

UNIVERSO AGROALIMENTARIO

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL

AÑO 3, NUM. 10 PUBLICACIÓN DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA | FEBRERO 2023 - ABRIL 2023

AGRICULTURA
VERTICAL

MECANIZACIÓN
INTELIGENTE

FORRAJES VERDES
HIDROPÓNICOS

INVENTOS:
DESHIDRATADOR
SOLAR



Universidad
La Salle
Bajío

LOS ISÓTOPOS
EL CAMBIO CLIMÁTICO
AGRICULTURA SOSTENIBLE
EL KILÓMETRO EXTRA
CONTROL BIOLÓGICO

MUNDO DE RECURSOS
GENÉTICOS
RESGUARDO DE LA DIVERSIDAD
GENÉTICA DEL
MUNDO

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

Dr. Enrique A. González Álvarez, fsc.
Rector

Mtra. Ma. Socorro Durán González
Vicerrectora

Lic. Julián Espejel Rentería, fsc.
Vicerrector

Mtro. José Julio Carpio Mendoza
Director Administración y Finanzas

Mtra. Patricia Villasana Ramos
Directora de Investigación y Doctorado

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

Directorio de la Revista

Mtro. Tristan Azuela Montes
Director Editorial

Dr. Andres Cruz Hernandez
Asesor Editorial

Mtra. Claudia I. Valencia García
Diseñadora Editorial

Dr. Klaus Koters Ruther
Asesor Editorial

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

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

REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL UNIVERSO AGROALIMENTARIO, Año 3, Número 10, febrero 2023 -
Abril 2023, es una publicación trimestral editada por la **Escuela de Agronomía de Universidad La Salle
Bajío**, Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, C.P. 37150, León, Gto. México. Tel. (+52) 477 710
8500.

https://www.lasallebajio.edu.mx/publicaciones_revista_universo_agroalimentario.php

Editor responsable: Mtro. Tristan Azuela Montes. Contacto: tristan@azuelagroup.com, Reserva de
Derechos al uso Exclusivo: **En trámite**, ISSN: **En trámite**, ambos a ser otorgados por el **Instituto
Nacional del Derecho de Autor**. Responsable de la última actualización de este número Mtro. Tristan
Azuela Montes, Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, León Gto. C.P. 37150, Fecha de la última
actualización 01 de febrero 2023.

Consejo Editorial

Ms Rsc. Tristán Azuela Montes
Director y Editor en Jefe.
Docente de Desarrollo de Negocios y Agronegocios de la
Escuela de Agronomía de la Universidad La Salle Bajío.

Ing. Carlos Agustín Aguilar Ruiz
Editor Académico
Director Escuela de Agronomía, Universidad La Salle Bajío,
León, Guanajuato (México)

Lic. Jorge Andres Ramírez Elizalde
Coordinador de Imagen y Comunicación
Universidad La Salle Bajío, León, Guanajuato (México)

Mtra. Angelina Guerrero Ambriz
Editora Adjunta
Secretaria Académica en la Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío, León, Gto (México)

Mtro. Oscar Humberto Rocha Franco
Editor Adjunto
Jefe Académico de Posgrados de la Escuela de Agronomía y de
la Escuela de Veterinaria, Universidad La Salle Bajío.

Dra. Liliana Carolina Córdova Albores
Editora Adjunta
Investigadora y Coordinadora de la licenciatura en
Agrobiotecnología de la Universidad de Guadalajara (México)

Dr. Ismael Fernando Chavez Diaz
Editor Adjunto
Investigador del Programa de Recursos Genéticos
del Centro Nacional de Recursos Genéticos
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y
Pecuarias (INIFAP) México.

Mtra. Carola Franck M.
Editora Adjunta Internacional
Responsable de Relaciones Internacionales.
Docente, Asesora de Tesis y Proyectos de Grado de la
Universidad Simon I. Patiño, Cochabamba (Bolivia)

PALABRAS DEL EDITOR



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

Bienvenidos a la décima edición de la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario, edición **Febrero 2023 - Abril 2023**.

En esta edición hemos contemplado una diversidad de artículos de lo más enriquecedor donde impera el objetivo de la vida y salvaguardar la naturaleza. Hemos hablado sobre el cambio climático, sobre la industria 4.0, sobre inventos mexicanos, sobre buscar una nueva forma de alimentar a los animales y de salvaguardar la genética del mundo.

Gracias a todos nuestros articulistas, maestros, alumnos, investigadores y amigos de diversas instituciones nacionales e internacionales por sus aportaciones a esta edición. Nosotros somos una revista altruista y sin ánimo de lucro donde con la ayuda de todos seguiremos expandiendo el conocimiento universal a todos los que consideran que aprender a través de las experiencias de otros, nos permite lograr ser mejores seres humanos, más preparados para el futuro de nuestro planeta.

Por ello los invitamos a que su participación y trascendencia sea parte de la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario y nos envíen sus artículos a fin de compartir parte del conocimiento universal. Como en todas las ediciones aquí dejo una frase de ánimo.

"La excelencia en la vida se alcanza buscando ser mejores seres humanos cada día"

Tristán Azuela

Sumario



02

EDITORIAL
PALABRAS DEL EDITOR

42

LOS ISÓTOPOS:
AGROINDUSTRIA
SOSTENIBLE

11

MECANIZACIÓN
PARA EL CAMPO SOSTENIBLE

53

MUNDO DE RECURSOS
GENÉTICOS. COLECCIÓN
CNRG - INIFAP

14

EL KILÓMETRO EXTRA
INNOKABI

63

RESGUARDO DE LA
DIVERSIDAD GENÉTICA
FORESTAL

15

CAMBIO CLIMÁTICO. USO
DE MICROORGANISMOS
BENEFICOS

69

MÉTODO DE
EVALUACIÓN DE
MICROORGANISMOS

25

DESHIDRATADOR SOLAR
MEXICANO

77

AGRICULTURA VERTICAL
EN PRODUCCIÓN

35

FORRAJES VERDES
HIDROPÓNICOS

85

CONTROL BIOLÓGICO:
SWIRSKII

P R E S E N T A C I Ó N

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, Agroturismo, Apicultura,

C. INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

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.

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

Pueden participar autores de las diversas instituciones, alumnos 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 alumnos 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 rdu@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. Deberán 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:

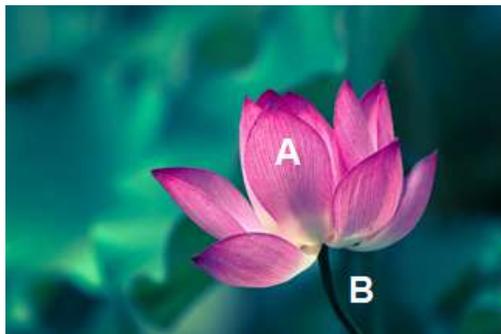


Figura 1. Flor de loto. Imagen predeterminada del procesador de textos Word en donde se muestra una flor de loto en un estanque utilizada como ejemplo. A) Pétalos de la flor. B) Pedúnculo de la flor. (Fuente: Microsoft Office 2021).

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

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

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.

Conflicto de intereses. Los autores deben hacer expreso si hay algún tipo relación financiera o personal con otras personas o instituciones que pudieran influir de manera inapropiada en el trabajo, tales como intereses con respecto al uso de información, consultorías, usos de patentes y aplicaciones, entre otros. En caso de no tener nada que declarar, también debe hacerse expreso.

Contribuciones y roles de autoría. Se debe usar la taxonomía de roles de autoría (CRediT) para tipificar adecuadamente la contribución de los autores a los artículos. Usar únicamente los roles descritos por CRediT. Se proporciona una pagina de Elsevier en donde se simplifican estas contribuciones.

<https://www.elsevier.com/authors/policies-and-guidelines/credit-author-statement>

Ejemplo de la declaración:

Contribuciones y roles de autoría. Zelaya-Molina L.X. conceptualización, metodología, escritura-revisión y edición, administración del proyecto; Ceballos-Álvarez A. metodología, investigación; Lares-Magaña T.A. metodología, investigación; Ruíz-Ramírez S. validación, metodología; Aguilar-Granados A. análisis formal, metodología; Chávez-Díaz I.F. conceptualización, análisis formal, escritura-revisión y edición administración del proyecto, adquisición de fondos.

Disponibilidad de datos e información adicional. Los autores deberán incluir alguna de las siguientes declaraciones con respecto a la información que dió origen a la publicación:

- Los datos (y/o la información adicional) se encuentra disponible a petición con (nombre del autor y medio de contacto).
- Los datos (y/o información adicional) se encuentran disponibles en (liga del repositorio de la información o base de datos).
- Los datos (y/o la información) en su totalidad fueron mostrados en el presente artículo.

Política antiplagio.

La Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario utiliza softwares y sitios web para medir la originalidad de los artículos, así como los límites permitidos por parte de la revista con el objetivo de verificar la originalidad del artículo.

La conducta inapropiada con referencia al plagio no es admitida por la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario, por lo que, en dicho sentido, todo caso de plagio detectado implicará el rechazo del manuscrito, mismo que se notificará al autor por correspondencia y coautores del mismo. Así mismo, la Revista Digital Internacional Universo Agroalimentario se reserva el derecho a negar la posibilidad de postular manuscritos en otra ocasión a los autores que infrinjan en una falta de este tipo.

Cintillo

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del grupo editorial de esta publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido aquí publicado siempre y cuando este sea sin fines de lucro y con fines académicos, siempre que el material no sea modificado y se cite debidamente la fuente completa.

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

D.PROCESO DE REVISIÓN DE LOS ARTÍCULOS

Imagen: Canva.com

- 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.

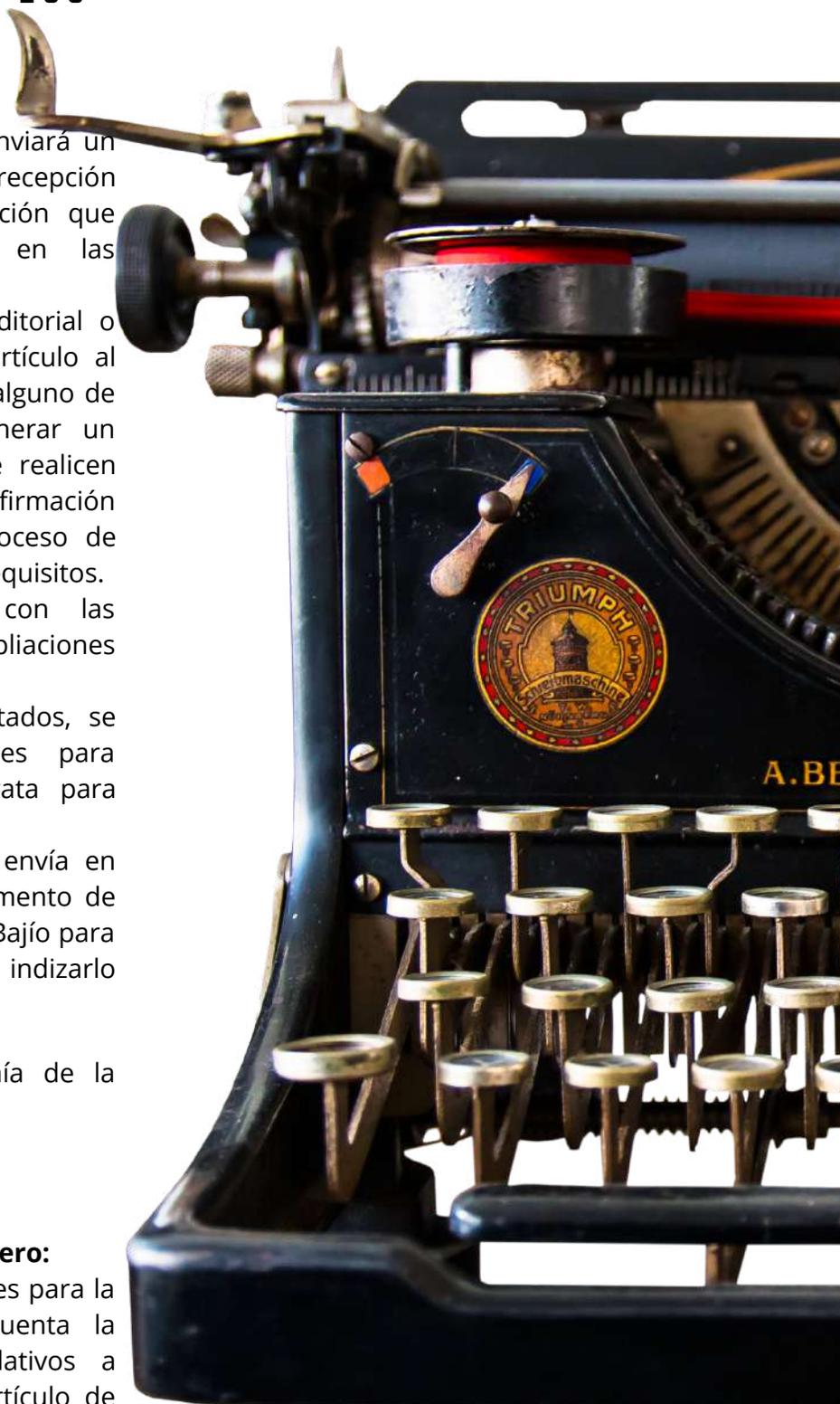
Editor: Mtro. Tristan Azuela Montes.

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: info@azuelagroup.com o vía whatsapp al (+52) 442 631 8746 en cualquier idioma.





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

MECANIZACIÓN INTELIGENTE PARA UN CAMPO SUSTENTABLE

La mecanización agrícola se considera fundamental para reducir el trabajo pesado, ahorrar en mano de obra y —en general— lograr que los productores tengan una mejor calidad de vida. No obstante, en América Latina, África subsahariana y el sur de Asia el uso de maquinaria agrícola es minúsculo si se considera la superficie total cultivada (Van Loon et al., 2020).

Cuando es adecuada y está a la medida de la escala de operación y del sistema de producción de los agricultores, la mecanización es un motor importante para mejorar las condiciones en el campo. No obstante, los esfuerzos para mejorarla en la agricultura de pequeña escala no han sido muy exitosos, entre otros aspectos, porque normalmente no se ha considerado como un proceso que deba ser incluyente, generar capacidades y —sobre todo— considerar las necesidades y particularidades de cada productor: desde el tamaño y las características geográficas de su parcela hasta sus capacidades para operar, mantener y reparar equipos.

