesite cada tipo de planta para que sea bien desarrollada y además fuertes. Claro que todo esto tiene un gran impacto para la economía agraria y para los demás. Hoy en día contamos con IA, nuevas tecnologías y más investigaciones que nos permiten aumentar nuestro número de producción y sobre todo seguridad para proteger nuestras plantaciones. Tomando en cuenta los fertilizantes, pesticidas, abonos y más como principal método para tener buenas plantaciones. Por ello hoy decidimos escribir este artículo para informarte acerca de la importancia de reconocer y aprender más de los fertilizantes químicos para tener las mejores plantaciones de tu mercado contemplando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.



Imagen: JOHN DEER (2020) Fertilizantes orgánicos y naturales.
<https://www.equipartes.com.mx/node/1495>



Imagen: Shutterstock

¿QUE ES UN FERTILIZANTE?

Son compuestos químicos que se usan en la agricultura para suministrar nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio y otros minerales a las plantas. Los fertilizantes se pueden aplicar directamente al suelo o se pueden diluir en agua y aplicarse por medio de riego. Tomando en cuenta que las plantas también nos aportan elementos extras como hierro, zinc, cobre y más. Todo esto es posible con los complementos de agua y sol para un buen manejo de la tierra y que en efecto sea una tierra fértil.

Los fertilizantes se pueden dividir dependiendo de lo que son ya que existen fertilizantes de tipo orgánico, químicos, en este artículo nos enfocamos en los químicos, que se elaboran artificialmente con materiales sintéticos o ya sea también de origen vegetal o minerales, pero con la función de proveer sustratos, sustancias y nutrientes al suelo para que sean notables los beneficios en la salud de la planta. A diferencia de los fertilizantes orgánicos, se forman de manera natural y también reciben el nombre de abonos, Un gran ejemplo de los fertilizantes naturales y los fertilizantes químicos es su solubilidad en agua ya que puede ser más lenta por lo tanto la absorción en la raíz también es lenta y esto nos genera una producción más tardará. <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/fertilizantes-quimicos-ventajas-y-desventajas/#:~:text=En%20resumen%2C%20la%20mala%20utilización,de%20este%20tipo%20de%20fertilizantes>



Imagen: Nele Verhulst y Ana Rosa García López 2022. Hub Pacífico.

HABLEMOS DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS....

Tomando en cuenta la gran demanda alimenticia que existe hoy en día en el mundo, ya no hablamos de una pequeña población, hablamos del mundo entero por la sobrepoblación que ha avanzado con el paso de los años esto nos da un resultado de mejoras en la cosecha y gracias al avance tecnológico se puede analizar y considerar de mejor manera las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Algunas de las desventajas son que los fertilizantes químicos pueden ser contaminantes ambientales, se pueden llegar a acumular en el suelo, causar intoxicación en los animales y humanos, pueden también causar desbalance de los ecosistemas. Además, los fertilizantes químicos pueden dañar a los microorganismos de la tierra y reducir la fertilidad del suelo a largo plazo. Otra desventaja de los fertilizantes químicos es que pueden también tener un impacto en la biodiversidad, o sea, la variedad de organismos que viven en un lugar. Esto se debe a que los fertilizantes pueden cambiar las condiciones de las plantas y afectar a los animales e insectos que viven en ellas. Es totalmente que se tenga un mayor sistema de control para que todo este balanceado y haya menor riesgos para el medio y la salud. Existen diversas causas consecuentes al mal uso de fertilizantes como la degradación en los suelos; esto es de lo más importante ya que el suelo podría perder sensibilidad y capacidad de absorción por el uso inadecuado. La contaminación del agua subterránea ya que llega a ser más desmedida y descontrolada pensando en el futuro se tendrán que manejar fertilizantes con mayor toxicidad que a lo largo del tiempo podría acabar con la cosecha, todo va conectado con eslabones. Las quemaduras de las plantas, esto pasa por el alto contenido de sales, la planta se deshidrata y fácilmente se observa en los tejidos de las plantas. Consecuente a un crecimiento desmedido y perjudicial de las plantas; esto ocurre debido al uso excesivo de los agroquímicos, ya que las raíces no están preparadas para un crecimiento mayor que el estándar vegetal.

Mencionando las ventajas y beneficios principales tenemos primordialmente mayor productividad



Imagen: KIM MCLEOD, (2021) Tipos de fertilizantes LOS FERTILIZANTES APORTAN A LAS PLANTAS UNO O VARIOS DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS INDISPENSABLES PARA SU DESARROLLO VEGETATIVO. [HTTPS://WWW.CONSUMER.ES/BRICOLAJE/TIPOS-DE-FERTILIZANTES.HTML](https://www.consumer.es/bricolaje/Tipos-de-fertilizantes.html)

ya que el gran rendimiento que hay con los fertilizantes químicos requeridos por la agricultura esto debe de ser tipo intensivo hoy en día, dicho eso el rendimiento debe de ser mayor y más optimizado ya que se reduce la cantidad de hectáreas y los fertilizantes químicos son el complemento adecuado para lograr este objetivo. El ajuste de los suelos; tomemos en cuenta que hoy en día se producen de forma artificial y gracia a ello se pueden remplazar las necesidades específicas de cada suelo, gracias a los fertilizantes químicos se han podido corregir las diferencias entre cada una de las necesidades de la plantación y se aporta mejor plantación a la tierra. Por ello los fertilizantes químicos tienen índices precisos y adecuadamente complementados para cada una de las sustancias que aportan. Ahora mencionemos la utilidad que tienen en situaciones críticas, estos químicos son la gran solución emergente ante los efectos rápidos que hay por las situaciones climáticas críticas. Ya que las condiciones climáticas cálidas y soleada favorecen el crecimiento de gran variedad de cultivos, pero siempre con un riesgo constante de sequías, pero siempre tomando en cuenta que la luz solar intensa y las temperaturas cálidas puede acelerar el proceso de germinación.

IMPORTANCIA DEL ESTADO FÍSICO Y LA PRESENTACIÓN DE LOS FERTILIZANTES.

Esta parte es de suma importancia para la forma y además la condición en la que se utiliza ya que dicha presentación también depende de la homogeneidad y distribución e integración en la tierra. Existen fertilizantes sólidos que se adquieren en polvo, pastillas, clavos, geles, bastoncillos, granulados y todos estos se colocan en la tierra para que se liberen los nutrientes de forma gradual. Los líquidos vienen siendo los más utilizados ya que son de uso fácil por la manera en que se aplica en la planta o disueltos en agua ya sea con regaderas, dosificadores de manguera por el efecto inmediato que tienen. Los fertilizantes foliares son uno de los mejores complementos para la alimentación del sustrato ya que se pulveriza sobre las hojas y de esta manera penetran los nutrientes hasta la savia. Claro que tiene un alto riesgo dependiendo del clima como llueva en exceso, sol, calor por lo que se mencionó anteriormente, la planta se puede quemar, y por último el amoníaco que es un fertilizante gaseoso y se maneja de forma adecuada a si la temperatura y presión es normal, funciona bien para el almacenaje y transporte ya que esta pasa de su estado líquido a comprimirse, se inyecta en el suelo y vuelve a transformarse en gas.



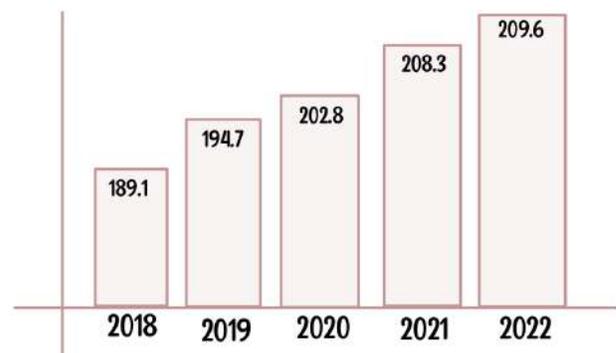
Imagen: DVA Group. (2023) All rights reserved. Website & Digital Strategy by www.meine.group

PARA CONCLUIR...

Para concluir en nuestro artículo hemos realizado una investigación a fondo, en la cual nos permitimos realizar estadísticamente el incremento de producción por el uso de fertilizantes químicos en base del lapso 2018 a 2022.

Tenemos que tomar en cuenta que para la agricultura es de suma importancia asegurar una buena productividad y buen rendimiento del suelo teniendo presente que los fertilizantes químicos si se administran en nuestros cultivos de manera adecuada, tendremos un crecimiento de producción excepcional. Toda esta información esta hecha para ti para cultivarte nuevas y mejores ideas y que de esta manera la próxima vez implementes en tus cultivos, fertilizantes químicos.

Aumento de producción anual mundial en base al uso de fertilizantes químicos





LA ALFALFA

UN CULTIVO PARA EL FUTURO, ALIMENTO PARA TODOS

La alfalfa es una hierba que se utiliza principalmente como forraje para el ganado; además, por su valor nutritivo también tiene lugar en la cocina mexicana (SADER, 2019). En México, la alfalfa es cultivada en 26 estados y en 2018 el cultivo de esta planta superó las 38 millones 729 mil toneladas. La alfalfa es conocida como el padre de todos los alimentos porque sus raíces son muy profundas, lo que la hace una planta muy resistente a las sequías y le permite obtener nutrientes que no siempre están disponibles en la superficie del suelo.