De acuerdo con el estudio “Escalamiento de servicios de mecanización agrícola en sistemas de producción pequeños: casos de estudio de África subsahariana, Asia del sur y América Latina” —incluido en el volumen 180 de la revista científica *Agricultural Systems*—, en México se están generando condiciones que permiten promover entre los productores, los proveedores de servicios y las compañías de maquinaria una mayor demanda y conciencia respecto a la mecanización adecuada.



Mtro. Fernando Morales Garcilazo
Analista de Contenidos

Centro Internacional de Mejoramiento
de Maíz y Trigo (CIMMYT)
f.m.garcilazo@cgiar.org

**En México se están
generado condiciones que
permiten promover entre
los productores, los
proveedores de servicios y
las compañías de
maquinaria una mayor
demanda y conciencia
respecto a la mecanización
adecuada**

Específicamente, el estudio hace referencia a una estrategia de mecanización impulsada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y sus colaboradores en los diversos estados, misma que estimula la noción de emprendimiento en las comunidades rurales, la auto organización y la generación de acuerdos estratégicos para integrar a los usuarios finales en una cadena de valor funcional, señala el estudio.

La estrategia de mecanización se desarrolla a partir de la integración de una red de herreros y proveedores locales de maquinaria —para asegurar que las tecnologías desarrolladas y validadas estén siempre disponibles para las comunidades— y el establecimiento de puntos de maquinaria que se convierten en centros de capacitación donde los productores pueden conocer las máquinas (adecuadas para su zona) y aprender a trabajar con ellas.

Diversos aprendizajes y procesos de este componente de mecanización del CIMMYT y sus colaboradores han sido replicados en África y Asia para construir modelos operativos que permitan generar máquinas versátiles, razonablemente asequibles, fácilmente maniobrables y socialmente pertinentes, ya que la creciente escasez de mano de obra causada por la migración de jóvenes de las zonas rurales a las urbanas aumenta la presión sobre “los que se quedan”, de manera que es importante desarrollar opciones adecuadas para los hogares agrícolas, en especial los encabezados por mujeres.

De entre las experiencias de la red de innovación del CIMMYT y sus colaboradores en torno a la mecanización en diversas escalas destaca la vinculación con empresas guanajuatenses dedicadas a la manufactura de equipo agrícola, permitiendo que productores del estado dispongan de maquinaria especializada para implementar agricultura de conservación e incluso que proyectos internacionales incluyan esta maquinaria especializada en sus líneas de acción.

Imagen: Canva.com

Imagen: ht:ps://www.iko.com/

De acuerdo con el Hub Bajío del CIMMYT, en el año 2016 su equipo técnico, junto con un grupo de agricultores, se acercaron a la empresa Sembradoras Dobladeses con la intención de fabricar un prototipo de disco cortador diseñado por especialistas en mecanización del CIMMYT. El aditamento, que sirve para cortar el rastrojo y sepultar el fertilizante, permite incrementar la eficiencia de la fertilización nitrogenada, lo cual es relevante si se considera que en México las pérdidas promedio de nitrógeno por volatilización durante la aplicación son de 18 %.

La intención inicial de esta vinculación con la empresa era la fabricación local del prototipo; sin embargo, esta hizo aportaciones importantes que permitieron mejorar el disco, particularmente en lo referente al sistema de suspensión. Los discos fabricados fueron probados en parcelas y, por su funcionamiento y resultados, fueron bien aceptados por los productores locales. Si bien el disco cortador fue el primer producto de la vinculación, no es el único: a raíz de las inquietudes de productores que siembran maíz en primavera y grano pequeño en invierno, se diseñó y construyó una sembradora multiusos-multicultivo, implementos con los que se puede sembrar maíz, trigo, avena, sorgo, etc., mientras se van reformando las camas de siembra. Eventualmente, luego de las pruebas en campo y ajustes finales, esta nueva maquinaria se denominó Hemera y actualmente ya está disponible para los productores.

El cincel-roturador es otro producto generado a partir de esta alianza. De acuerdo con el gerente general de Sembradoras Dobladeses, el equipo técnico del CIMMYT sistematizó las necesidades de diversos productores que requerían un arado de subsuelo o subsolador para terrenos en temporal que a la vez permitiera hacer una rotura vertical, formará la cama de siembra, cortara el rastrojo que se deja como cobertura y acondicionara la línea de siembra para maíz o sorgo.

Este cincel roturador se ha probado en campo y, dado que nació de la inquietud y necesidad de los propios agricultores, ha tenido una buena aceptación e incluso ya está a la venta de manera comercial junto con la fertilizadora con discos y la sembradora multiuso-multipropósito.

Por otro lado, informa el Hub Intermedio del CIMMYT, el proyecto Aguas Firmes —impulsado por el Grupo Modelo y la Cooperación Alemana para el Desarrollo Sustentable (GIZ), e implementado por el CIMMYT y diversas organizaciones— ha incluido equipos de siembra para agricultura de conservación de la empresa guanajuatense Sembradoras del Bajío, con las cuales se busca contribuir a mejorar la sustentabilidad hídrica de los acuíferos de Calera en Zacatecas y Apan en Hidalgo.

Aunque aumentar el acceso de los pequeños productores a la maquinaria sigue siendo un desafío, las experiencias generadas a través de la red de innovación impulsada por el CIMMYT arrojan información valiosa para generar estrategias exitosas que faciliten el desarrollo y la adopción de alternativas de mecanización apropiadas, así como de mecanismos —como los servicios financieros y de alquiler de maquinaria— que permitan amortiguar el aumento de los costos laborales y la escasez en las economías rurales.

Referencias

Van Loon, J., Woltering, L., Krupnik, T. J., Baudron, F., Boa, M. & Govaerts, B. (2020). *Scaling agricultural mechanization services in smallholder farming systems: Case studies from sub-Saharan Africa, South Asia, and Latin America. Agricultural Systems, 180.*



EL KILÓMETRO EXTRA

Alfonso Prim
Fundador de Innokabi
Lean Startup & Marketing Online
contacto@innokabi.com

Hay un concepto del que quiero hablar hoy, que quizá te aporte una visión interesante si vas a lanzar un negocio o ya lo tienes en marcha;

El concepto del "kilómetro extra"

Básicamente, quiere decir que hay personas que salen a correr una carrera o lanzan un negocio y llegan a la mitad.

A veces porque la cosa no tiene sentido y con cabeza, abandonan. Otras veces es porque se les acaba la gasolina y no quieren seguir tirando del carro, pierden las ganas o la motivación. Hay quien abandona cuando ha recorrido casi todo, hay quien llega a la meta y hay quien hace uno, dos o más kilómetros extra.

Hay quien entrena incluso después de un partido o sigue dándole a los pedales después de cruzar la meta. Éstos en general, consiguen más que el resto.

Yo tengo un amigo ultrafondista con el que hace años fui a participar en una marcha cicloturista de 143 km.

Yo llegué en coche, hice la marcha con él (me iba esperando en cada cuesta), terminé, me duché y me volví en coche.

Él fue en bici unos 95 km de ida. Hizo la marcha conmigo; La Larra-Larrau 143 km (con Velagua, Isarbe y Larrau) y se volvió a casa en bici.

En el mundo del emprendimiento, como en el deporte y en la vida, quién está dispuesto a dar más que los demás, en general, recibe más, le va mejor y llega más lejos.

Lógicamente, no todo el mundo está dispuesto a hacer kilómetros extra... ahí está la gracia y la razón por la cuál los que si lo hacen, llegan más lejos.



EL CAMBIO CLIMÁTICO ES HOY: USO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS PARA MITIGAR SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA

Marisol Ayala Zepeda

Maestra en Ciencias en Recursos Naturales

Estudiante de Doctorado en Ciencias

Especialidad en Biotecnología

Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano

Instituto Tecnológico de Sonora

marisolayala2793@gmail.com



María Fernanda Ávila Mascareño

Ingeniera en Ciencias Ambientales

Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano

Instituto Tecnológico de Sonora

maria.avila9820@gmail.com



Sergio de los Santos Villalobos

**Doctor en Ciencias con especialidad
en Biotecnología de Plantas**

Profesor-Investigador en el Instituto Tecnológico de Sonora

Director del Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano y Colección

de Microorganismos Edáficos y Endófitos Nativos

sergio.delossantos@itson.edu.mx



Maria Isabel Estrada Alvarado

Doctora en Microbiología Molecular y Biotecnología

Profesora-Investigadora en el Instituto Tecnológico de Sonora

maria.estrada@itson.edu.mx



Fannie Isela Parra Cota

Dra. Ciencias con especialidad en Biotecnología de Planta

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

parra.fannie@inifap.gob.mx



Cristina Chinchilla Soto

Doctora en Ciencias Atmosféricas y Ambientales

Directora del Centro de Investigación de Contaminación Ambiental

Profesora en la Escuela de Agronomía

Universidad de Costa Rica

cristina.chinchilla@ucr.ac.cr



Eulogio de la Cruz Torres

Doctor en Ciencias Agropecuarias

Coordinador del Proyecto de Fitomejoramiento por Mutagénesis

Departamento de Biología, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares,

eulogio.delacruz@inin.gob.mx



Hablar de cambio climático es pensar en un aumento de gases de efecto invernadero, un incremento de temperatura global, la modificación del ciclo hidrológico, disminución de los glaciares, pérdida de diversidad, alteraciones en la distribución de distintas especies, incremento en la ocurrencia e intensidad de huracanes, entre otros cambios, en distintas esferas del planeta. De esta manera, se ha pronosticado una gran cantidad de efectos relacionados con este fenómeno, que impactarán a todas las actividades y los medios de vida.

El cambio climático tendrá distintos efectos según la región del mundo, dependiendo de la vulnerabilidad de esas zonas hacia este fenómeno, tanto de sus ecosistemas naturales, como de los sistemas sociales, de la infraestructura que exista y de su capacidad para adaptarse a nuevas condiciones. Es decir, los efectos del cambio climático dependerá en mayor medida de la resiliencia de los diferentes países y ciudades, y las estrategias de los gobiernos para mantener los medios de vida y el bienestar de los ciudadanos expuestos a los cambios en el clima, a través de infraestructura, el acceso a tecnologías, o la aplicación de la ciencia a la planeación de ciudades y de sus actividades productivas. Solemos pensar que todos los impactos del cambio climático nos alcanzarán en un futuro y esa es parte de las razones por las cuales llevar a cabo acciones que nos ayuden a mitigar sus efectos ha sido un proceso muy lento, y que no ha logrado ser prioridad mediante acciones concretas en todos los gobiernos.

Sin embargo, en fechas recientes hemos presenciado eventos extremos de manera más recurrente e intensa.

El 2020 fue uno de los tres años más cálidos de los que se tiene registro, y la década que terminó en ese año es reconocida como la más cálida (Copernicus, 2020). En el año 2020 comenzó la fase fría, "La Niña", del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENSO), con ello, en México se experimentó el inicio de la sequía, afectando a la mitad de los municipios del país, sobre todo en los estados del norte, sin embargo, en otros estados hubo heladas e inundaciones.

La sequía se extendió severamente hasta 2021, donde algunas presas tenían menos del 50% de agua, mientras que en Coahuila y Nuevo León se experimentaron incendios que arrasaron con 7000 ha de bosques, potenciado por la sequía y los frentes fríos. Por otra parte, en Sonora se perdieron más de 300 mil cabezas de ganado porque tuvieron que venderse, mientras que, en el municipio de Rosales, Chihuahua, se perdió la mitad de ganado, en parte por su muerte o por su venta. En Durango, sumaron 55 mil bovinos muertos en 2021, y para junio de 2022, en ese estado habían muerto 13 mil cabezas de ganado.

Estas condiciones llevaron a la toma de decisiones respecto al manejo del agua, por ejemplo, en el Distrito de Riego del Río Yaqui, debido a la sequía se restringieron los segundos cultivos (de verano) en 2021 y en 2022, lo cual no ocurría desde 2011.

En 2022, Nuevo León limitó el consumo doméstico de agua por horarios en varias zonas del estado, con 6 horas al día de agua potable, pues sus presas están en los niveles históricos más bajos, como la de Cerro Prieto, que llegó a tener 0.5% de su capacidad en julio de 2022.

Esta situación abrió la discusión y la toma de decisiones en cuanto al otorgamiento o retiro de las concesiones de la CONAGUA para el uso del agua por las empresas del estado.

El 12 de julio de 2022 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Acuerdo de inicio de emergencia por ocurrencia de sequía severa, extrema o excepcional en cuencas para el año 2022”, un instrumento normativo que permite implementar medidas preventivas y de mitigación de la sequía para garantizar el abasto de agua a la población (ver figura 1, donde se muestra el estado de la sequía en México).

Por ejemplo, este acuerdo indica que se podrá “proporcionar a terceros en forma provisional el uso total o parcial de las aguas concesionadas para uso agrícola o industrial” o la “limitación temporal a los derechos de agua existentes, a través de la reducción provisional de volúmenes a los usuarios de las cuencas que se encuentren en condición de sequía severa, extrema o excepcional, a fin de abastecer agua para uso doméstico y público urbano a las poblaciones que se encuentren sin este recurso natural por efecto de dicho fenómeno, en términos de lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales y atendiendo a las condiciones generales establecidas en los títulos de concesión”

(https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5657697&fecha=12/07/2022#gsc.tab=0).



Imagen: Pixabay.com



Imagen: Pixabay.com

A photograph of a person wearing a dark jacket and a hat, standing in a field of young wheat plants. The person is looking upwards, and a drone is visible in the sky above them. The background shows a clear blue sky with some clouds and a fence in the distance.

Sumado a estos retos, se encuentra la baja eficiencia de los fertilizantes, lo cual representa un problema por la contaminación de ecosistemas ocasionado por la pérdida de estos nutrientes en el ambiente (principalmente hacia la atmósfera y aguas subterráneas), y las pérdidas económicas de los productores. Se estima que la eficiencia en el uso del fósforo en los cereales es de solamente el 16% (Dhillon et al., 2017), mientras que la eficiencia en el uso del nitrógeno por estos cultivos se reporta en 35% (Omara et al., 2019). A pesar de que la aplicación de fertilizantes químicos puede aumentar el rendimiento de los cultivos rápidamente, su uso excesivo también puede causar el endurecimiento del suelo, disminuir la materia orgánica presente y alterar el pH después de un largo período de aplicación, lo que resulta en una pérdida de productividad del suelo.