Imagen: Shutterstock



Juan Pablo Gutierrez Villanueva

Universidad La Salle Bajío
Desarrollo de Negocios
juampigutz@live.com.mx



Alice Gintzburger

Universidad La Salle Bajío
Desarrollo de Negocios
ag37211@lasallebajio.edu.mx



José De Jesús Mena Magaña

Universidad La Salle Bajío
Desarrollo de Negocios
checheMM@hotmail.com



Jorge Francisco Martínez Hernández

Universidad La Salle Bajío
Desarrollo de Negocios
jh19062000@gmail.com



Miguel Alejandro Lopez Mendoza

Universidad La Salle Bajío
Desarrollo de Negocios
LopezMendoza99@hotmail.com

Imagen: Shutterstock



Imagen: Propia del autor.

Esta hierba es cultivada en nuestro país desde el siglo XVI y era ocupada principalmente tanto para alimentar al ganado bovino lechero como para elaborar alimentos balanceados para otros animales. Una vez seca y almacenada, la alfalfa se utiliza como alimento de ganado vacuno, ovino, porcino, caballar y aves de corral.

Gracias a que la alfalfa es rica en calcio y vitamina D, se usa como complemento alimenticio, para tratar diversos problemas del aparato digestivo, respiratorio urinario y nervioso.

El cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa L.*) constituye el forraje más utilizado en la actividad ganadera del país, tanto por los grandes volúmenes que aporta, así como por su excelente calidad nutritiva (Castro, 1993).

La alfalfa se encuentra distribuida en las áreas templadas, áridas y semiáridas de México, bajo condiciones de riego; los principales estados productores son: Chihuahua, Hidalgo, Guanajuato, Región Lagunera, Baja California, Durango, Sonora, Coahuila, Puebla, San Luis Potosí, Zacatecas y Jalisco. Para el 2016, se reportó una superficie sembrada de 385,533 hectáreas en promedio, con una producción en verde de 21.6 millones de toneladas y un rendimiento medio anual de 56.4 ton/ha (SIAP, 2016).



Imagen: Propia del autor.

La llegada de la alfalfa al continente americano se produce en el año 1519, en México. Posteriormente Hernán Cortez en 1525 trae más semillas a América y en 1530 Francisco Pizarro, en su conquista al Perú, introduce la alfalfa para la alimentación de sus caballos. De allí pasa a Chile llevada por Pedro de Valdivia en 1541 y Pedro del Castillo la introduce en Cuyo (Mendoza) en 1561.

A Estados Unidos ingresa desde México en 1550 por misioneros que arribaron primeramente a Texas y luego se distribuyó por Arizona, Nuevo México y California, desde donde se extiende al resto del país adquiriendo una gran importancia su cultivo.

Selección de variedades de alfalfa

Una forma de mejorar el cultivo de alfalfa es escogiendo una variedad de alfalfa que se adapte bien a nuestra zona. Hay muchas variedades de alfalfa registradas en el mercado, pero el factor que mejor mide la adaptabilidad de la variedad es la parada invernal. Cuando llega el invierno y bajan las temperaturas, las plantas de alfalfa dejan de crecer. Durante el otoño acumulan reservas energéticas en sus raíces para utilizarlas cuando llegue la primavera. Este período se llama parada invernal.



Imagen: Propia del autor.



Este proceso natural no lo pasan todas las variedades de alfalfa. Hay variedades de alfalfa que sí crecen durante el invierno, pero son más susceptibles a las heladas y pueden gastar demasiado sus reservas energéticas y desarrollarse mal durante la primavera. A la hora de escoger variedades de alfalfa, es importante tener en cuenta este factor y conocer bien el clima de nuestra zona para detectar qué variedades se pueden adaptar mejor y ser más rentables.

Rendimiento en el cultivo de alfalfa

El rendimiento total del cultivo de alfalfa por hectárea y año oscila entre las 25 y 40 toneladas de forraje. Esta diferencia depende del clima y del tipo de producción. El cultivo de alfalfa se corta anualmente de 2 a 3 veces en temporal y de 4 a 5 con riego.

Se calcula que en zonas áridas las necesidades hídricas del cultivo de alfalfa para tener rendimientos de 20-35 tn/ha son altas. Aunque el cultivo de alfalfa sea tolerante a la sequía se recomienda una dosis de 8000-10000 m³/ha y que el suelo nunca baje del 50% de su capacidad hídrica.

Se recomienda establecer una dosis de siembra de 400-450 plántulas/m² el primer año en regadío. De esta forma el segundo año tendremos alrededor de unas 250 plántulas/m², el tercer año 150 plántulas/m² y el último año unas 50-100 plántulas/m².

Imagen: Propia del autor.

Razones para cultivar alfalfa:

Hay muchas razones para que la alfalfa sea un cultivo más de nuestra explotación:

- Producción de forraje para autoconsumo o venta.
- Cultivo plurianual (4-5 años).
- Rotación y diversificación de cultivos, siendo un gran cultivo previo a un cereal.
- Fertilización del suelo e incremento del nitrógeno y la materia orgánica.
- Entra dentro de los cultivos greening en la ayuda de la PAC.
- Conservación del forraje en pacas de heno o ensilado

La producción de fardos de alfalfa es variable durante el año. En los meses de primavera y verano se producen 150 fardos en el corte de una hectárea, pero en el resto del año se obtienen sólo cerca de 80 fardos. La producción media anual se estima en 920 fardos/ha.

Rentabilidad del cultivo de alfalfa

Actualmente el precio por kilo de alfalfa henificada en los alrededores y municipios conurbados de Celaya y de Dolores, Hidalgo que son las principales zonas productoras del estado de Guanajuato, oscila entre 1.9 y 2.0 pesos por kilogramo.

Con estas características productivas se obtiene una relación beneficio-costos atractiva, pero dos factores relacionados permitirían mejorar la situación actual.

En primer lugar, se debe considerar que es necesario establecer esquemas de proveeduría. Lo anterior debido a que el precio de venta podría aumentar si el productor se vincula con la agroindustria. En otras palabras, un proveedor de alfalfa para los establos lecheros puede obtener un sobreprecio por cumplir con ciertos estándares de calidad.

En este sentido resultaría necesaria, adicionalmente, la organización de los productores. Dada la escala de producción, es necesario asociarse para

ser capaz de abastecer la demanda diaria de los establos. Los establos de un rango de entre 2,500 y 3,000 vacas demandan cerca de 15 toneladas de alfalfa henificada diaria. Así, un productor aislado difícilmente podría afrontar esa demanda.



Imagen: Propia del autor.



Fortalezas del cultivo de alfalfa

- **Alta demanda:** La alfalfa es una de las forrajeras más populares y ampliamente utilizadas en la alimentación del ganado, especialmente en la cría de ganado lechero y de carne. Debido a la demanda constante de alimentos para animales, hay un mercado establecido para la alfalfa.
- **Valor nutricional:** La alfalfa es rica en nutrientes esenciales como proteínas, fibra, vitaminas y minerales, lo que la convierte en una excelente fuente de alimento para el ganado. Su alto contenido de proteínas es especialmente beneficioso para el crecimiento y la salud de los animales.
- **Versatilidad:** La alfalfa se puede utilizar de diversas formas, incluyendo heno, ensilado y pastoreo directo. Esto permite a los agricultores adaptarse a las necesidades específicas de su ganado y condiciones climáticas.
- **Crecimiento vigoroso:** La alfalfa es una planta perenne que puede regenerarse durante varios años si se maneja adecuadamente. Esto reduce los costos de replantación y mantenimiento en comparación con cultivos anuales.
- **Resistencia:** La alfalfa es conocida por su resistencia a condiciones adversas como sequías y suelos pobres. Esto significa que puede cultivarse en una variedad de regiones y condiciones climáticas.
- **Mercado global:** La alfalfa es un cultivo con demanda tanto a nivel local como internacional. Esto brinda oportunidades para la exportación a mercados extranjeros.
- **Beneficios medioambientales:** La alfalfa puede mejorar la calidad del suelo y reducir la erosión debido a su sistema radicular profundo y su capacidad para fijar nitrógeno en el suelo.
- **Subproductos:** Además de su uso principal como forraje, la alfalfa también se utiliza en la industria de la alimentación animal y puede generar subproductos como pellets y extractos de alfalfa, que pueden tener aplicaciones adicionales en la nutrición animal.



Imagen: Propia del autor.

Bibliografía

Ferrari, M. (2015). Producción y comercialización de cubos y pellets de alfalfa: un análisis desde la nueva economía institucional (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Escuela para Graduados).

Pogliotti, M. V. (2017). Plan de negocios para la producción y comercialización exterior de megafardos de alfalfa de alta calidad (Bachelor's thesis).