Este problema es relevante sobre todo en el contexto social actual, donde México importa el 60% de los fertilizantes que se utilizan y este año se experimentó una escasez e incremento de precios a nivel mundial debido a factores como: la crisis climática, el conflicto Rusia-Ucrania, los volátiles y crecientes precios de la energía, las perturbaciones en el comercio y los elevados costos del transporte que se derivaron de la pandemia de COVID-19, las restricciones a la exportación, que han ocasionado su disminución, como en el caso de Rusia, China y Marruecos; y los elevados precios de los cultivos (FAO, 2022).

Figura 2. Uso de dron en el cultivo de trigo en etapa vegetativa en el Centro Experimental y Transferencia de Tecnología del Instituto Tecnológico de Sonora (CETT-910, ITSON). Fuente: Imagen propia.

Se deben explorar estrategias que permitan mejorar la producción agrícola, a través de enfoques genéticos y agronómicos, y que esta producción sea de calidad, a través de la maximización de los recursos como el agua y los insumos aplicados, como los fertilizantes, para no utilizar en exceso y así disminuir las consecuencias que sus pérdidas ocasionan, como los daños a la salud, las afectaciones a la economía y la alteración de los ecosistemas; y que este aumento de la productividad se desarrolle en armonía con los recursos naturales, es decir, sin contribuir a la erosión edáfica, al cambio de uso del suelo o a la emisión de contaminantes.

Migrar hacia la agricultura sostenible no es algo que pueda quedar como opción, es ya un hecho que la agricultura del presente y del futuro, debe ser sostenible. Hacer empleo de las tecnologías disponibles es fundamental para la toma de decisiones precisas en el campo, como el manejo de imágenes satelitales y/o drones para conocer cuánto y cuándo regar (Figura 2), hacer uso de sensores ópticos para conocer el verdor de los cultivos en diferentes etapas y correlacionarlo al estado de nitrógeno y saber las fechas y dosis de fertilización, llevar a cabo agricultura de conservación (Figura 3), con camas permanentes, rotar cultivos, establecer cultivos de cobertura y migrar hacia sistemas de riego más eficientes, siempre que esto sea accesible.

De esta manera, es necesario implementar alternativas agrobiotecnológicas, promoviendo la salud del

suelo y los agroecosistemas. Una de ellas es el empleo de inoculantes microbianos a base de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) y/o agentes de control biológico (ACB) (Figura 4).

Los MPCV son microbios no patógenos, que se encuentran en la naturaleza y que mejoran el crecimiento de las plantas por su habilidad de colonización de la raíz, a través de mecanismos directos e indirectos.

Los mecanismos directos facilitan la adquisición de nutrientes a través de reguladores del crecimiento tales como las fitohormonas en las plantas.

Los mecanismos indirectos ayudan a la protección ante infecciones (estrés biótico) y la disminución de los efectos dañinos de los agentes patogénicos en el desarrollo de la planta; esto es, actuando como bioplaguicidas. También son aquellos que ayudan a la planta a desarrollarse de manera saludable ante condiciones ambientales adversas ya sean térmicas, hídricas y/o salinas (estrés abiótico) (Díaz-Rodríguez et al., 2017; Montoya-Martínez et al., 2022).

Así, su inoculación en el agroecosistema mejora sus propiedades físico-químicas, la sanidad del suelo, y la diversidad microbiana (Chandra et al., 2018), y son una opción sostenible para reducir la dependencia de los insumos tales como los fertilizantes químicos y para mejorar la eficiencia del aprovechamiento de los mismos (Borriss, 2011).

Algunos de los géneros de bacterias que comprenden los MPCV son: *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Pseudomonas* y *Bacillus*.

Los MPCV se pueden aplicar al campo agrícola como inoculantes microbianos, los cuales son definidos como una formulación de microorganismos benéficos, que se pueden aplicar en la semilla, raíz o suelo, con o sin el uso de materiales acarreadores (líquidos, polvos liofilizados, turba y gránulos) que mantengan una alta viabilidad bacteriana y que promuevan la colonización en la planta (Srivastava et al., 2016).

El uso de MPCV nativos es uno de los factores que se deben considerar como primera opción cuando se busque incrementar el rendimiento o calidad del agroecosistema, ya que se utilizan bacterias originarias de un sitio agrícola sobre el mismo sitio, lo que les da una ventaja competitiva sobre las bacterias que provienen de otro lugar, esto es consecuencia de que las bacterias nativas están habituadas a las condiciones climáticas y edafológicas de la región, a diferencia de otras.

Por esta razón, al ingresar al agroecosistema los MPCV nativos existe una mayor permanencia de estas poblaciones y se pueden establecer para llevar a cabo los mecanismos descritos previamente, y finalmente, promover el crecimiento vegetal del cultivo o actuar como biocontroladores sobre fitopatógenos.



Figura 3. Sembradora especial para agricultura de conservación en la siembra de trigo sobre los residuos de la cosecha anterior, en Huatabampo, Sonora. Fuente: Imagen propia.



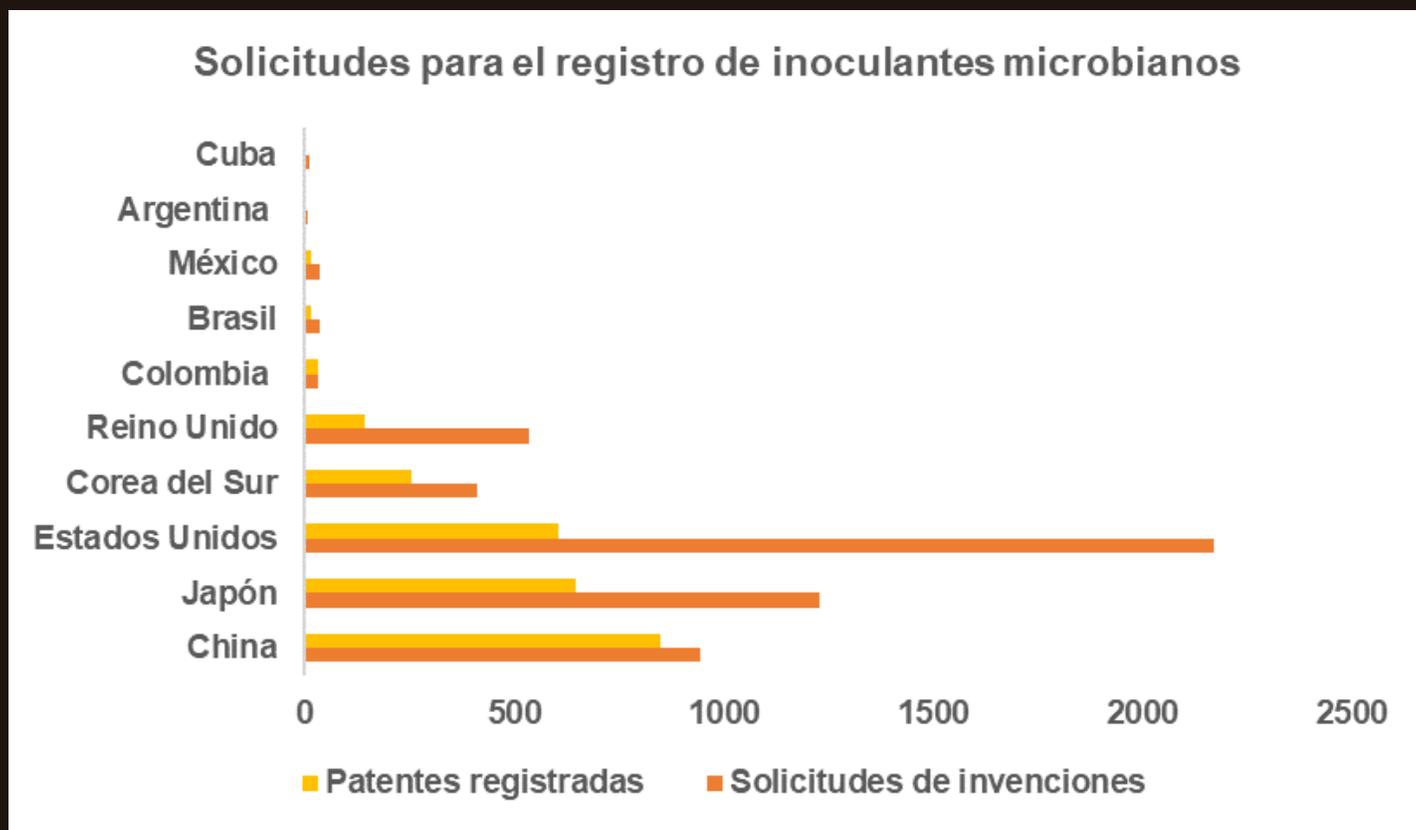
Figura 4. Aplicación de un inoculante microbiano a base de bacterias del género *Bacillus* al cultivo de trigo, las cuales pertenecen a la Colección de Microorganismos Edáficos y Endófitos Nativos (COLMENA, www.itson.mx/COLMENA). Fuente: Imagen propia.

Esto muestra un amplio panorama de oportunidades para el desarrollo de nuevos inoculantes que puedan tener efectos positivos para las plantas y que ayuden a incrementar la calidad del suelo y el rendimiento agrícola.

Especialmente, en la región de Norteamérica donde se está experimentando un alto crecimiento de las prácticas agrícolas sostenibles, la conversión de granjas convencionales a orgánicas y el desarrollo de nuevas soluciones biológicas a través de la investigación.

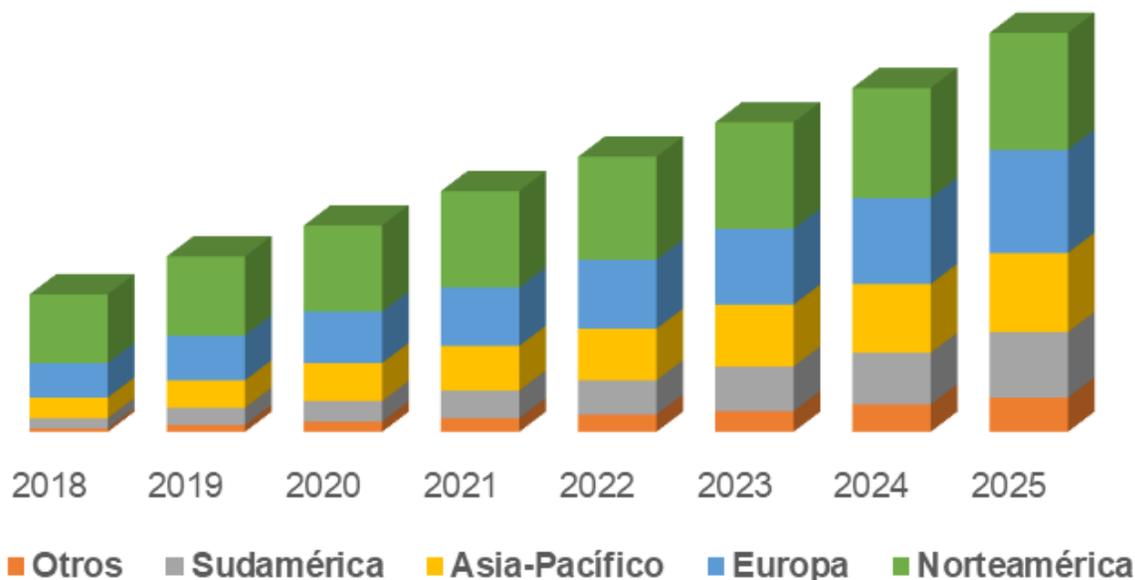
Por lo que se espera que a mayor concientización de los agricultores sobre los beneficios medioambientales de los inoculantes microbianos haya una mayor expansión de estos en el mercado agrícola (Gráfica 2).

Además, en esta región existe cada vez más preocupación por la seguridad y la calidad de los alimentos, lo que tiende a aumentar la demanda de soluciones agrobiotecnológicas.



Gráfica 1. Solicitudes de invenciones para el registro de inoculantes microbianos. Fuente: Barajas et al., 2017.

Mercado de inoculantes agrícolas por región (Billones \$USD)



Gráfica 2. Mercado de inoculantes microbianos de uso agrícola por región, estimación del año 2020 y proyección de 2021-2025. Fuente: MarketsandMarkets Research, 2020.

En general, existe una gran cantidad de herramientas que permitirán alcanzar una agricultura sostenible, y el uso de microorganismos benéficos es una de las principales.

Sin embargo, el impacto positivo de la inoculación en los campos es multifactorial y depende de la interacción entre las características del inoculante microbiano, las condiciones edafoclimáticas del sitio (suelo y clima), el cultivo de interés y las prácticas agrícolas.

La bioformulación del producto es una parte fundamental para su uso exitoso en la agricultura, y para optimizarlo se requiere un mayor control en los procesos de producción y un acarreador óptimo,

además de cepas específicas para la región y el cultivo, destacando el uso de microorganismos nativos. Por ello, es importante incentivar la investigación en este campo de la biotecnología, y responder a las problemáticas actuales y futuras, con el fin de desarrollar prácticas agrícolas que contribuyan a la seguridad alimentaria.

Agradecimiento:

Los autores agradecen el financiamiento a sus trabajos de investigación al Proyecto Regional Latinoamericano FAO/IAEA-RLA5077 “Enhancing Livelihood through Improving Water Use Efficiency Associated with Adaptation Strategies and Climate Change Mitigation in Agriculture (ARCAL CLVIII)”.

DISEÑO DE UN DESHIDRATADOR SOLAR CON CAPACIDAD DE ENSAMBLE Y SU CAPACIDAD DE SUSTITUCIÓN DE DESHIDRATADOR ELÉCTRICO EN EL VALLE DE ZAMORA

Miguel Angel Covarrubias Álvarez
Ingeniería Industrial
del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora
covarrubiasmiguel629@gmail.com

Francisco Duarte Rodríguez
Ingeniería Industrial
del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora
franciscoduarte7@gmail.com

Sofía Ramírez Alvarado
Ingeniería Industrial
del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora
sofía1290ra@gmail.com

Víctor Manuel Bárcenas Campos
Ingeniería Industrial
del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora
vicbarcenass100@gmail.com

Monserrath Campos Valencia
Ingeniería Industrial
del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora
camposmonserrath918@gmail.com

María Elena Ríos Castañeda
Ingeniería Industrial
del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora
mrioscastaneda@gmail.com



La deshidratación de alimentos es una práctica que no se realiza con mucha frecuencia en México, ya que, son limitadas las empresas del país que llevan a cabo este proceso, resaltando que son congeladoras esto quiere decir que la deshidratación de alimentos es un proceso adicional y no un proceso único para las congeladoras, sino que lo toman como un proceso extra a los demás que tienen, como el caso de las congeladoras que residen en el país de México.