Castro A., L. 1993. Tecnología para producir semilla de alfalfa. In: Situación actual de la producción, investigación y comercio de semillas en México. Mendoza O., L. E., E.Fabela Ch., P. Cano R. y J. H. Esparza M. (eds.)Memoria del Tercer Simposio Mexicano sobre SemillasAgrícolas. SOMEFI. Chapingo, México. pp. 189-200.

SIAP, 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Avances de Siembras y Cosechas y de la Producción Pecuaria. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/>.



Imagen: Shutterstock

MAESTRÍA EN

Agronegocios



POS
GRADOS

La Universidad La Salle Bajío,

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

Agronegocios

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

Objetivo general

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

Dirigido a

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

Horario de clases

Viernes de 18:00 a 21:00 y sábado de 8:00 a 14:00 h
Horario sujeto a variación según disponibilidad de docentes.



PLAN DE ESTUDIOS

1er CUATRIMESTRE

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

2o CUATRIMESTRE

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

3er CUATRIMESTRE

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

4o CUATRIMESTRE

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

5o CUATRIMESTRE

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

Campus Campestre

c_magronegocios@lasallebajio.edu.mx
Tel. (477) 710 85 00, ext. 2300



CHILE PIQUÍN:

UN RECURSO FITOGENÉTICO DE ALTO VALOR PARA MÉXICO



Imagen: Shutterstock



Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico
Doctor en Ciencias en Recursos Fitogenéticos
Investigador titular
Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP
alcala.juan@inifap.gob.mx



Alfonso López Benítez
Ph.D. Oregon State University
Profesor-investigador titular
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
alfopezbe_2000@hotmail.com



David de Jesús Escobar Martínez
Ing. Agrónomo con Especialidad en Fitotecnia
Profesionista independiente
L18820083@altamira.tecnm.mx



Odilón Gayosso Barragán
Doctor en Ciencias Agrarias
Investigador titular
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
Agricultura Familiar-INIFAP
gayosso.odilon@inifap.gob.mx



Griselda Chávez Aguilar
Doctora en Ciencias Forestales
Investigadora titular
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
Agricultura Familiar-INIFAP
chavez.griselda@inifap.gob.mx



Palabras clave: Chile silvestre; diversidad; nutricional; economía

Tipo de contribución: Artículo de divulgación

¿Qué es el chile piquín?

C*apsicum annuum var glabriusculum* es el nombre científico del chile silvestre conocido comúnmente como chile piquín, chiltepín, quipín, timpinchile, de monte y silvestre entre otros, es considerado el antepasado del chile cultivado (*Capsicum annuum var. annuum*) como lo es el serrano y el jalapeño (Medina-Martínez et al., 2010). El chile piquín es un arbusto perenne semidomesticado o silvestre que puede alcanzar alturas de hasta 2 m. Sus hojas miden de 1 a 4 cm de ancho y de 2 a 6 cm de largo, tienen peciolo de 1 a 2.5 cm, las flores están compuestas por cinco pétalos y se colocan encima de pedicelos largos y delgados, la corola tiene un diámetro de 6 a 9 mm (Nabhan, 1985). Los frutos son pequeños y redondos o rectangulares de 0.7 a 1.4 cm de longitud y de 0.5 a 0.8 cm de ancho, pudiendo presentar una coloración antes de la madurez verde o blanco verdoso, siendo la primera categoría la más común. Así mismo, en madurez poseen un color rojo (Figura 1; Alcalá-Rico et al., 2023).



Figura 1. Etapa reproductiva de la planta de chile piquín.



Figura 1. Etapa reproductiva de la planta de chile piquín.



Distribución en México

En México, el chile piquín se encuentra en las costas desde Sonora a Chipas por el Pacífico y de Tamaulipas a Yucatán y Quintana Roo por el Golfo, aunque también lo podemos encontrar en Coahuila y Nuevo León. La planta se desarrolla comúnmente en suelos profundos tipo vertisol de textura migajón-arcillosa con densa vegetación de hoja. Sin embargo, también se ha visto en el desierto de Sonora o la meseta central donde se desarrolla debajo de árboles nodriza para sobrevivir, los cuales proporcionan materia orgánica, temperaturas más cálidas del suelo durante el invierno y temperaturas frescas durante el verano además de disminuir la intensidad de luz solar, bajo estas condiciones se mejora el hábitat dando un color en el follaje de verde más intenso, lo que permite que los chiles persistan (Figura 2). Las poblaciones de chile piquín se localizan a menos de 1300 msnm, con precipitaciones de 500 mm anuales y temperaturas de 21 a 24 °C. Sin embargo, las plantas de chile piquín llegan a tolerar temperaturas de -6°C. Para protegerse de las bajas temperaturas, las plantas de chile piquín se defolian por completo y entran en un estado de dormancia, posteriormente al presentarse temperaturas más favorables empiezan a generarse las nuevas hojas del tallo principal (Figura 3). Su distribución depende en gran parte a las aves que consumen los frutos en estado maduro y defecan la semilla en lugares favorables para la germinación (Medina-Martínez et al., 2010). Por otro lado, la distribución también depende de la presencia de montañas las cuales actúan como barreras (Votava et al., 2002).



Figura 2. Plantas de chile piquín. Sin sombra (lado izquierdo), con sombra (lado derecho).



Figura 3. Regeneración de planta de chile piquín 49 días después de una helada de -6°C.

Valor genético

El chile piquín es un recurso fitogenético con alta plasticidad fenotípica tanto en hoja, fruto, germinación y resistencia a patógenos (González-Jara et al., 2011). Se ha encontrado diferencias entre frutos colectados de diferentes orígenes geográficos atribuyéndose a la constitución genética particular de cada colecta, la cual se ha generado a partir de la evolución para adaptarse y sobrevivir a la condición geográfica de cada sitio (Alcalá-Rico et al., 2023). Así mismo se han realizado análisis moleculares mostrando diferencias genéticas entre colecta, considerándolo como un recurso genético para el mejoramiento de cultivos (Votava et al., 2002).

Los parientes silvestres de cultivos domesticados sirven como fuente de genes para mejorar la resistencia a las principales plagas, enfermedades y estrés abiótico. En este mismo sentido, la taxonomía del género *Capsicum* permite diferenciar entre especies y proporciona información sobre las cualidades de los recursos genéticos para mejorar la calidad, producción y compuestos fenólicos en los frutos (Ibiza et al., 2012). Se ha demostrado que existen poblaciones silvestres que son capaces de mostrar resistencia al begomovirus huasteco del pimiento que es transmitido por la mosca blanca (Hernández-Verdugo et al., 2001). Así mismo, el chile piquín contiene genes que le permiten tener tolerancia a la salinidad. Por otro lado, al ser una especie silvestre ha generado mecanismos de sobrevivencia ante las condiciones climáticas adversas. A través de latencia fisiológica que presenta la semilla de chile piquín impide que germinen todas las semillas al mismo tiempo, permitiendo un desarrollo de las plantas sin estrés por competencia de luz, agua y nutrientes (Figura 4). Por otra parte, esta condición ha sido una limitante para que el chile piquín se pueda establecer como cultivo, sin embargo, al tratar la semilla con ácido giberélico la germinación incrementa significativamente (Figura 5).



Figura 4. Semilla de chile piquín extraída de frutos maduros.



Figura 5. Germinación de chile piquín inducida a través de ácido giberélico.

Valor nutricional

El fruto de chile piquín es una fuente de sustancias promotoras de la salud, contiene altos niveles de antioxidantes, los cuales inactivan las especies reactivas de oxígeno, previniendo el daño oxidativo. Además, contiene capsaicinoides (4.2 mg/g de fruto fresco) que son los responsables del sabor picante de estos frutos, compuestos *fenólicos* (215 a 309 mg/100 g de fruto fresco), *flavonoides* (50 a 97 mg/100 g de fruto fresco), *carotenoides* (132.9 mg/100 g de fruto) y vitamina C (39 mg/100 g de



MUNDO DE RECURSOS GENÉTICOS

fruto fresco). Por lo tanto, el consumo de chile piquín puede prevenir enfermedades degenerativas, cáncer y enfermedades vasculares (Reyes, 2019).

Las personas que realizan las colectas en muchas ocasiones deciden conservar los frutos a través del secado, proceso por el cual ocurren cambios en la calidad nutricional. El fruto en seco aumenta el pH debido a la degradación de ácidos *fenólicos* por la exposición a la luz y el calor. De igual manera el ácido *gálico catequina* incrementan por el secado directo al sol. Sin embargo, disminuye la cantidad de *flavonoides* totales, *capsaicinoides*, ácido *ferúlico*, *resveratrol* y *luteolina*. Por otro lado, el contenido de fenoles no se ve afectado. Además, cambia el color del fruto seco (Rochín-Wong et al., 2013).

Valor cultural

En el norte y centro de México la colecta del fruto del chile piquín es una práctica común estimándose una cosecha total de 50 t año⁻¹ (Votava et al., 2002). Además de aprovechar el fruto también se ha utilizado como cercas vivas y en huertos familiares. Actualmente el chile piquín se ha manejado como cultivo anual principalmente por los pequeños productores, esto debido a la creciente demanda y a la disminución de las poblaciones silvestres.

Además de utilizarse para consumo existen comunidades que también han utilizado el fruto de chile piquín con fines medicinales para curar dolores de garganta, alta presión, heridas, indigestión acida, dolores de oído, reumatismo, dolor de muela, gripe, tos, gastritis y úlceras (Bañuelos et al., 2008)

Valor gastronómico

El chile piquín se utiliza mayormente en alimentos cocinados y es el más preferido seguido del jalapeño, serrano y habanero. Esto debido principalmente a su sabor, olor, textura crujiente y por no afectar el sistema digestivo (Rodríguez-Del Bosque, 2005). Se consume en las botanas como las

congeladas de chamoy con chile piquín, manzanas cubiertas de tamarindo con chile, esquites, rapados, en frutas, etc. Así mismo, diferentes alimentos se acompañan con el chile piquín en fresco, en salsa o en escabeche. Además, se adiciona como condimento en diferentes platillos como el pozole, sopa de pescado y mariscos, carne de puerco en chile piquín y mixiotes de pollo con nopalitos.

Valor económico

El chile piquín forma parte de la economía local sobre todo en época de cosecha, generando empleo e ingresos. En esta actividad participan hombres y mujeres desde niños hasta personas mayores quienes incrementan sus ingresos. Esta especie es una fuente alimenticia y medicinal con la cual los habitantes de sectores rurales obtienen ingresos adicionales. El fruto en verde de esta planta alcanza un precio de \$125.00 a \$200 pesos mexicanos por 250 g. Por otro lado, el fruto en seco tiene un valor de \$245.00 a \$517.5 pesos, teniendo el valor más alto el fruto con forma redonda. Al darle un valor agregado en forma de escabeche su precio ronda en los \$211.00 pesos. Los precios elevados son debido a las distancias que es necesario recorrer para poder obtenerlo y por una oferta limitada con una alta demanda por los consumidores.

Perdida del recurso fitogenético

El aprovechamiento del chile piquín depende de colectas silvestres, esta actividad repercute en el deterioro de la densidad y distribución del chile, proceso que causa una presión sobre las poblaciones silvestres (Medina-Martínez et al., 2010). Esto es debido a la forma de la cosecha donde se dañan las ramas y en ocasiones las personas de la región extraen la planta desde la raíz provocando una disminución en la producción de la siguiente temporada. Por otro lado, se extraen tanto frutos maduros como inmaduros y no se efectúa ninguna práctica de conservación o regeneración (Figura 6). En algunos sitios como el desierto de Sonora se

ha identificado sobreexplotación de esta especie, lo que ha ocasionado la disminución en incluso la extinción de poblaciones locales. Esto se refleja en la diversidad genética, donde es mayor en Yucatán y disminuye hacia el norte y oeste del país, teniendo los valores más bajos Sonora (González-Jara et al., 2011).

En este aspecto instituciones como el INIFAP se han preocupado y a través del programa de mejoramiento genético de chile del Campo Experimental Las Huastecas, ha hecho esfuerzos por realizar colectas en diferentes sitios geográficos del país con la finalidad de resguardarlos en el banco de germoplasma y mantener la diversidad genética de esta especie.



Figura 6. Cosecha de chile piquín en estado inmaduro y maduro.



Conclusiones

Es necesario hacer conciencia del recurso fitogenético que representa el chile piquín, el cual favorece al mejoramiento del chile cultivado y es parte de la cultura, gastronomía y economía de México. Por lo tanto, es necesario cambiar las prácticas de colecta sin perjudicar a la planta para evitar la pérdida de esta especie. Así mismo, se requiere mantener la diversidad genética que tiene el chile piquín, conservarla y buscar estrategias en su utilización sustentable.

Bibliografía

- Alcalá-Rico, J. S. G. J., Ramírez-Meraz, M., Maldonado-Moreno, N., Borja-Bravo, M., Camposeco-Montejo, N. y López-Benítez, A. (2023). Variación morfológica en frutos de genotipos de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*) del Noreste y Centro de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 10(2).
- González-Jara, P., Moreno-Letelier, A., Fraile, A., Piñero, D. and García-Arenal, F. (2011). Impact of human management on the genetic variation of wild pepper, *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*. *PLoS one*, 6(12), e28715.
- Hernández-Verdugo, S., Guevara-González, R. G., Rivera-Bustamante, R. F., & Oyama, K. (2001). Screening wild plants of *Capsicum annuum* for resistance to pepper huasteco virus (PHV): Presence of viral DNA and differentiation among populations. *Euphytica*, 122, 31-36.
- Ibiza, V. P., Blanca, J., Cañizares, J. and Nuez, F. 2012. Taxonomy and genetic diversity of domesticated *Capsicum* species in the Andean region. *Genet. Resour. Crop Evol.* 59(6):1077-1088. doi:10.1007/s10722-011-9744-z
- Medina-Martínez, T., Villalón-Mendoza, H., Pérez-Hernández, J. M., Ramos, G. S. y Salinas-Hernández, S. (2010). Avances y perspectivas de investigación del chile piquín en Tamaulipas, México. *CienciaUAT*, 4(4), 16-21.
- Nabhan, G.P. (1985). *Gathering the desert*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Reyes, V. N. C. (2019). Chile piquín: fitocompuestos y su calidad. *CIATEJ*. <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Chile-piquin--fitocompuestos-y-su-calidad/111#:~:text=En%20el%20chile%20piqu%C3%ADn%20algunas,degenerativas%2C%20c%C3%A1ncer%20y%20enfermedades%20cardiovasculares> (octubre 2023).
- Rochín-Wong, C. S., Gámez-Meza, N., Montoya-Balasteros, L. C. y Medina-Juárez, L. A. (2013). Efecto de los procesos de secado y encurtido sobre la capacidad antioxidante de los fitoquímicos del chiltepín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*). *Revista mexicana de ingeniería química*, 12(2), 227-239.
- Rodríguez-Del Bosque, L. A. (2005). Preferencia del consumidor por el chile piquín en comparación con otros chiles en el noreste de México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(2), 279-281.
- Votava, E. J., Nabhan, G. P. and Bosland, P. W. (2002). Genetic diversity and similarity revealed via molecular analysis among and within an in situ population and ex situ accessions of chiltepín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*). *Conservation Genetics*, 3, 123-129.





Imagen: Shutterstock



IMPORTANCIA DE LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO EN LA NUTRICIÓN DEL FRIJOL



Odilón Gayosso Barragán

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
Agricultura Familiar

INIFAP

gayosso.odilon@inifap.gob.mx



José Ángel Marroquín Morales

Campo Experimental Norman E. Borlaug

INIFAP

marroquin.jose@inifap.gob.mx



Griselda Chávez Aguilar

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
Agricultura Familiar

INIFAP

chavez.griselda@inifap.gob.mx



Dreyli Maygualida Hidalgo Ramos

Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui
Tecnológico Nacional de México

dmaygualida.ramos@itvy.edu.mx



Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico

Doctorado en Recursos Fitogenéticos
Campo Experimental Las Huastecas

INIFAP

alcala.juan@inifap.gob.mx

Palabras clave: Agricultura sustentable, Biofertilizantes, Suelos degradados.

Tipo de contribución: Artículo de divulgación

De 1,600 millones en 1900, la población mundial ha crecido a más de 7,000 millones en la actualidad y llegará a 9,000 millones en 2050 (FAO, 2015). En este contexto, será imposible alimentar a la creciente población sin un aumento significativo de la producción agrícola. Una forma de aumentar dicha producción es con la aplicación

de fertilizantes inorgánicos, especialmente nitrógeno, de hecho, la producción agrícola depende mayormente del nitrógeno y la brecha entre su oferta y demanda crece continuamente. Además, el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados inorgánicos ha provocado perturbaciones en los ecosistemas en todo el mundo. Lo anterior, justifica la demanda emergente de reducir el uso sistemático de este tipo de fertilizantes y promover prácticas agrícolas sostenibles. Entre los enfoques alternativos, la fijación biológica de nitrógeno (FBN) se



presenta como una ruta para reducir el aporte de fertilizantes nitrogenados en la agricultura y, por lo tanto, sus impactos ambientales negativos.

Producción de frijol en México

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más importantes en México, por la superficie sembrada y la producción obtenida; se siembra en todas las regiones agrícolas del país y es componente fundamental en la alimentación, es considerado como una fuente económica y, un alimento funcional en la mejora y mantenimiento de la buena salud humana por ser una fuente rica en proteínas y vitaminas del complejo B, en minerales como hierro y zinc, y carbohidratos como fibra dietaria y oligosacáridos. La superficie total sembrada de frijol en México en 2022 fue de 1,472,462 hectáreas, de las cuales el 87% se cultiva en condiciones de temporal con rendimiento promedio de 510 kg por hectárea (SIAP, 2022).