Este proceso puede verse más como un aprovechamiento de fruta que no tiene una calidad de exportación, sin embargo, tiene la suficiente calidad para el proceso de deshidratación.

Cabe resaltar que al ser un proceso con fines económicos debe también de existir un costo de producción de los lotes de fruta deshidratada, como gasto energético por producción de cada lote y por supuesto el gasto económico que es la inversión de cada lote.

El proceso de deshidratación de frutas es una actividad que puede ser llevada a cabo de dos maneras distintas, con energía eléctrica y energía solar.

Esto da como resultado dos equipos de deshidratación como son, un deshidratador eléctrico, que como su nombre lo dice usa energía eléctrica para poder funcionar como un horno calentando el aire dentro del él y así deshidratando la fruta. El otro equipo es un deshidratador solar que usa la energía calorífica de los rayos del sol, calentado de igual manera el aire dentro de él con un sistema de entrada y salida de aire, así deshidratando la fruta.

La deshidratación de los alimentos como frutas y verduras es una técnica que se usa para quitar un porcentaje alto de agua, este proceso se basa en la exposición a aire caliente, no se sabe exactamente desde hace cuánto se lleva este proceso, sin embargo, si es uno de los más

antiguos, tomando en cuenta que primero surgieron la agricultura, pesca y ganadería. "Se considera que los sumerios, 3000 años antes de Cristo, fueron los primeros criadores de ganado.

Además, se asocia a su cultura la conservación de la carne y el pescado por medio de la salazón" (El hurraño ilustrado, s.f.).

En base a los procesos previos a la deshidratación como la agricultura, pesca y ganadería, surge la necesidad de conservar los alimentos, de esta manera nace la deshidratación permitiendo conservar el alimento con nutrientes sin necesidad de refrigerarlo.

La deshidratación se mejoró a lo largo de los años, pasando de ser un proceso de solo secado al sol a ser el proceso actual que se basa en el calentamiento del aire en una zona limitada para deshidratar los alimentos (El hurraño ilustrado, s.f.).

Pasando los años y los siglos han surgido diferentes métodos para la conservación de los alimentos, cada método usado de dientes, maneras y adaptado a los diferentes alimentos, sin embargo, la deshidratación es uno de los métodos que se ha mantenido debido a que adapta mejor a los distintos alimentos.

Son capaces de deshidratar tanto carnes, frutas y verduras e incluso pescado, sumando también su capacidad de deshidratar las semillas, algunas hierbas aromáticas, las especias y también puede deshidratar alimentos ya cocinados, precocinados y cualquier tipo de cereales.

Al deshidratar cualquier producto anteriormente mencionado agrega aportaciones como una gran estabilidad microbiológica, también reduce su peso y su volumen, esto ayuda a su almacenaje y su transportación (Dueñas Molins, s.f.).

Los deshidratadores solares son dispositivos que utilizan la radiación solar para calentar aire y así retirar el agua de los tejidos de productos como frutas, verduras, semillas, carne, hierbas o madera. Ya que han sido deshidratados, los alimentos pueden conservarse secos hasta por un año sin perder sus propiedades nutritivas, bromatológicas y organolépticas. La deshidratación solar es una alternativa renovable para la microindustria y un mecanismo de desarrollo económico para pequeños productores hortofrutícolas (Conafor, 2018).

El principal propósito es extender la duración de estos por la reducción del agua contenida en ellos; de esta forma se inhibe el crecimiento microbiano y la actividad enzimática, pero la temperatura del proceso es generalmente insuficiente para causar su inactivación. Por lo tanto, cualquier aumento en la humedad contenida durante el almacenamiento, como por ejemplo debido a empaque defectuoso puede resultar en un rápido deterioro (Ingeniare, 2016). (Imagen de fruta deshidratada).

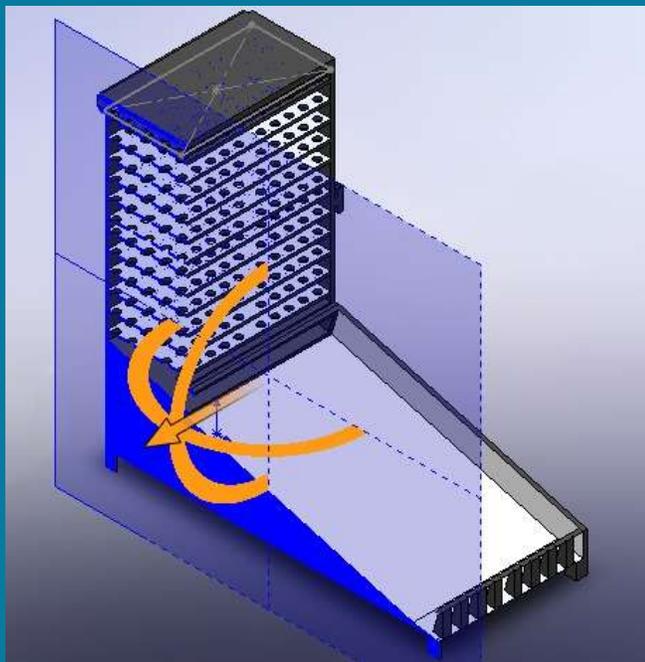


Imagen 1. Deshidratador Industrial F-150
Fuente: Paredes, s.f.

En base a un análisis realizado por los estudiantes de la carrera ingeniería industrial del Instituto Tecnológico De Estudios Superiores De Zamora (ITESZ), se determinó que el proceso de deshidratación de frutas es una actividad no muy frecuente en la región del valle de Zamora, este proceso lo realizan un par de congeladoras usando los deshidratadores eléctricos, con el fin de reducir costos de producción como gasto energético y gasto de mantenimiento, se pensó en crear un deshidratador solar que pueda producir a la par de un deshidratador eléctrico, así evitando un gasto por consumo energético y reducir la contaminación, sin embargo, por razones climáticas un deshidratador solar no puede producir igual a un eléctrico, debido a eso se planteó el diseño de un deshidratador solar con un capacidad de ensamble.

A continuación, se muestra una tabla promedio de capacidad de un deshidratador eléctrico. (Tabla de cantidades de deshidratación de un deshidratador eléctrico).

Con el fin de reducir esos costos energéticos se creó un nuevo diseño de un deshidratador solar, con la característica única de capacidad de ensamble entre cada deshidratador, esperando producir a la misma capacidad de un deshidratador eléctrico y por supuesto que pueda ser usado en la industria, para cumplir este objetivo el diseño del deshidratador solar debe contar con la capacidad de unir entre si los deshidratadores para crear una mayor capacidad al momento de producir con las especificaciones necesarias para poder llevar a cabo el proceso sin gasto energético.

El diseño se creó con la herramienta SolidWorks 2020 que es un graficador adecuado para el diseño 3D.

	Peinado	Corte	Bruto (kg)	Rendimiento de pelado (%)	Embaudado (kg)	Tiempo de deshidratación (h) (*)	Rendimiento de deshidratado (%) (*)	Deshidratado (kg)
Carne vacuno, cadera	Sin grasa	Filetes 6mm	200	100	200	4,5	40	80
Espárrago verde	Corte base	Rodaja 10mm	550	67	369	10	7	26
Jengibre	No	Rocaja 8mm	220	100	220	10	7	15
Plátano macho, verde	Sí	Rocaja 2mm	665	60	400	5	35	140
Pepino	Corte bases	Rocaja 6mm	230	97	225	4	4	9
Calabacín	Corte bases	Rocaja 6mm	250	89	223	4	6	13
Pimiento verde	Corte tallo	Rocaja 6mm	290	69	200	3	6	12
Tomate	Corte bases	Rodaja 20mm	670	28	590	10	7	41
Hongo Pleurotus Ostreatus	No	Tiras 10mm	230	100	230	6	10	23
Hongo Pleurotus Eryngii	No	Tiras 6mm	230	100	230	6	10	23
Papaya	Sí	Tiras 8mm	465	69	320	6	15	48
Papayón	Sí	Tiras 6mm	450	71	320	6	15	48
Plátano Cavendish	Sí	Rodaja 10mm	550	64	352	12	25	99
Piña	Sí	Rodaja 10mm	536	36	300	7	14	42
Manzana	Descorazonado	Rocaja 6mm	255	86	219	6	16	35
Mango	Sí	Tiras 8mm	702	57	400	5	14	56
Uva	No	No	400	100	400	80	40	160
Limón	No	Rocaja 8mm	325	26	280	12	16	45
Lima	Corte bases	Rocaja 8mm	330	31	300	12	16	48
Naranja	No	Rocaja 8mm	290	93	270	10	19	51
Mandarina	No	Rocaja 8mm	330	91	300	10	19	57
Kaki	No	Tiras 8mm	385	29	345	9	21	72
Pera	Descorazonado	Rocaja 8mm	280	90	252	6	16	40
Fresa	Corte hojas	Rocaja 8mm	450	79	356	9	10	36
Kivi	Sí	Rocaja 8mm	600	66	396	8	17	67
Arándano	NaOH	No	410	100	410	10	23	94
Ciruela	NaOH	No	1.500	100	1.500	22	28	420
Pitahaya amarilla	Sí	Rocaja 8mm	620	60	372	8	20	74
Aguaymanto/Uvilla/Physalis	Retirar hoja	No	640	94	602	14	20	120

Imagen 1. Frutas deshidratadas - ¿son buenas? Propiedades, calorías e ingredientes Fuente: Paredes, s.f.

La selección de los materiales es muy importante, principalmente la selección del material que abarca más espacio del deshidratador, es decir, su estructura completa, en donde se unirán las demás partes. Se debe de tener en cuenta lo siguiente, este material estará expuesto a vientos, temperaturas externas altas y bajas, golpes, rayos del sol o en algunos casos incluso lluvia, bajo estas restricciones se encontró que un candidato apto para conformar la base sería el acero inoxidable.

Las propiedades y características ideales del acero inoxidable austenítico, debido a su "mezcla de hierro, cromo, níquel y molibdeno, no cuenta con propiedades magnéticas" (Master Logística, s.f.).

Lo cual facilita el movimiento de las charolas dentro del deshidratador al no atraerse magnéticamente a las paredes del mismo deshidratador.

Este acero es el más usado en la industria de alimentos, por su composición es uno de los más fáciles a la hora de desinfectar y mantener limpio.

Su color debe de ser negro o en su defecto un color oscuro, la razón es la capacidad de absorción de los colores oscuros teniendo más absorción el color negro, "De hecho, cuanto un color más se acerque al color negro, más calor absorbe de la fuente de radiación.

La clave es que los colores no absorben diferentes cantidades de calor, sólo calor de la luz" (Info departamento, 2022, Párr. 1).

Por esta razón el color negro sería el más adecuado para pintar el acero inoxidable austenítico, así el calor de la luz será mejor recibido y ayudará al calentamiento del aire.

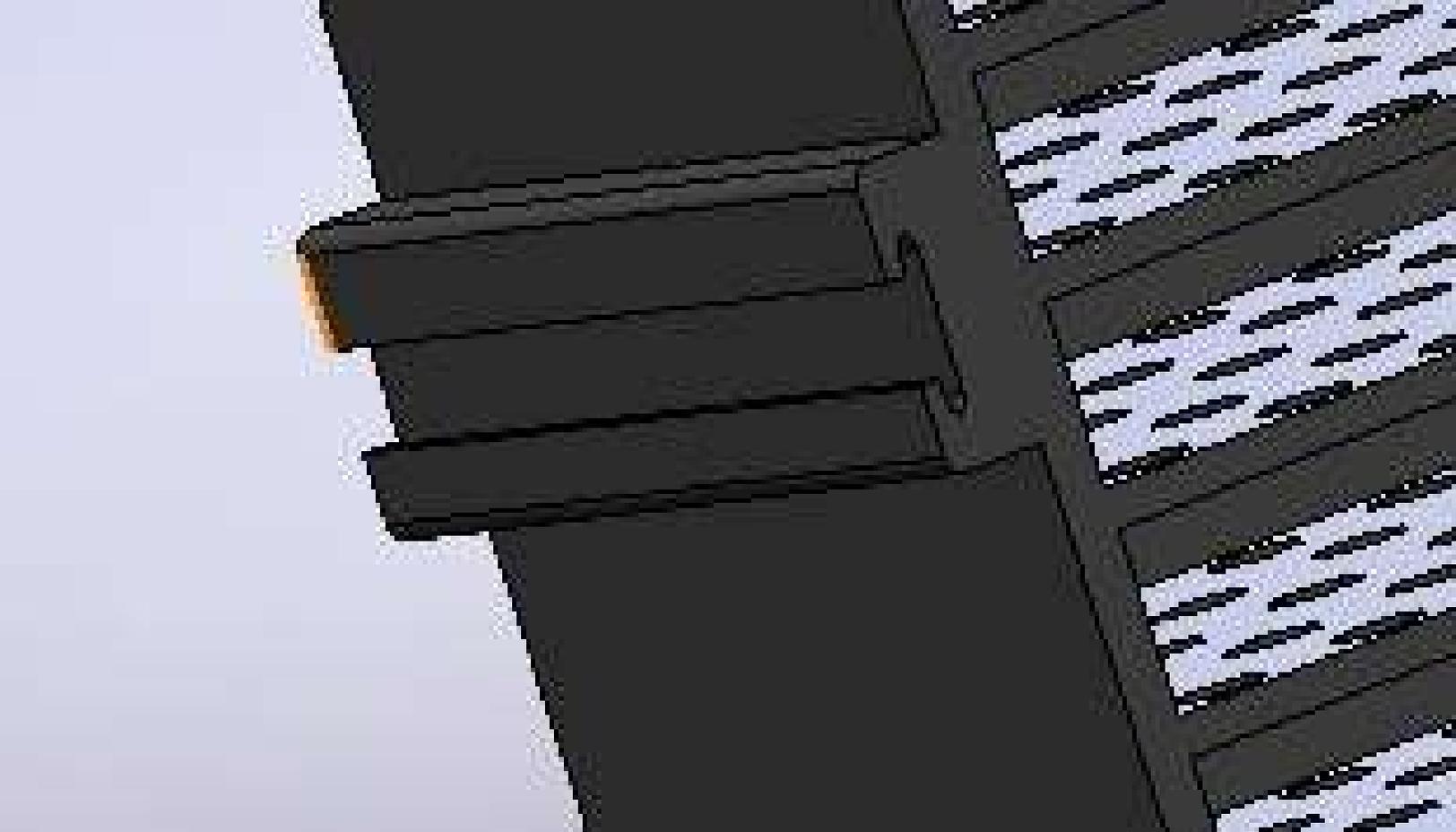


Imagen 2. Fuente: Creación propia.