En la región del Altiplano Semiárido del Centro-Norte de México, que incluye parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato y Querétaro, en el 2022, se sembraron 1,034,084 hectáreas, que representa el 70% de la producción nacional (SIAP, 2022). Lo anterior, resalta la importancia socioeconómica de dicho cultivo tanto por la superficie sembrada como por su contribución a la dieta de la población. No obstante, las condiciones climáticas desfavorables caracterizadas por la escasa e irregular distribución de la precipitación durante el ciclo del cultivo; suelos poco profundos, con baja retención de humedad y pobres en contenido de materia orgánica, utilización de variedades poco productivas y la poca o nula fertilización, limitan su producción con bajo rendimiento (Figura 1).



Figura 1. Sistema de producción de frijol de temporal en la región semiárida los Llanos de Ojuelos, Jalisco.



Figura 1. Sistema de producción de frijol de temporal en la región semiárida los Llanos de Ojuelos, Jalisco.



El nitrógeno en las plantas

El nitrógeno es uno de los tres macronutrientes principales necesarios para el crecimiento de las plantas y, por tanto, uno de los elementos minerales más importantes y abundante presente en los tejidos vegetales, en los que constituye alrededor del 3 al 4% de la materia seca total. El nitrógeno además, es vital porque es un componente importante de la clorofila, mediante el cual las plantas utilizan la energía solar para producir azúcares a partir del agua y el dióxido de carbono (es decir, la fotosíntesis); es también, un componente importante de los aminoácidos básicos de las proteínas (Yousaf et al, 2021). Sin proteínas, las plantas se marchitan y mueren. Algunas proteínas actúan como unidades estructurales en las células vegetales, mientras que otras lo hacen como enzimas, haciendo posible muchas de las reacciones bioquímicas en las que se basa la vida.

El nitrógeno, por ser un componente de compuestos de transferencia de energía, como el ATP (*trifosfato de adenosina*), permite a las células conservar y utilizar la energía liberada en el metabolismo. Es componente importante de los ácidos nucleicos como el ADN, el material genético que permite

que las células (y eventualmente plantas enteras) crezcan y se reproduzcan. Sin nitrógeno, no habría vida tal como la conocemos. Aunque es uno de los elementos más abundantes (predominantemente en forma de gas nitrógeno (N₂) en la atmósfera terrestre), la mayoría de este nitrógeno no está disponible para las plantas, ya que sólo pueden utilizar formas reducidas de este elemento. Las plantas adquieren estas formas de nitrógeno mediante: 1) la adición de fertilizante de amoníaco y/o nitrato o estiércol al suelo, 2) la liberación de estos compuestos durante la descomposición de la materia orgánica, 3) la conversión de N₂ atmosférico en compuestos mediante procesos naturales, como rayos, y 4) fijación biológica de nitrógeno.

Derivado de diversas investigaciones, para el cultivo de frijol en promedio se necesitan 53 kg de nitrógeno, 8 kg de fósforo, 55 kg de potasio, 40 kg de calcio, 8 kg de magnesio, 271 gr de fierro, 90 gr de cobre, 192 gr de zinc y 174 gr de manganeso por cada tonelada de grano producido, lo cual depende de las condiciones de la región, las variedades evaluadas y las condiciones de manejo (Figura 2) (Castellanos et al., 2019).



Figura 2. Cultivo de frijol en una región semiárida de México.

Fijación biológica de nitrógeno

La fijación biológica de nitrógeno (FBN) en las plantas es un mecanismo esencial para la producción agrícola sostenible y el funcionamiento saludable de los ecosistemas. La FBN por leguminosas y la fijación asociativa, endosimbiótica y endofítica de nitrógeno en no leguminosas desempeñan un papel importante en la reducción del uso de fertilizantes nitrogenados inorgánicos en la agricultura, el aumento del contenido de nutrientes de las plantas y la recuperación de la fertilidad del suelo.

La FBN descubierta por Beijerinck en 1901, la lleva a cabo un grupo especializado de procariotas que utilizan la enzima nitrogenasa para catalizar la conversión del N_2 atmosférico en amoníaco (NH_3). Estos procariotas incluyen organismos acuáticos, como las cianobacterias, bacterias del suelo de vida libre como *Azotobacter*, bacterias que forman relaciones asociativas con plantas, como *Azospirillum*, y bacterias como *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, que forman simbiosis con leguminosas y otras plantas.

Los rizobios son bacterias del suelo conocidas por aportar nitrógeno atmosférico a leguminosas. El rizobio invade las raíces de leguminosas hospedantes compatibles, lo que lleva al desarrollo de estructuras radiculares especializadas que se conocen como nódulos (Figura 3). En el nódulo, las bacterias reducen el N_2 a NH_3 utilizando el complejo enzimático nitrogenasa, que se produce dentro de la bacteria. La inducción de genes vegetales específicos de los nódulos, incluidos los que codifican leghemoglobinas simbióticas (Lb), acompaña al desarrollo de los nódulos. Las leghemoglobinas se acumulan en concentraciones milimolares en el citoplasma de las células vegetales infectadas antes de la FBN y amortiguan el oxígeno libre en el rango nanomolar, evitando la inactivación de la nitrogenasa lábil al oxígeno mientras mantienen un alto flujo de oxígeno para la respiración (Ott et al., 2005). La leghemoglobina controla la concentración de oxígeno libre en el citoplasma de las células vegetales infectadas, protegiendo la nitrogenasa del oxígeno y al mismo tiempo permitiendo

el suministro de oxígeno para la respiración en el tejido de la raíz para suministrar la energía necesaria. La presencia de una gran cantidad de nódulos, que son rojizos cuando se abren, es un indicador confiable del establecimiento exitoso de FBN en cultivos de leguminosas (Figura 4).



Figura 3. Raíces noduladas de plantas de frijol en campo.



Figura 4. Nódulos en raíces de plantas de frijol, se observa la coloración rojiza indicador de la fijación biológica de nitrógeno.

Establecimiento de la simbiosis leguminosa-rizobio

La simbiosis *leguminosa-rizobio* involucra una serie de complejos procesos de quimiotaxis (migración de células), colonización (infección benéfica) intracelular, señalización molecular, diferenciación celular, entre otros; los cuales son tan precisos que les confieren a las leguminosas la capacidad de seleccionar rizobios de manera específica que permitan establecer exitosamente la asociación. El mecanismo de interacción planta-bacteria consta de dos procesos esenciales e íntimamente coordinados, la infección o atracción quimiotáctica de la bacteria por la planta y, la formación de los nódulos (Figura 5), las estructuras morfológicamente definidas en donde se realiza la FBN (Romero-López y González-Gutiérrez, 2021).

El proceso de simbiosis inicia con el reconocimiento que se establece mediante el diálogo molecular entre la planta que secreta compuestos fenólicos y los rizobios, que son atraídos químicamente hacia la raíz de la planta. Los compuestos liberados por los exudados radicales de las leguminosas son de naturaleza flavonoide (naringenina, geniteína y diadzeína), metabolitos secundarios quimioattractantes que, además, son considerados como la primera molécula señal (Hayat et al., 2012). Estas sustancias, además, actúan como agentes atrayentes de los rizobios hacia la región apical de los pelos radicales mediante el proceso de quimiotaxis. Cuando los rizobios reconocen esta molécula señal, se activan los genes de nodulación denominados genes nod, que permiten el fácil reconocimiento de los sitios por los cuales puedan ingresar (infectar) a la planta. Este proceso de transcripción de los genes nod de la bacteria, involucra la producción de un conjunto de enzimas encargadas de la síntesis y secreción de lipoquitooligosacáridos también denominados factores NodD (Guzmán y Montero, 2021).



Figura 5. Formación de los nódulos en raíces de frijol para la fijación biológica del nitrógeno.

Los factores NodD bacterianos que son secretados a la rizósfera, son reconocidos por la planta por receptores tipos cinasas; a partir del cual suceden una serie de cambios morfológicos y fisiológicos en

los pelos radicales de la planta, que disparan cascadas de señalización en la que participan enzimas y fitohormonas (citoquininas y auxinas), que lleva a la división continua de las células del córtex de la raíz, dando lugar al meristemo primario del nódulo, que a su vez induce la formación del meristemo secundario.

Aportación de la fijación biológica por bacterias del género *Rhizobium* en frijol

Se han realizado diversas investigaciones para cuantificar la cantidad de nitrógeno que es fijado por las bacterias del género *Rhizobium* en frijol. La FBN por las bacterias es variable, en función de la variedad y condiciones de suelo y clima. Vázquez (1996) hace referencia a valores encontrados del 35 al 58% y de 25 a 71 kg de nitrógeno por hectárea, en un periodo de 100 a 120 días bajo riego. Castellanos et. al. (2019) indican que se pueden obtener de la atmósfera de 50 a 100 kg de nitrógeno por hectárea. Bajo condiciones de temporal, Vázquez (1996) encontró valores de fijación de 19 a 46 %, lo cual representó de 8 a 25 kg de nitrógeno fijado, por hectárea. De acuerdo con los valores reportados en la literatura, se puede decir de manera conservadora, que el frijol puede fijar en promedio alrededor de 20 a 25 kg de nitrógeno por hectárea. Por lo anterior, la FBN es una alternativa sostenible y económica para suministrar nitrógeno a cultivos de leguminosas, incluidos el frijol. Puede reducir los costos de los insumos agrícolas y los impactos negativos del nitrógeno no utilizado en el medio ambiente, por lo que existe un gran interés en la investigación sobre la FBN y su aplicación en la producción agrícola.

Literatura consultada

Beijerinck M.W. (1901). Über ologonitrophile mikroben. Zentralbl. Bakteriol. Parasitenkd. Infektionskr. II Abt. Technol. Eng. 561-582.

Castellanos, Z.J., Etchevers, B.J.D., Peña, D.M., García, H.S., Ortíz, M.I., Arango, G.A., Macías, C.J., Venegas, V.C. (2019). ¿Cómo crece y se nutre una planta de maíz? FER-TILAB. Celaya, México.

FAO. (2015). World fertilizer trends and outlook to 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations-Rome. www.fao.org/publication

Guzmán, D., Montero T.J. (2021). Interaction of bacteria and plants in nitrogen fixation. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 87-101. doi: 10.53287/uyxf4027gf99e

Hayat, R., Ahmed, I., Sheirdil, R. A. (2012). An overview of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for Sustainable Agriculture. En M. Ashraf, M. Öztürk, M. Ahmad, y A. Aksoy (Eds.), *Crop Production for Agricultural Improvement* (pp.557-579). New York, EUA: Springer, Dordrecht.

SIAP. (2022). Cierre de la producción agrícola. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola>

Ott, T., van Dongen, J.T., Günther, C., Krusell, L., Desbrosses, G., Vigeolas, H., Bock, V., Czechowski, T., Geigenberger, P., Udvardi, M.K. (2005). Symbiotic leghemoglobins are crucial for nitrogen fixation in legume root nodules but not for general plant growth and development. *Current Biology*, 15(6), 531-5. doi: 10.1016/j.cub.2005.01.042

Romero-López, B.E., González-Gutiérrez, G. (2021). Mecanismos de promoción del crecimiento vegetal por rizobios simbióticos y asimbióticos. En R.B. Buitrago, L.E. González de Bashan, y R.O. Pedraza (Eds.), *Bacterias promotoras del crecimiento vegetal en sistemas de Agricultura sostenible* (pp. 140-157). Bogotá, Colombia: AGROSAVIA.

Vázquez, A.J. (1996). Fijación biológica de nitrógeno en frijol de temporal y la diversidad genética de las poblaciones nativas de *Rhizobium*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Yousaf, M., Bashir, S., Raza, H., Shah, N., Iqbal, J., Arif, M., Adnan Bukhari, M., Muhammad, S., Hashim, S., Alkhatani, J., Hu, C. (2021). Role of nitrogen and magnesium for growth, yield and nutritional quality of radish. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5), 3021-3030. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.043>



TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES PARA EL CONTROL DE MALEZAS:

ALTERNATIVAS AL
GLIFOSATO Y SU IMPACTO
EN LA SALUD DEL SUELO



Ismael Fernando Chávez Díaz
Dr. en Fitosanidad-Fitopatología
Investigador Titular
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
chavez.fernando@inifap.gob.mx



Susana Elizabeth Ramírez Sánchez
Dr. en Recursos Genéticos y Productividad
Investigadora Titular
Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP
ramirez.susana@inifap.gob.mx



Santiago Ramírez Ruíz
M. en C. en Tecnología de Semillas
Investigador Titular
Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP
ramirez.santiago@inifap.gob.mx



Dra. Lily X. Zelaya Molina
Dra. en Ciencias Químico-biológicas
Investigadora Titular
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
zelaya.lily@inifap.gob.mx



Zoe Reséndiz Venado
Químico Farmacéutico Biotecnólogo
Técnico de Microbiología Agrícola y Forestal
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP



Thania Ángeles Gallegos
Químico Farmacéutico Biotecnólogo
Técnico de Microbiología Agrícola y Forestal
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP



Luis Miguel Tamayo Esquer
Docteur Ingenieur Sciences Agronomiques
Líder del Proyecto “Alternativas al glifosato para el control de malezas en México”



MUNDO DE RECURSOS GENÉTICOS

Las malezas, a menudo consideradas como un problema en la agricultura, desempeñan un papel sorprendentemente importante en los ecosistemas agrícolas. Estas plantas “indeseables” en realidad brindan una serie de beneficios ecológicos cruciales. En primer lugar, actúan como una cobertura protectora del suelo, previniendo la erosión y mejorando la retención de agua. Además, muchas especies de malezas son polinizadas por insectos, lo que contribuye a mantener la biodiversidad y apoyar a los polinizadores esenciales para la producción de cultivos. También, algunas malezas actúan como hospederas de insectos beneficiosos, que a su vez controlan plagas de cultivos. Además, las malezas pueden retener y mejorar la calidad del suelo al acumular nutrientes, lo que beneficia a las plantas cultivadas cercanas.

En la agricultura que surgió tras la Revolución Verde, el manejo de las malezas se ha centrado en la creencia de que son competidores de los cultivos, y el objetivo principal ha sido eliminarlas en la mayor medida posible. Los herbicidas se han convertido en una herramienta de gran relevancia debido a su eficacia para reducir significativamente la presencia de malezas y prevenir su emergencia. Sin embargo, esta estrategia tiene efectos adversos significativos en el suelo, acelerando los procesos de erosión y reduciendo la diversidad microbiana, lo que a su vez conlleva a una producción forzada y disminuida dependiente de fertilizantes sintéticos y agroquímicos dirigidos a mantener la sanidad del cultivo.

La biodiversidad microbiana en la agricultura es fundamental para garantizar la salud y la productividad de los suelos. Los microorganismos, como bacterias, hongos y actinomicetos, desempeñan un papel esencial en la descomposición de materia orgánica, la fijación de nitrógeno, y la liberación de nutrientes para las plantas. Esta diversidad microbiana también contribuye a la resistencia de los cultivos a enfermedades y al equilibrio del ecosistema agrícola. Mantener una variada comunidad

de microorganismos en el suelo es crucial para promover la sostenibilidad y la eficiencia en la producción de alimentos a largo plazo.

El glifosato, un herbicida ampliamente utilizado en la agricultura, ha sido objeto de controversia en todo el mundo debido a sus posibles impactos ambientales y en la salud humana. El gobierno mexicano ha adoptado una política decidida para reducir y eventualmente discontinuar su uso en el país, tomando en cuenta preocupaciones sobre la preservación de la biodiversidad, la calidad del agua y la salud de las comunidades rurales. Esta medida se alinea con la tendencia global hacia prácticas agrícolas más sostenibles y el fomento de métodos de control de malezas menos dañinos para el medio ambiente. El objetivo es promover alternativas más seguras y responsables, asegurando un equilibrio entre la producción agrícola y la conservación de los recursos naturales en México.

En este contexto, los investigadores del Centro Nacional de Recursos Genéticos y el Campo Experimental Centro Altos de Jalisco del INIFAP han desempeñado un papel crucial en el desarrollo del proyecto “Alternativas al uso del glifosato”. A lo largo de este proyecto, se han evaluado diversas tecnologías destinadas a controlar las malezas, priorizando aquellas que demuestran eficacia en su manejo con un menor impacto ambiental. Además, el equipo de investigación ha profundizado en el análisis de la dinámica poblacional de la microbiota autóctona en los suelos de cultivo de agave en Jalisco, con el objetivo de comprender el efecto de estas tecnologías sobre la salud y la fertilidad del suelo.

Entre las tecnologías exploradas se han evaluado herbicidas sintéticos con un impacto ambiental menor al glifosato, herbicidas orgánicos formulados a partir de la extracción de compuestos vegetales y de toxinas de hongos fitopatógenos, coberturas orgánicas e inorgánicas (Tabla 1).



No.	Tecnología	Descripción
1	Testigo	Se dejaron los terrenos sin tratamiento alguno de tal manera que las malezas pudiesen expresarse a todo su potencial. Estos terrenos sirvieron como punto de comparación.
2	Glifosato	Se utilizó glifosato a las dosis recomendadas por el fabricante. Al igual que el testigo, el glifosato permite comparar a las otras tecnologías para definir la efectividad de cada una.
3	Deshierbe manual	Las malezas al surgir fueron retiradas de los terrenos de forma manual.
4	Herbicidas sintéticos	En este apartado se engloban una serie de herbicidas sintéticos disponibles en el mercado usados en la dosis recomendada por el fabricante, lo reportado corresponde a un promedio de la acción del total de productos probados.
5	Herbicidas orgánicos	En esta tecnología se utilizaron diversos fungicidas orgánicos disponibles en el mercado los cuales se usaron bajo las condiciones y dosis recomendadas por el fabricante, lo reportado corresponde a un promedio de la acción del total de productos probados.
6	Trébol	Cobertera viva, la semilla se esparció en el terreno al boleó a razón de 2 kg/ha, previo a la temporada de lluvias
7	Ground Cover	Malla cobre suelos de color negro de 130 g la cual se fijó al suelo en los entre surcos la cual cubrió hasta hacer contacto con la planta.
8	Extracto de Pino	Extracto elaborado en Centro Altos de Jalisco, de manera artesanal, base alcohólica al 70%, aplicado en postemergencia a los 10 cm de altura de la maleza y 7 días después
9	Esquilmo de maíz	Aprovechamiento del residuo de maíz, el cual se aplicó de forma uniforme para cubrir los surcos y entre surcos.
10		Se probaron dos profundidades, a 5 y 15 cm.