Las charolas y la base de las mismas serán de aluminio, debido a su gran resistencia a la oxidación, por lo cual está en condiciones similares al acero inoxidable austenítico lo cual hace que sea una buena combinación, además también es fácil de esterilizar y no es magnético, el color principal del aluminio es plateado lo que resalta estéticamente (Rodríguez, 2022).

El cristal (vidrio) es siguiente material representa la “tapa” de la parte inferior donde se recolecta el aire y donde empieza su proceso de calentamiento. También forma parte de una ventana en la parte de la cabina de secado, siendo la parte frontal, de esto modo al tener un cristal que permita observar el proceso de secado de la fruta, si se presentará una imperfección o un imprevisto será visible, evitando así la necesidad de abrir el deshidratador para observar el proceso y afectar el proceso de deshidratación con la fuga del aire caliente.

El diseño es una creación propia, está creado por una combinación de los dos diseños de deshidratadores anteriores, tomando idea de la cabina de secado del deshidratador eléctrico, el recolector y calentador de aire del deshidratador solar.

La parte inferior es donde se lleva a cabo la recolección y la primera fase de calentamiento del aire, también en esta misma parte de la estructura se encuentra una entrada de aire diseñada como rendija para que no entre demasiado aire o entre muy poco, esta parte es muy importante, ya que es donde el proceso inicia, la parte superior está hecha de vidrio para que los rayos del sol puedan pasar hacia la parte de abajo donde se encuentra una lámina de acero de color negro que hace que el calor que recibe lo dirija hacia el aire para calentarlo. (Imagen de vista isométrica del diseño del deshidratador).

La parte inferior es donde se lleva a cabo la recolección y la primera fase de calentamiento del aire, también en esta misma parte de la estructura se encuentra una entrada de aire diseñada como rendija para que no entre demasiado aire o entre muy poco.

Esta parte es muy importante, ya que es donde el proceso inicia, la parte superior está hecha de vidrio para que los rayos del sol puedan pasar hacia la parte de abajo donde se encuentra una lámina de acero de color negro que hace que el calor que recibe lo dirija hacia el aire para calentarlo.

(Imagen de vista isométrica del diseño del deshidratador).

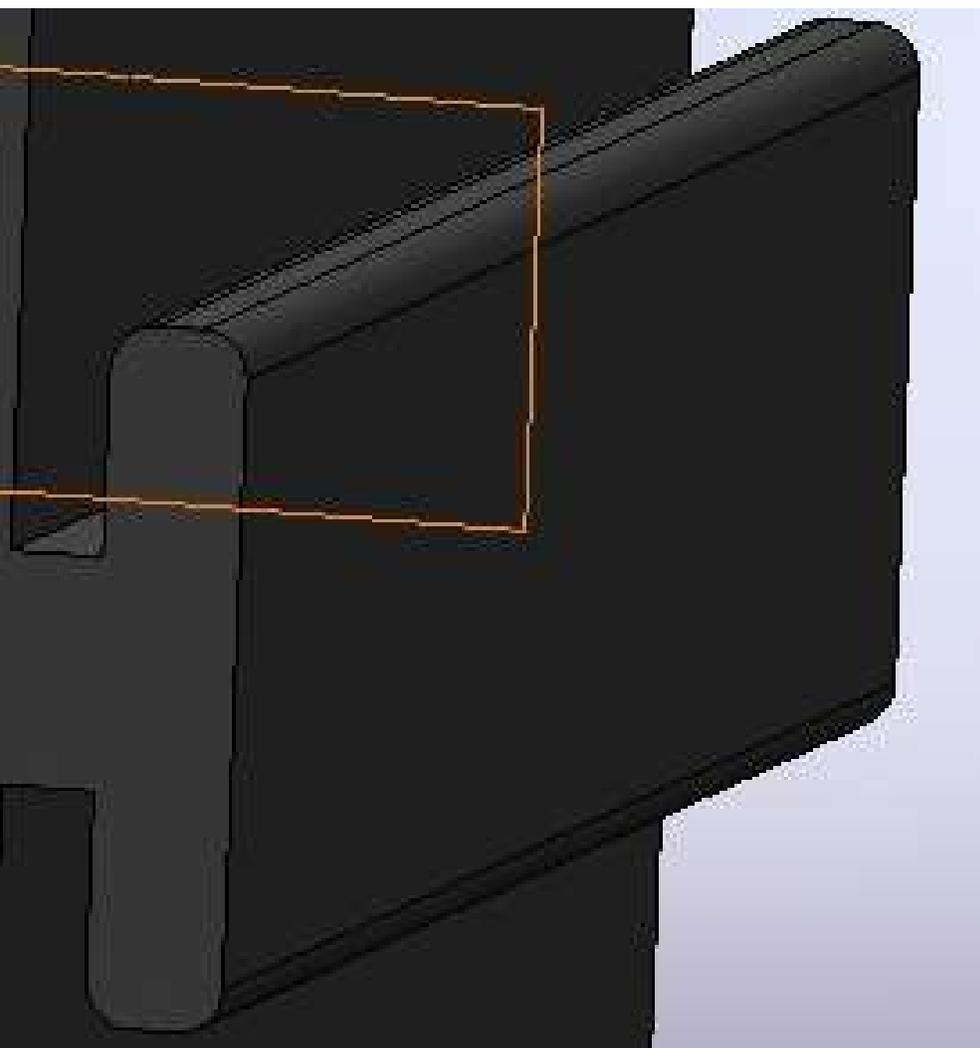


Imagen 3. Fuente: Creación propia.

En la parte superior está la cabina de deshidratación donde se encuentran las charolas y se coloca la fruta para su deshidratación el diseño de charolas se pensó con orificios en ellas para que por medio de este pase el aire caliente y se distribuya de manera uniforme por toda la cabina.

En la parte superior se encuentra una salida de aire para que exista una circulación de aire frío y caliente, la parte creada con un diseño personalizado cuenta con 3 partes para la salida, a lo largo de la pieza agregada, esto para regular la temperatura y exista un flujo de entrada y salida de aire caliente.

La parte más importante del diseño es la capacidad de ensamble, así que se pensó en un ensamble fácil para evitar la complejidad de movimiento por el peso y tamaño del deshidratador nombrando a la conexión como macho y hembra por su forma de ser ensambladas. Una de las conexiones está ubicada de un lado frontal que es considerado el conector hembra, la cual se encuentra en la parte derecha del deshidratador y esta se conecta con la parte izquierda de otro deshidratador.

La segunda parte se ubica en la parte izquierda del deshidratador, es la parte que entra en la anterior pieza, este es conocido como conector macho. (Imágenes de las partes de ensamble).

Imagen 4. Fuente: Creación propia.



El diseño preliminar del deshidratador solar terminó por satisfacer las necesidades básicas que se deben de tener, como es el paso de aire frío para calentarlo por la parte inferior del deshidratador, pasando por la cabina donde se colocan los productos a deshidratar, finalmente tiene una salida de aire para que el aire caliente tenga una liberación, contando también con el diseño de ensamble entre un deshidratador y otro.

En el proceso de elaboración del diseño se notó que para su ensamble es necesario una movilidad mínima de su posición, pero por el peso de este mismo podría ser una tarea complicada.

Por ende, el diseño está abierto a modificaciones que se aplicaran en futuras investigaciones. (Imagen del diseño preliminar).

REFERENCIAS:

- Arrangoiz Julien, A. González Castillo, E.J. Gómez García, P. (18 de agosto del 2008). *Deshidratadores solares. Manual para la construcción de Deshidratador Solar*. <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Manual-para-la-construccion-de-Deshidratador-Solar.pdf>
- Dueñas Molins, J. (s.f.). *Deshidratación: la forma más antigua y sana de conservar los alimentos*. Infoalimentacion. https://infoalimentacion.com/documentos/deshidratacion_la_forma_mas_antigua_sana_de_conservar_alimentos.htm
- El Huraño Ilustrado. (S.F.). *Historia de los alimentos deshidratados*. Franzavolio. <https://franzavolio.wixsite.com/elhuranoilustrado/single-post/2017/07/17/Historia-de-los-alimentos-deshidratados>
- Foodehy. (s.f.). *Deshidratador Industrial F-50 [Imagen]*. Foodehy. <https://foodehy.com/productos/deshidratador-industrial-f-50>
- Info Departamento. (07 de agosto 2022). *¿Por qué el color negro absorbe más calor?* Info departamento. <https://infodepartamento.com/almacenam/public/read/13661-por-que-el-color-negro-absorbe-mas-calor>
- Master Logística. (S.F. a) *Acero inoxidable. Sus propiedades y características*. Master logística. <https://www.masterlogistica.es/acero-inoxidable-sus-propiedades-y-caracteristicas/>
- Paredes, G. (s.f.). *Frutas deshidratadas - ¿son buenas? Propiedades, calorías e ingredientes [Imagen]*. Nutrición 360. <https://nutricion360.es/alimentos/carbohidratos/fruta-deshidratada-calorias>
- Rodríguez, H. (24 de agosto 2022). *Propiedades del aluminio (Al)*. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-aluminio-al_18221

Nutrición Vegetal

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

POSGRADOS



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

La Universidad De La Salle Bajío,

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

Nutrición Vegetal

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

Objetivo general

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

Dirigido a

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

Horario de clases

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

Horario sujeto a variación según disponibilidad de docentes.

PLAN DE ESTUDIOS

1er CUATRIMESTRE

Metabolismo y Fisiología Vegetal

Análisis de Agua, Suelo y Extracto Celular e Interpretación

Edafología y Sustratos

2o CUATRIMESTRE

Sistemas de Nutrición Vegetal

Fertirriego e Hidroponía

Diagnóstico y Recomendación en Sitios de Producción

3er CUATRIMESTRE

Agricultura Orgánica

Fisiopatías

Manejo Integrado de Enfermedades

Seminario de Investigación



Campus Campestre

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

FORRAJES VERDES HIDROPÓNICOS

Alejandro Alvarado Aguilar
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
aaa70830@udelasalle.edu.mx

Luis Fernando Martinez Macias
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
Imm70553@udelasalle.edu.mx

Aldo Martin Cervantes Rochas
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
acr71366@udelasalle.edu.mx

Liam Sebastián Villafaña Vallejo
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
lvw71367@udelasalle.edu.mx

Maximiliano Vargas Cabrera
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
mvc70979@udelasalle.edu.mx



Introducción

Este método es considerado como uno de los mejores manejos para el rendimiento, ya que te ayuda considerablemente en ahorro de agua, tiene un alto rendimiento, bajo impacto ambiental y fundamentalmente un complemento alimentario excelente.

Se piensa que los forrajes verdes hidropónicos empezaron hace poco, cuando en realidad ya tienen bastante tiempo, se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua.

La producción de forraje verde hidropónico es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables.

El forraje obtenido es de alta digestibilidad, valor nutricional alto, sobre todo de proteína. Se busca conocer técnicas para la producción de forrajes verdes hidropónicos, su procedimiento y los beneficios que nos pueden aportar.

¿Qué es el forraje verde hidropónico?

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. (FAO, (S/f))

¿Cuál es su proceso?

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 centímetros.





Imagen: Vaca alimentándose de FVH (Juárez-López, P, (s/f))

A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución nutritiva la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado

¿Pueden los animales ser alimentados con FVH?

Se puede alimentar corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera; otros rumiantes; conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde.

Al aparecer las primeras hojas, al cuarto o quinto día después de la siembra, aplicar riegos con solución nutritiva. La cantidad de ácido a aplicar estará en función del contenido de carbonatos y bicarbonatos del agua. Los nutrientes también pueden ser variables en función de la dureza del agua (aportes de calcio y magnesio). Debe ser una fórmula balanceada, en lo cual el Dr. Delfín tiene gran experiencia. (JuárezLópez, P, (s/f))

Condiciones del invernadero

El invernadero tendrá características de acuerdo con el clima del lugar en que se vaya a establecer la producción de forraje. Si es para climas cálidos, podría construir un invernadero alto para poder controlar mejor el calor, con el techo forrado de plástico blanco que tenga una sombra entre el 25% y 35 % cubriendo las paredes laterales con malla antiáfidos para permitir la circulación del aire. (T. Z. C. T. A. (s. f.).



Imagen: Rack o anaquel Hydro Environment para producir F.V.H. (T. Z. C. T. A. (s. f.).

En cambio, si el invernadero es para clima frío, con el fin de regular la temperatura especialmente en horas de la noche, podrías construir un invernadero hermético, o sea un invernadero cuyo techo y paredes estén forrados de un plástico lechoso con sombra entre 25% y 35% (T. Z. C. T. A. (s. f.).

•**El piso:** Debe ser de concreto, ya que por la frecuencia de riegos y la alta humedad relativa es el más funcional para evitar encharcamientos, proliferación de hongos y enfermedades (T. Z. C. T. A. (s. f.).

•**Estructura de soporte:** Puede ser de metal (puedes utilizar perfil sujetador y alambre zigzag para fijar los plásticos o mallas), PVC y madera, aunque no es tan recomendable para sitios húmedos porque puede generar la presencia de hongos. (T. Z. C. T. A. (s. f.).

•**Modulación:** Generalmente, para sostener las charolas de forraje, se construyen anaqueles de 4 a 6 niveles, separados entre sí, por pasillos de 1 metro de ancho, para facilitar las labores de siembra, cosecha y aseo.

La altura que debe de existir, entre cada nivel debe ser de cincuenta centímetros y el primer nivel distar del suelo aproximadamente 30 cm, cada nivel debe tener una pendiente de 10° para drenar la solución sobrante de las bandejas. (T. Z. C. T. A. (s. f.).

Riego

Hay varios sistemas de riego recomendados para la producción de Forraje Verde Hidropónico: por gravedad, microaspersión y nebulización.