Tabla 1. Tecnologías alternativas al uso del glifosato para el control de malezas en Los Altos de Jalisco.

Los resultados obtenidos en diversos puntos de la región de Los Altos de Jalisco han sido altamente favorables, al compararlos con la valoración propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (1974) (Tabla 2). Hasta el momento, entre los diferentes tratamientos evaluados, destaca la eficacia sobresaliente de la malla cobre suelos en el control de las malezas de la región, la cual puede ser valorada como excelente (con un control de 98%). En segundo lugar, se encuentra el trébol utilizado como cobertura viva, considerado como una opción buena (72%), no obstante, esta efectividad depende directamente de la humedad ambiental

ya que en ambientes secos su supervivencia es limitada. Tanto los herbicidas orgánicos (64%) como los inorgánicos (67%) han demostrado un control suficiente, y, por último, el control manual se ha revelado como nulo (38%) al igual que el extracto de pino (0%) y el esquilmo de maíz con profundidad de 5 y 15 cm (30% y 38%). En cuanto al control manual, su baja efectividad se debe a que si bien, al aplicarse el deshierbe el control es total de forma momentánea y no perdura a través del tiempo, ya que el resurgimiento de malezas es rápido lo que hace necesaria una continua labor (Figura 1).





% De Control	Valoración
0 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
90 – 100	Excelente

Tabla 2. Valoración del grado de control de malezas con respecto al porcentaje de control según la ALAM.

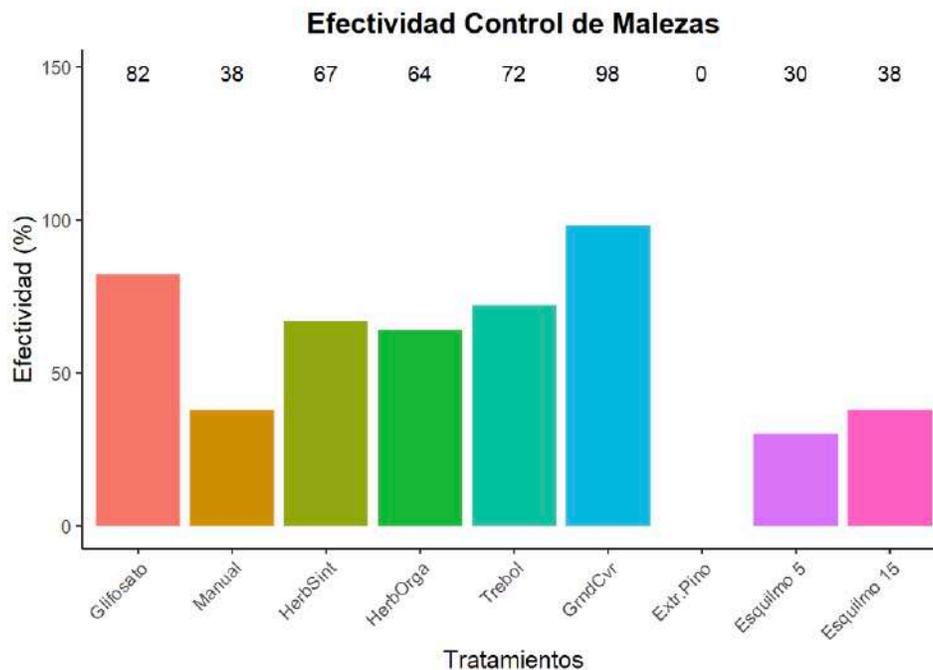


Figura 1. Efectividad de las tecnologías alternativas al glifosato para el control de malezas. Los valores mostrados representan la media de los años en los cuales se ha trabajado con las diferentes tecnologías (2021-2023). La línea cero representa los terrenos control en donde no se empleó ninguna tecnología, los demás valores son rangos de respuesta en porcentaje con respecto al control. HerbSint: Promedio de los diferentes herbicidas sintéticos utilizados; HerbOrga: Promedio de los diferentes herbicidas orgánicos utilizados; GrndCvr: Malla cubre-suelos; Extr.Pino: Extracto etanólico de pino.

Los métodos de control de malezas buscan interferir en los procesos biológicos de las plantas invasoras que compiten con el cultivo deseado. En el caso de los herbicidas, tanto sintéticos como orgánicos, su mecanismo de acción se enfoca en la inhibición de la fotosíntesis, la interrupción del crecimiento celular y la interferencia en la producción y acción de las hormonas vegetales. Estas acciones debilitan y finalmente provocan la muerte de las plantas indeseadas. Sin embargo, es importante destacar que estos productos también pueden afectar al cultivo principal, por lo que se realizó una evaluación de su impacto en la fisiología del cultivo de agave como parte de la consideración de métodos alternativos de control de malezas.

El desprendimiento de puntas en las plantas de agave sirve como un indicador indirecto y no invasivo del desarrollo de estas. Se empleó este parámetro como una respuesta fisiológica para evaluar el impacto de las tecnologías alternativas de control de malezas en el cultivo. Al analizar los resultados, se ha constatado que el glifosato tiene un efecto perjudicial al reducir 38% el crecimiento del agave en comparación con las plantas control. Por

otro lado, otros herbicidas inorgánicos, de acción menos agresiva, han causado un impacto negativo del 12%, lo que significa un daño 26% menor que el producido por el glifosato. Los herbicidas orgánicos y el extracto de pino, no causaron daño al cultivo, por el contrario, fomentaron el desarrollo del agave en 19% y 39% (Figura 2).

En contraste, se observó que los tratamientos que implicaban la cobertura del suelo impulsaron el desarrollo del cultivo. El trébol y la malla cubre suelos favorecieron el desprendimiento de puntas del agave en 51% y 48%, respectivamente, especialmente en las primeras etapas del cultivo. De la misma forma el esquilmo a 5 y 15 cm de grosor, aumentaron el desarrollo ambos en 35%. Además, el manejo manual ha aumentado el desprendimiento de puntas en un 24%, lo que refuerza la importancia de controlar las malezas en las primeras fases del cultivo. Estos hallazgos son fundamentales para incrementar el acervo de conocimientos que permiten comprender el impacto de diversas estrategias de control de malezas en el agave, lo cual ha sido poco documentado en el mundo.

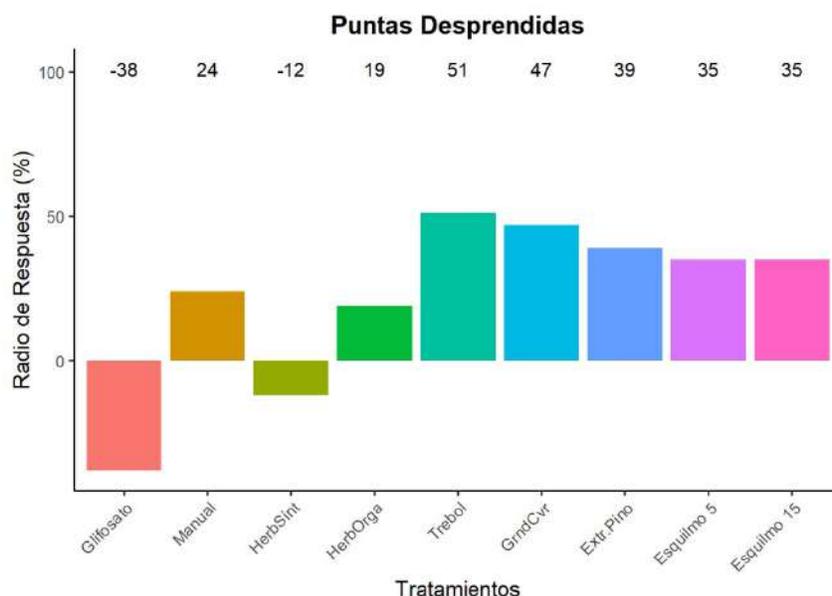


Figura 2. Efecto de las tecnologías alternativas al glifosato para el control de malezas sobre el desarrollo del cultivo de agave. Los valores mostrados representan la media de los años en los cuales se ha trabajado con las diferentes tecnologías (2021-2023). La línea cero representa los terrenos control en donde no se empleó ninguna tecnología, los demás valores son rangos de respuesta en porcentaje con respecto al control. HebSint: Promedio de los diferentes herbicidas sintéticos utilizados; HerbOrga: Promedio de los diferentes herbicidas orgánicos utilizados; GrndCvr: Malla cubre-suelos; Extr.Pino: Extracto etanolico de pino.