Al sistema de riego nebulizado o microaspersión se le instala una tubería aproximadamente de 35 a 40 cm altura de las charolas forrajeras y se le instalan los nebulizadores o microaspersores.

Para los sistemas de un nivel será un nebulizador por charola, pero para los sistemas que van en anaqueles hydroenvironment puedes utilizar un nebulizador por dos charolas forrajeras.

Los sistemas de riego por microaspersión y nebulizado son de los que han dado mejores resultados, porque a diferencia de otros sistemas, el riego es proporcional, uniforme y el tamaño de la gota no ocasiona ningún daño a la semilla, además que ayuda a incrementar humedad relativa del invernadero. (T. Z. C. T. A. (s. f.).

Riego con solución nutritiva.

Cuando aparecen las primeras hojas, al cuarto o quinto día después de la siembra, se comienzan a aplicar riegos con solución nutritiva. Para los macronutrientes, en el Cuadro 1 se presentan siete opciones para preparar 1,000 litros de solución nutritiva, en función de la disponibilidad de los fertilizantes. Para producción de FVH se deben aplicar las soluciones nutritivas propuestas al 50 %.

Por ejemplo, se pueden obtener las soluciones al 50 % agregando los fertilizantes indicados a 2,000 L de agua o agregando la mitad de la cantidad de los fertilizantes recomendados en 1,000 L de agua. (Rodríguez Delfín, 2005).

Como fuente de micronutrientes se puede usar una mezcla comercial de quelatos. Por ejemplo, Ultrasol Micro Rexene® de la empresa SQM, en dosis de 20 g por cada 1,000 litros de agua. La composición de esta mezcla es: Hierro (Fe-EDTA) 7.5 %, Manganeso (Mn) 3.7 %, Boro (B) 0.7 %, Zinc (Zn) 0.6 %, Cobre (Cu) 0.3 %, Molibdeno (Mo) 0.2 %. Los últimos dos días antes de la cosecha el riego se realiza únicamente con agua para eliminar rastros de sales minerales que pudieran haber quedado sobre las hojas y raíces. Existen investigaciones que se han realizado sin la aplicación de riegos con soluciones nutritivas, se riega solamente con agua; sin embargo, el máximo rendimiento de FVH se obtiene cuando se aplican riegos con solución nutritiva. (Rodríguez Delfín, 2005).

Fuentes: Rodríguez Delfín (2005)

Cuadro 1. Opciones para preparar la solución nutritiva con macronutrientes.

Orden de disolución	Fertilizante	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6	Opción 7
1	Ácido sulfúrico	—	50 mL	—	50 mL	—	50 mL	—
2	Ácido fosfórico	175 mL	—	175 mL	—	175 mL	—	133 mL
3	Sulfato de potasio	—	551 g	890 g	558 g	558 g	—	600 g
4	Fosfato monoamónico	—	297 g	—	297 g	—	—	—
5	Nitrato de potasio	650 g	140 g	—	—	—	388 g	—
6	Fosfato monopotásico	—	—	—	—	—	351 g	600 g
7	Sulfato de magnesio	950 g	950 g	—	950 g	—	950 g	950 g
8	Nitrato de magnesio	—	—	800 g	—	605 g	—	—
9	Nitrato amonio	—	—	—	154 g	126 g	103 g	—
10	Nitrato calcio	1230 g						

Cosecha y rendimiento.

La mayor riqueza nutricional de FVH se alcanza en los días 7 y 8 después de la siembra, por lo que el mayor volumen y el rendimiento deben ser valorados con la calidad, dado que el factor tiempo es un elemento negativo en términos de una producción eficiente.

En términos generales, de 10 a 14 días es el periodo óptimo de cosecha del FVH; sin embargo, en función del requerimiento de forraje, se puede cosechar antes o después.

La cosecha del FVH comprende el total de la biomasa que se encuentra en la bandeja o franja de producción.

Esta biomasa comprende a las hojas, tallos, el abundante colchón radicular, semillas germinadas y no germinadas.

Lo anterior forma un sólo bloque alimenticio, el cual es fácil de sacar y de entregar a los animales en trozos, desmenuzado o picado.

Se recomienda utilizar el FVH recién cosechado, aunque no existen problemas sanitarios de conservación por dos o tres días, salvo el asociado a un descenso de la calidad nutricional.

La conversión de semilla a pasto aproximadamente es de un kg de semilla por siete kg de forraje, y por su valor nutritivo, un kg de FVH reemplaza entre 3.1 y 3.4 kg de alfalfa verde. (T.Z.C.T.A, (s.f))

VENTAJAS

•**Ahorro de agua.** Al utilizar el sistema de producción FVH la pérdida de agua por escurrimiento superficial, infiltración y evapotranspiración es mínima comparada con la producción convencional de forraje.

La técnica del FVH emplea menos de dos litros de agua para producir un kg de forraje, lo que equivale a 8 litros para promover un kg de materia seca de FVH (considerando un 25% de materia seca del FVH), cantidad notablemente menor a los 635, 521, 505, 372 y 271 litros de agua por kg de materia seca producida de avena, cebada, trigo, maíz y sorgo respectivamente, cultivados a campo abierto. (Juárez-López, P, (s/f))

•**Menor costo de producción y eficiencia en el uso del espacio.** En general, el costo de producción de FVH es 10 veces menor comparado con la producción de cualquier forraje en espacios abiertos. El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en sistema vertical lo que optimiza el uso del espacio útil por metro cuadrado. Se ha estimado que 170 m² de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para FVH de avena son equivalentes a 5 hectáreas con producción convencional de forraje de la misma especie. (Juárez-López, P, (s/f))



Imagen, Producción de F.V.H. en anaqueles hydroenvironment para 100 charolas (T. Z. C. T. A. (s. f.).

•**Eficiencia en el tiempo de producción.** La producción de FVH tiene un ciclo de 10 a 14 días. En algunos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza después de los 14 días, a pesar de que el óptimo definido por varios estudios ha mostrado que la cosecha no debería extenderse más allá del día 12, debido a que a partir de ese día el valor nutricional del FVH disminuye. (Juárez-López, P, (s/f))

•**Calidad del forraje.** Su valor nutritivo deriva de la germinación de las semillas. El FVH es rico en vitaminas, especialmente la A y E, contiene carotenoides que varían de 250 a 350 mg por kg de materia seca (MS), posee una elevada cantidad de hierro, calcio y fósforo, su digestibilidad es alta puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa. (Juárez-López, P, (s/f))

•**Inocuidad.** El FVH producido en condiciones adecuadas de manejo representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de plagas ni enfermedades. Con el FVH los animales no comen hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. (Juárez-López, P, (s/f))

DESVENTAJAS

•Desinformación y falta de capacitación.

•Costos de instalación. Algunos autores mencionan como desventaja el costo de instalación, sin embargo, se ha demostrado que utilizando estructuras de invernaderos de bajo costo (tipo túneles), se pueden obtener excelentes resultados. (Juárez-López, P, (s/f))

•**Bajo contenido de materia seca.** En general, el FVH tiene bajo contenido de materia seca, lo que se resuelve agregando diversos rastrojos o alimento concentrado para complementar la ración en la alimentación del ganado. (Juárez-López, P, (s/f))

Conclusión

En conclusión, entre los beneficios que ofrece el F.V.H está la adaptación frente al cambio climático debido a que estos cultivos se producen en invernaderos donde se controlan las condiciones ambientales.

La vigilancia constante en este tipo de plantación permite evitar en gran medida enfermedades y no requieren el uso de agroquímicos para eliminar plagas, puesto que no se exponen al aire libre. A su vez permite la conservación del suelo, ya que no se utiliza en su producción y se reduce la cantidad de agua que se emplea. La reflexión finalmente es pensar en un cambio estructural para que las grandes industrias que compiten por la alimentación humana implementen una producción de este nivel.

Referencias bibliográficas

- (S/f). *Fao.org*. Recuperado el 1 de octubre de 2022, de <https://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.pdf>
- Juárez-López, P., Morales-Rodríguez, H. J., Sandoval-Villa, M., danés, A. A. G., Cruz-
- Crespo, E., Juárez-Rosete, C. R., Aguirre-Ortega, J., Alejo-Santiago, G., & Ortiz-
- Catón, M. (s/f). *PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO*. Uan.mx:8080. Recuperado el 1 de octubre de 2022, de <http://dspace.uan.mx:8080/bitstream/123456789/2126/1/Produccion%20de%20forraje%20verde%20hidroponico.pdf>

LOS ISÓTOPOS: RASTREANDO EL DESTINO DE LOS AGROINSUMOS PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

María Fernanda Ávila Mascareño.
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales del Instituto
Tecnológico de Sonora.
maria.avila9820@gmail.com

Marisol Ayala Zepeda.
Doctorado en Ciencias con Especialidad en Biotecnología del
Instituto Tecnológico de Sonora.
marisolayala2793@gmail.com

Fannie I. Parra Cota.
Profesora-Investigadora del Campo Experimental Norman E.
Borlaug.
parra.fannie@inifap.gob.mx

Sergio de los Santos Villalobos.
Profesor investigador del Instituto Tecnológico de Sonora.
sergio.delossantos@itson.edu.mx



La materia está constituida por átomos los cuales son considerados la unidad más pequeña de la misma.

Los átomos se constituyen por dos partes: 1) su núcleo atómico, el que contiene a los protones (partículas cargadas positivamente) y a los neutrones (sin carga), y 2) los electrones (partículas de carga negativa) que orbitan alrededor del núcleo. Comúnmente se dice que los opuestos se atraen, y gracias a esta atracción entre protones (+) y electrones (-) es que se mantiene unido el átomo.

Un tipo de átomos son los elementos químicos, como el carbono, nitrógeno, fósforo, potasio y 114 elementos más. Imaginemos que una barra de oro está formada por cientos de millones de átomos de oro, pero si quisiéramos mezclarla con plata crearíamos una sustancia que pareciera distinta en esencia; sin embargo, los átomos de oro seguiría siendo los mismos, y se comportaría de la misma manera ante cualquier reacción química que los sometiéramos.

En general, hay una gran variedad de materiales compuestos de distintos elementos, pero cada uno tiene su propio comportamiento individual.

Los elementos también pueden variar dependiendo de la composición del núcleo atómico, esto sucede cuando se adiciona uno o más neutrones, y se mantiene la misma cantidad de protones y electrones (Figura 1).

Esto no quiere decir que el elemento se transforme en otro, debido a que los neutrones no tienen carga y, por ende, no se modifica el comportamiento químico del elemento. La única diferencia es que se convierte en un átomo más pesado. Los átomos de un mismo elemento con una distinta cantidad de neutrones se denominan isótopos.

Pensemos entonces, ¿qué es más fácil de mover?, ¿algo ligero o pesado?. Por ejemplo, el oxígeno es un elemento con distintos isótopos, cada uno con una abundancia relativa diferente. En la naturaleza, específicamente el oxígeno-16 es el más abundante y se encuentra en un 99.7% en la Tierra, mientras que el oxígeno-18 (isótopo con 2 neutrones extras en su núcleo) tiene una abundancia de 0.2%. Ambos isótopos se encuentran en todos los sistemas que podamos imaginar (García & Andrade, 2007).

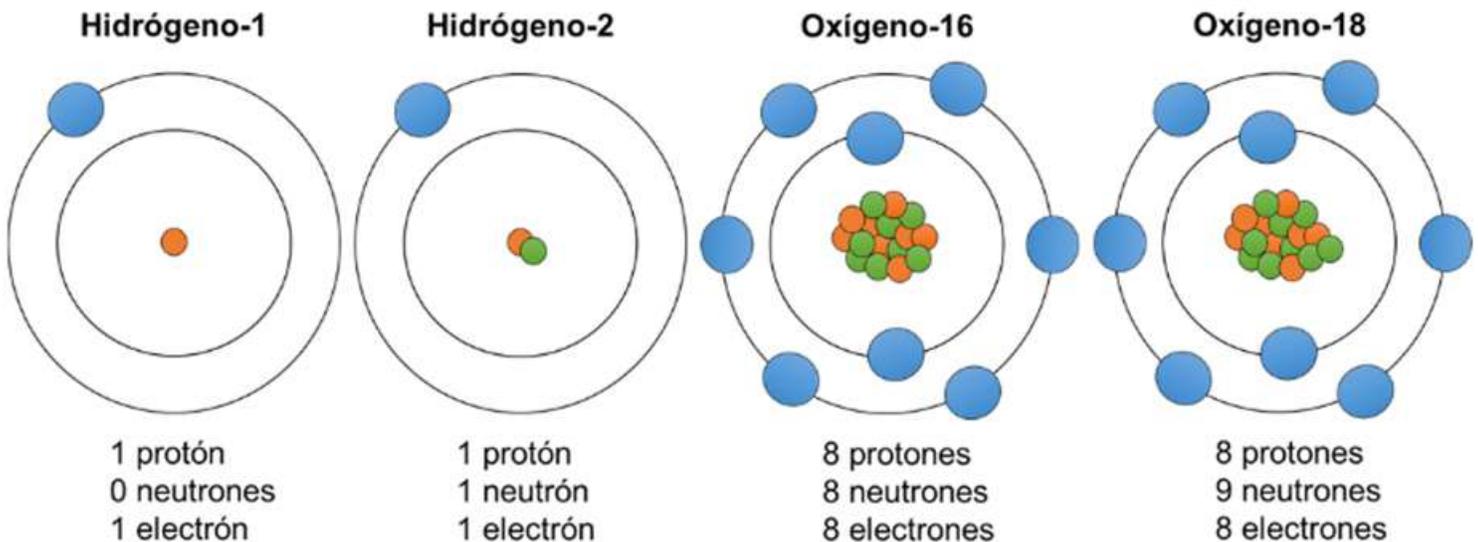


Figura 1. Isótopos de hidrógeno y oxígeno.