MUNDO DE RECURSOS GENÉTICOS

Hasta este punto, las evidencias han mostrado que los tratamientos alternativos al glifosato tienen una efectividad que oscila entre el 60% y el 99%, además, algunos de estos tienen efectos benéficos sobre el desarrollo del cultivo, en contraste con el glifosato que es altamente perjudicial y retrasa el desarrollo de la planta. Atendiendo a los principios de sostenibilidad, es necesario evaluar el impacto que estas tecnologías alternativas para el control de malezas tienen sobre la salud del suelo y la fertilidad. La biodiversidad microbiana presente en el suelo refleja su salud, ya que los microorganismos, en especial las bacterias, desempeñan un papel fundamental en la descomposición de materia orgánica, la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfatos y potasio, lo que enriquece la capacidad fértil del suelo. En este contexto, en el proyecto se han evaluado las poblaciones de estos microorganismos con funciones específicas, con el propósito de valorar si estas tecnologías, además de su eficacia, tienen la capacidad de fomentar una producción respetuosa con el entorno y la salud del suelo.

Al analizar los resultados, se hace evidente el perjuicio causado por el glifosato en el suelo, ya que este agroquímico reduce drásticamente las poblaciones de los cuatro grupos de microorganismos mencionados, disminuyendo en un rango que oscila entre el 398% y el 569% (Figura 3). Esto implica que la aplicación repetida y prolongada de este químico provoca una marcada disminución en estas poblaciones, lo que acelera el proceso de erosión del suelo y, por ende, disminuye su capacidad productiva, lo que a su vez demanda una mayor cantidad de insumos sintéticos perjudiciales.

Es importante destacar las relaciones entre algunos tratamientos. Por ejemplo, el deshierbe manual, aunque tiene un impacto negativo limitado en las poblaciones de estos microorganismos, sugiere que las malezas actúan como reservorios de estos microorganismos beneficiosos para la salud del suelo. En contraste, el tratamiento con trébol aumenta significativamente la biodiversidad de es-

tos microorganismos (Figura 3). Dado que el trébol ofrece un control efectivo y beneficia el cultivo de agave, es plausible concluir que las coberturas vivas son una de las mejores opciones para el control de malezas, ya que además de su efectividad, mejoran la fertilidad del suelo y podrían utilizarse como forraje, no obstante, la necesidad de humedad es una limitante importante.

Por otro lado, las coberturas como la malla cubre-suelos y el esquilmo demuestran que un suelo cubierto mantiene favorecidas a las diversas comunidades de microorganismo nativos del suelo que lo dotan de fertilidad. Por su parte, la malla cubre suelos favoreció la proliferación de los cuatro grupos de microorganismos en un rango de 47% a 77%, mientras que el esquilmo con 15 cm de espesor incrementa las mismas poblaciones en un rango de 30% a 51% (Figura 3).

El proyecto “Alternativas al glifosato para el control de malezas en México” ha destacado el impacto significativo del glifosato sobre la salud del suelo al disminuir poblaciones microbianas esenciales para los ciclos de nutrientes y la fertilidad. Al mismo tiempo, ha resaltado que las tecnologías alternativas, como el uso de coberturas vivas, no vivas y herbicidas orgánicos son opciones viables, rentables y respetuosas con el medio ambiente para preservar la productividad del suelo. Además, estos estudios han revelado la estrecha relación entre las malezas, la biodiversidad microbiana y la salud del suelo. Esto enfatiza la importancia de desarrollar tecnologías que permitan conservar a estos microorganismos, previniendo la competencia que las malezas suponen para el cultivo. La elección de estrategias de control de malezas va más allá de la simple eliminación de plantas no deseadas. Sino que debe considerarse cuidadosamente el impacto en la salud del suelo y la sostenibilidad de la producción agrícola, priorizando enfoques que no solo sean efectivos en el control de estas plantas, sino que también fomenten preservar la biodiversidad microbiana y la fertilidad del suelo.

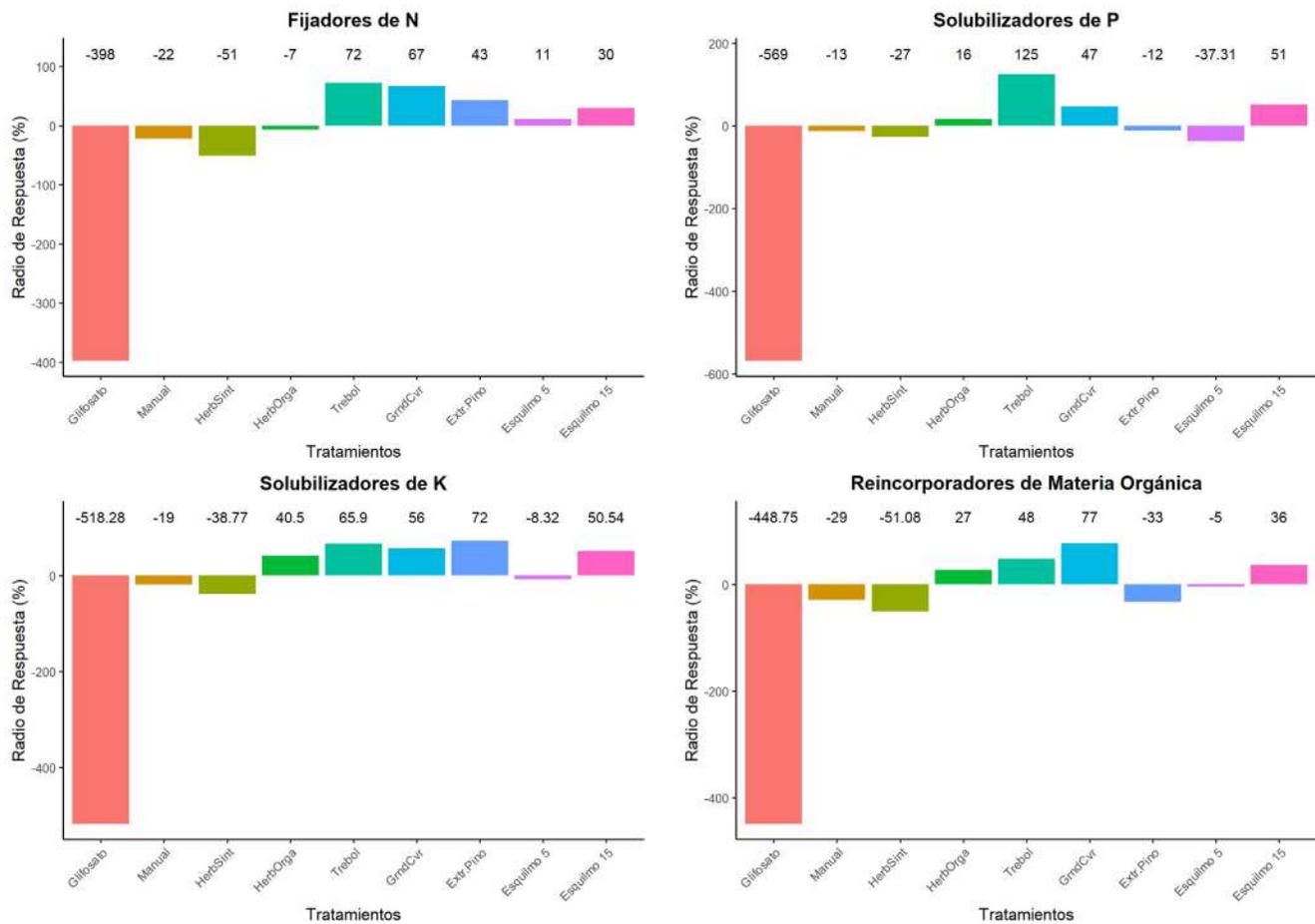


Figura 3. Efecto de las tecnologías alternativas al glifosato para el control de malezas sobre los diferentes grupos de microorganismos. Los valores mostrados representan la media de los años en los cuales se ha trabajado con las diferentes tecnologías (2021-2023). HerbSint: Promedio de los diferentes herbicidas sintéticos utilizados; HerbOrga: Promedio de los diferentes herbicidas orgánicos utilizados; GrndCvr: Malla cubre-suelos; Extr.Pino: Extracto etanólico de pino.

Referencias

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). 1974. Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. pp.6-38.



ESPECIALIDAD EN

Nutrición Vegetal



POS
GRÁ
DOS

La Universidad 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@lasallebajio.edu.mx

Tel. (477) 710 85 00, ext. 2300



Universidad
La Salle[®]
Bajío

CADELS
LA ESTANCIA

UNIVERSO AGROALIMENTARIO

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD LA SALLE BAJÍO
ESCUELA DE AGRONOMÍA
(+52) 477 710 8582
c_agronomia@lasallebajio.edu.mx