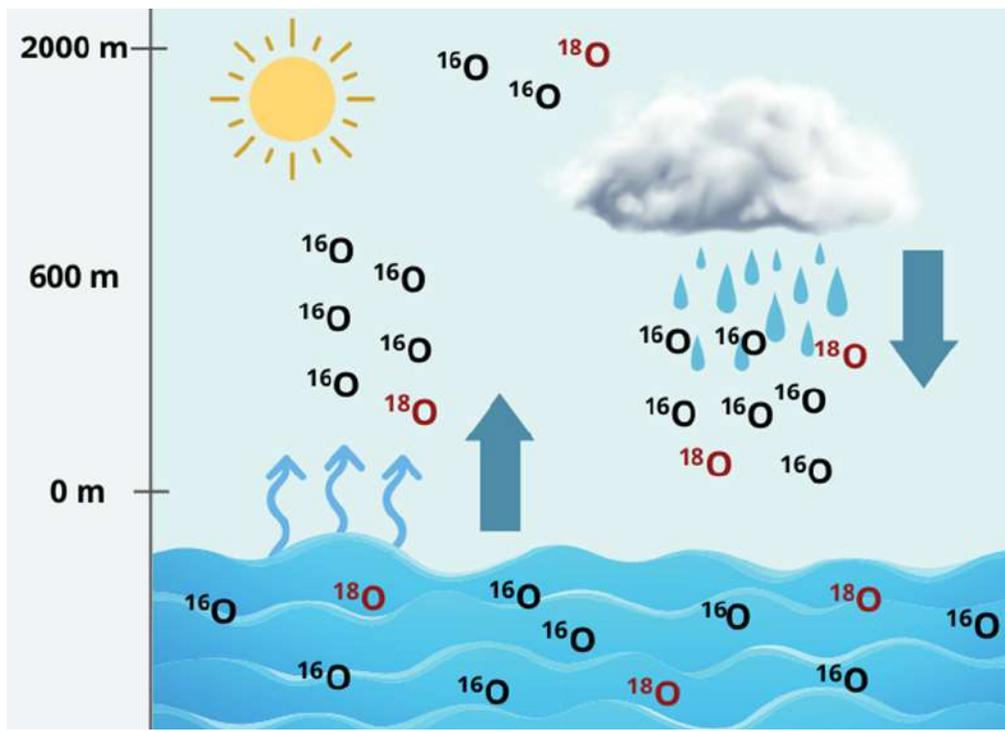


Figura 2. Movilización de los isótopos en la superficie oceánica.

Si los imaginamos en la superficie oceánica, siendo sometidos a procesos físicos de radiación y temperatura, sabemos que el isótopo de menor peso saldría primero del sistema, y aunque eventualmente también lo haría el isótopo pesado, este requeriría una mayor cantidad de tiempo y/o energía para lograrlo. Es por eso que, cuando se monitorea el fenómeno de evaporación, donde el agua líquida se convierte en vapor atmosférico, este último se encuentra mucho menos cargado de isótopos pesados de oxígeno-18, porque muchos siguen a la espera de ser finalmente movilizados. De la misma forma en la precipitación, donde se arrastran los isótopos ligeros presentes en la atmósfera, con mayor facilidad que a los pesados (Figura 2).

En el sistema presentado anteriormente, se observa el movimiento del agua en sus fases físicas, pero también es algo que se puede expandir a los sistemas agrícolas, no solo con el elemento del oxígeno, sino con muchos otros.

En las últimas décadas se ha estudiado el uso de isótopos en la agricultura, principalmente de los elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. En especial para el carbono se ha estudiado el uso del carbono-13 (^{13}C). Este isótopo ha permitido descubrir de qué estaban compuestas las dietas antiguas, con base en restos arqueobotánicos; así, se pueden estimar las redes alimentarias de las poblaciones humanas de decenas de años atrás. También el ^{13}C nos puede indicar el estado del agua de la planta y al mismo tiempo el rendimiento de los cereales en la antigüedad, la disponibilidad de la humedad del suelo y el riego (Riehl, 2020). Por otro lado, la información derivada del análisis del carbono en diversos fósiles de restos vegetales se ha utilizado para reconstruir las condiciones climáticas y ambientales del pasado.

En la agricultura actual, el ^{13}C es ampliamente utilizado para el estudio de la fotosíntesis, debido a que ciertas plantas prefieren la molécula de CO_2 con el carbono más ligero, es decir, el carbono-12 (^{12}C). Por lo tanto, la mayor proporción de carbono contenido en la biomasa vegetal es de este tipo. Esta discriminación se puede utilizar como indicador indirecto del cierre de estomas y uso eficiente de agua. Básicamente lo que sucede es que cuando una planta se encuentra bajo estrés hídrico necesita conservar el agua que tiene, y su estrategia es cerrar sus estomas e interrumpir salida de agua, pero al mismo tiempo detiene la entrada de CO_2 (Figura 3). No obstante, cuando hay poco dióxido de carbono disponible para sus procesos metabólicos, la planta dejará de discriminar y utilizará el ^{13}C que en un principio rechazaba, esto con el objetivo de seguir produciendo energía y azúcar para la generación de biomasa (Polania et al., 2012).

En otros aspectos, el carbono-13 también se ha utilizado para evaluar la calidad del suelo. Si un suelo se fertiliza con estiércol y residuos de cultivo, en teoría debe tener un mayor contenido de carbono orgánico. Si monitoreamos el isótopo ^{13}C , se puede determinar la estabilidad y las fuentes del carbono presente en el suelo y, por tanto, su fertilidad (Fischer, 2018).

Otro elemento de interés es el nitrógeno-15 (^{15}N). El nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas y la fotosíntesis.

En la agricultura, el nitrógeno se añade al suelo en forma de fertilizante sintético que permite el máximo crecimiento de la planta.

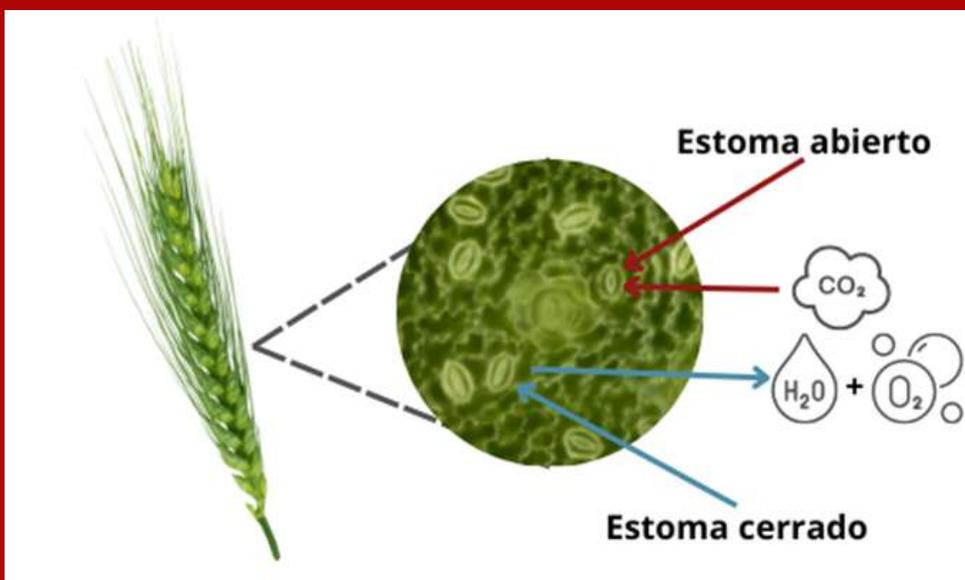
Sin embargo, en muchas ocasiones la dosis de nitrógeno aplicada sobrepasa el umbral óptimo de fertilización.

Figura 3. Cierre estomático por el estrés hídrico en las plantas.

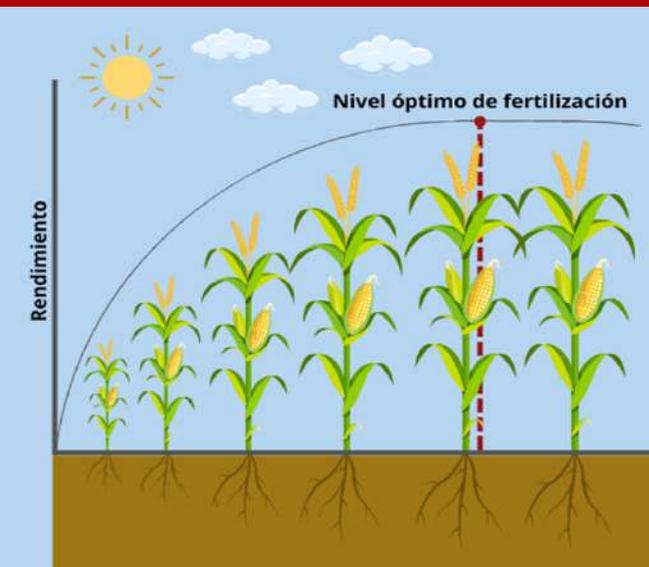
Se ha demostrado que más del 60% del fertilizante aplicado al cultivo se pierde por efectos de volatilización a la atmósfera, escurrimiento a las aguas subterráneas o inmovilización en el suelo, es decir, menos del 40% es aprovechado por el cultivo (Gaspar, 2017).

Aquí es cuando entra en escena el isótopo de nitrógeno-15. Muchos experimentos se han establecido utilizando fertilizantes “especiales” marcados con un enriquecimiento de isótopos de ^{15}N , los cuales permiten rastrear este elemento en el ambiente para determinar con qué grado de eficiencia está absorbiendo el fertilizante el cultivo, bajo las prácticas agronómicas de la región.

La técnica también ayuda a determinar la cantidad óptima de fertilizante que debe aplicarse ya que, a diferencia del fertilizante normal (cuya abundancia de ^{15}N es la natural), el fertilizante enriquecido con ^{15}N se puede monitorear en el ambiente, debido al peso extra que contiene. Diversos estudios han demostrado que empleando fertilizante marcado de ^{15}N y aplicando la dosis que maneja el agricultor en campo, se puede calcular la eficiencia en el uso del nitrógeno, es decir, cuánto del nitrógeno aplicado fue utilizado por el cultivo. El nitrógeno aprovechado se encontrará en los tejidos de la planta, mientras que el que no lo fue, se hallará en el suelo, atmósfera y/o cuerpos de agua.



Esta diferencia nos podrá indicar la eficiencia del sistema y permitirá el desarrollo de estrategias para establecer las dosis de fertilización adecuadas que permitan disminuir las pérdidas de N en el ambiente, y los impactos negativos a la salud y los ecosistemas (Figura 4).



El consumo del agua en el territorio mexicano está casi monopolizado por la agricultura (Figura 5), que utiliza casi el 80% de los recursos hídricos disponibles.

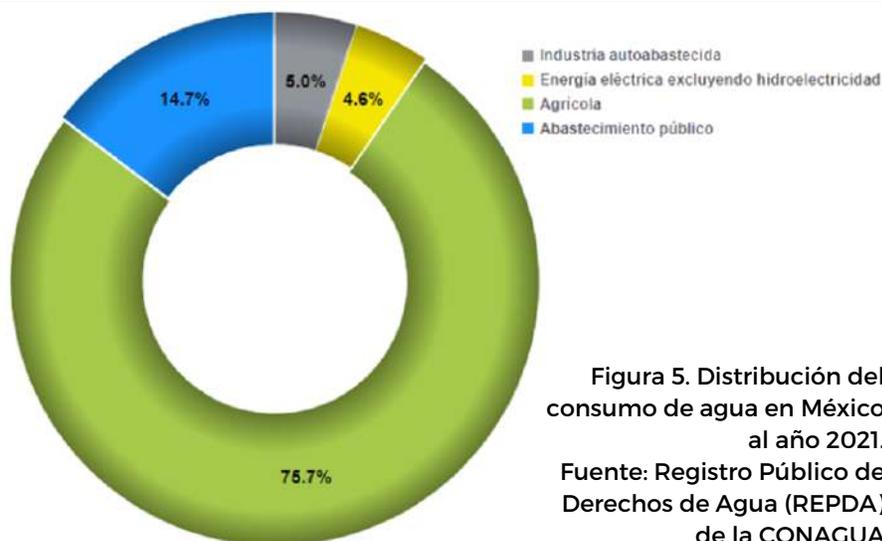


Figura 5. Distribución del consumo de agua en México al año 2021.

Fuente: Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la CONAGUA

Figura 4. Nivel óptimo de fertilización en los cultivos.

Esta técnica es una herramienta que proporciona información a los agricultores para tomar decisiones que permitan aumentar el rendimiento de los cultivos, optimizar el uso de fertilizantes y evaluar las variedades de cereales, hortalizas y otros vegetales a fin de determinar su eficiencia en el aprovechamiento de los agroinsumos.

Por otra parte, tenemos los isótopos de la molécula del agua (H₂O): hidrógeno y oxígeno. En la agricultura, el agua es indispensable para el crecimiento de los cultivos. Actualmente, y debido a factores como el cambio climático, algunos de los estados de México se encuentran bajo un grado de estrés hídrico del 17.4%, lo cual se considera un nivel moderado; sin embargo, en las zonas centro, norte y noroeste del país se experimenta un grado de presión fuerte sobre el recurso hídrico (CONAGUA, 2010).

Para el suministro del agua dirigida a la agricultura se ha recurrido a fuentes subterráneas en varias zonas de la República Mexicana (Figura 6).

Esta situación de sobreexplotación del agua del subsuelo ha provocado un abatimiento de los mantos acuíferos, generando daños irreversibles, como la intrusión salina y con ello su contaminación, poniendo en riesgo la sustentabilidad y el aprovechamiento del agua, principalmente en las regiones agrícolas por bombeo (Corona, 2016).

Se estima que la eficiencia del uso del agua en ecosistemas semiáridos con sistema de riego por gravedad, sólo alcanza el 11% (De Pascale, 2011); es decir, casi el 90% del agua que se aplica a los cultivos se pierde por evaporación, escurrimiento o filtración a los acuíferos.

Utilizar las herramientas isotópicas como el rastreo de oxígeno-18 (^{18}O) e hidrógeno-2 o deuterio (^2H) tiene diversas aplicaciones agrícolas, ya que esta información permite que podamos distinguir entre las diferentes reservas hídricas del agroecosistema como el suelo, planta y atmósfera, y por lo tanto, proporciona información sobre cómo las plantas utilizan el agua.

Estos estudios, nos permiten determinar la principal fuente de agua de las plantas, explorar las respuestas de éstas a los cambios de precipitación, particionar la evapotranspiración y examinar la recarga de las aguas subterráneas (West et al., 2006). Investigar los puntos mencionados con anterioridad nos permitiría entender cuál es el rango óptimo de agua que requiere nuestro cultivo, y disminuir el impacto sobre la extracción desmedida de agua dulce.

Recientemente, los isótopos de oxígeno-18 y deuterio se han utilizado para la partición de la evapotranspiración y la determinación de la eficiencia del uso del agua. China es de los principales países que utiliza esta herramienta para definir patrones de irrigación óptimos para cada cultivo en sus regiones; por ejemplo, para maíz y algodón. Bajo una investigación científica se determinó que el maíz utiliza el agua del suelo poco profundo (de 0 a 20 cm) cuando el cultivo está en crecimiento, de 20-50 cm cuando entra a la fase de floración, y de nuevo a 0-20 cm en la fase de maduración. En cambio, en el algodón la profundidad principal de la absorción de agua de las raíces aumenta gradualmente durante toda la fase de crecimiento: de 0 a 20 cm en la fase de plántula, 20-50 cm en la fase de brotes, 50-90 cm en la fase de floración y >90 cm en la fase de apertura de la cápsula (Wang et al., 2010).



Figura 6. Principales fuentes de aprovechamiento de agua en México.
Fuente: Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la CONAGUA

También, se evaluaron los flujos de evaporación, transpiración y percolación en el cultivo maíz de verano y trigo de invierno en China. Para el maíz, la transpiración representó el 71.3% de la evapotranspiración y una eficiencia del uso del agua de riego de un 38.0%; y para el trigo, la transpiración representó el 61.7% de la evapotranspiración, y tuvo una eficiencia del 42.3% (Wang et al., 2012). Estos estudios rastrearon la molécula del agua en el suelo, riego y lluvia y con estos resultados se pueden proponer calendarios y optimización de los riegos para aumentar su aprovechamiento.

En conclusión

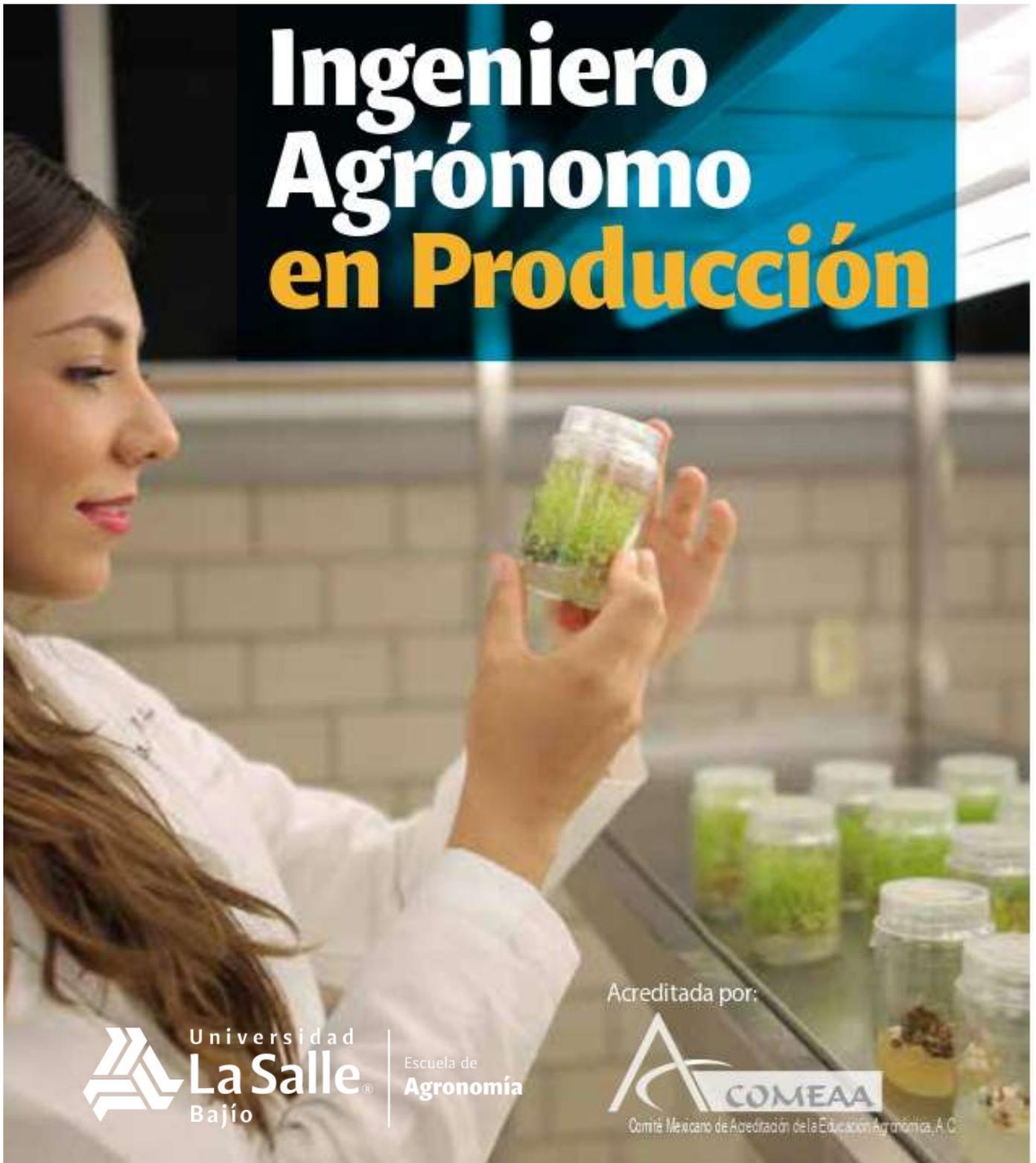
Si pensamos en carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, estos átomos están presentes en todo el planeta y, por lo tanto, forman parte de interacciones, procesos, fenómenos, mecanismos e intercambios de estados de la materia que mantienen los ecosistemas funcionales. Debido a la amplia presencia de los isótopos en la naturaleza, las aplicaciones en distintas disciplinas son igual de diversas. De esta manera, la aplicación de las técnicas isotópicas en paleontología, hidrología, oceanografía, estudios agronómicos, fisiología vegetal y edafología, son fundamentales para generar información acerca de fenómenos climáticos, la fertilidad de los suelos, el uso del agua por los cultivos, su fotosíntesis y evapotranspiración, la eficiencia en el uso del nitrógeno, la dinámica de contaminantes en los cuerpos de agua, entre otros importantes procesos.

Así, el uso de las técnicas isotópicas es una herramienta promisoría y fundamental para diseñar prácticas sostenibles relacionadas con actividades productivas como la agricultura, donde la información derivada de estas metodologías sirve como apoyo en el manejo de recursos como el agua y los fertilizantes nitrogenados, y en la toma de decisiones acerca de las condiciones óptimas para suministrar fertilización y riego a los cultivos de forma eficiente.

Literatura citada

- CONAGUA, (Comisión Nacional del Agua). (2010). *Estadísticas del Agua en México, edición 2010, capítulo 3. Usos del agua.*
- Corona V., J. C. (2016). *Programa de mediano plazo de desarrollo agrícola 2016-2021. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura (SAGARHPA).*
- De Pascale, S., Dalla Costa, L., Vallone, S., Barbieri, G., & Maggio, A. (2011). *Increasing water use efficiency in vegetable crop production: from plant to irrigation systems efficiency. HortTechnology, 21(3), 301-308.*
- Fisher, M. (2018). *Las técnicas nucleares ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Boletín del OIEA, 11.*
- García, C. R., & Andrade, J. L. (2007). *Los isótopos estables del hidrógeno y el oxígeno en los estudios ecofisiológicos de plantas. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (80), 19-28. ISSN: 0366-2128*
- Gaspar, M. (2017). *Los isótopos estables del nitrógeno ayudan a los científicos a optimizar el uso del agua y los fertilizantes. Boletín del OIEA, 19.*
- Moravec, B. G., Keller, C. K., Smith, J. L., Allen-King, R. M., Goodwin, A. J., Fairley, J. P., & Larson, P. B. (2009). *Oxygen-18 dynamics in precipitation and streamflow in a semi-arid agricultural watershed, Eastern Washington, USA. Hydrological Processes, n/a-n/a. doi:10.1002/hyp.7515*
- Polanía, J. A., Rao, I. M., Mejía, S., Beebe, S. E., & Cajiao, C. (2012). *Características morfo-fisiológicas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) relacionadas con la adaptación a sequía. Acta Agronómica, 61(3), 197-206. ISSN 0120-2812*
- Riehl, S. (2020). *Stable Isotopes in Ancient Agriculture. A Companion to Ancient Agriculture, 55-81. doi:10.1002/9781118970959.ch4*
- Wang, P., Song, X., Han, D., Zhang, Y., & Liu, X. (2010). *A study of root water uptake of crops indicated by hydrogen and oxygen stable isotopes: A case in Shanxi Province, China. Agricultural Water Management, 97(3), 475-482. doi:10.1016/j.agwat.2009.11.008*
- Wang, P., Song, X., Han, D., Zhang, Y., & Zhang, B. (2012). *Determination of evaporation, transpiration and deep percolation of summer corn and winter wheat after irrigation. Agricultural Water Management, 105, 32-37. doi:10.1016/j.agwat.2011.12.024*
- West, A. G., Patrickson, S. J., & Ehleringer, J. R. (2006). *Water extraction times for plant and soil materials used in stable isotope analysis. Rapid Communications in Mass Spectrometry: An International Journal Devoted to the Rapid Dissemination of Up-to-the-Minute Research in Mass Spectrometry, 20(8), 1317-1321.*

Ingeniero Agrónomo en Producción



 Universidad
La Salle
Bajío

Escuela de
Agronomía

Acreditada por:

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

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

¿QUÉ HACE UN INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN?

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

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

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

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

Administración de ranchos ganaderos o de producción vegetal.

Asesoría para la producción vegetal en invernaderos.

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

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

Docente en áreas químico biológicas, desde secundaria hasta posgrado.

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

¿QUÉ MATERIAS SE CURSAN EN LA CARRERA?

Con reconocimiento de Validez Oficial de Estudios conforme al acuerdo No. 2004-488 con fecha 16 de diciembre de 2004 ante la Secretaría de Educación Pública.

PRIMER SEMESTRE

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

SEGUNDO SEMESTRE

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

TERCER SEMESTRE

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

CUARTO SEMESTRE

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

QUINTO SEMESTRE

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

SEXTO SEMESTRE

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



SÉPTIMO SEMESTRE

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

OCTAVO SEMESTRE

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

NOVENO SEMESTRE

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

DÉCIMO SEMESTRE

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



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

MUNDO

DE RECURSOS GENÉTICOS



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

LA COLECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS ANIMALES DEL CNRG - INIFAP, UN RESPALDO PARA LAS GENERACIONES FUTURAS



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

Dr. David Urbán Duarte
Laboratorio de Recursos Genéticos Acuático-Pecuarios
Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP
urban.david@inifap.gob.mx

Para un país megadiverso como lo es México, el compromiso sobre la conservación de los recursos genéticos debe ser a todos los niveles de la sociedad.

Es por ello que el gobierno federal en conjunto con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) tomó la iniciativa de crear al Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) como parte de la estrategia nacional para el resguardo de la seguridad agroalimentaria y ambiental a través de la conservación de forma apropiada y sistematizada de los recursos genéticos más importantes de México y el mundo.

Mediante el desarrollo y aplicación de tecnologías de vanguardia, el CNRG-INIFAP está contemplado a ser uno de los bancos de germoplasma más relevantes a nivel internacional debido a que resguarda en sus instalaciones colecciones de recursos genéticos agrícolas, forestales, microbianos, acuáticos y pecuarios, para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles y competitivos (Figura 1).

Los recursos genéticos animales, a través de los animales domésticos, constituyen un elemento de gran importancia para la biodiversidad agrícola y el resguardo de la seguridad alimentaria. Alrededor de 40 especies y miles de razas de animales domésticos en todo mundo son usadas para la producción de alimento (FAO, 2015).

Sin embargo, a escala mundial, la diversidad genética de estos animales está declinando rápidamente por la práctica de cruzar, absorber o sustituir razas locales con un grupo reducido de razas exóticas. Por ello, la FAO impulsa, desde 1990, un programa para la ordenación sostenible de los recursos genéticos animales en los ámbitos mundial, regional y local; esta institución orienta a las naciones y grupos académicos para conservar, caracterizar, evaluar y planificar el uso de las razas domésticas y la fauna silvestre (FAO, 2007b).

Por tal motivo el CNRG-INIFAP toma gran relevancia en la conservación de los recursos genéticos animales de importancia para México.



Figura 1.- Área del CNRG-INIFAP donde se resguardan los recursos genéticos animales. Imagen: Propia del Autor

Conservación de recursos genéticos animales

Existen dos principales formas de conservación de los recursos genéticos animales:

- La conservación in situ (conservación de la especie en su hábitat de origen o de domesticación), que permite la continua evolución y adaptación de especies en respuesta al medio ambiente, pero que deja más expuestos a estos recursos genéticos a su reducción o desaparición por destrucción de hábitats ocasionados por desastres naturales o por interferencia humana.
- La conservación ex situ (conservación fuera de su ambiente natural) es por contraparte una forma inmediata y segura de conservar el recurso genético y tenerlo disponible en cualquier momento para su uso, como introducir o agregar variabilidad genética a las poblaciones in situ e incluso para reintroducir especies cuya población es escasa o extinta.

La recomendación de la FAO es la implementación de las estrategias de conservación ex situ de los recursos genéticos animales a través del resguardo de germoplasma (genes que se transmiten por reproducción a través de células reproductoras) congelado (óvulos, espermatozoides, embriones y células somáticas), debido a que proporcionan una garantía de seguridad frente a las pérdidas de los recursos genéticos animales in situ; además las estrategias y colecciones ex situ complementan las medidas in situ y pueden desempeñar una función activa en los programas estratégicos de mejora genética (FAO, 2007).

Por lo anterior, la conservación ex situ se establece como una prioridad para asegurar que el valor genético de animales con características favorables para la producción o la resistencia a enfermedades comprobadas, sea respaldada a través de la criopreservación del germoplasma animal y su resguardo en bancos de germoplasma.

En función de esto, el CNRG-INIFAP cuenta con el laboratorio de Recursos Genéticos Acuáticos y Pecuarios el cual tiene como objetivo la conservación de germoplasma de animales de importancia alimentaria, dando así prioridad a la estrategia de la FAO de potenciar los programas de conservación de los recursos genéticos animales, a través de la criopreservación de óvulos, espermatozoides, embriones y células somáticas (FAO, 2007) (Figura 2), los cuales pueden ser eventualmente utilizados bajo diferentes esquemas para investigación, mejoramiento, mantenimiento o regeneración de las especies estudiadas.

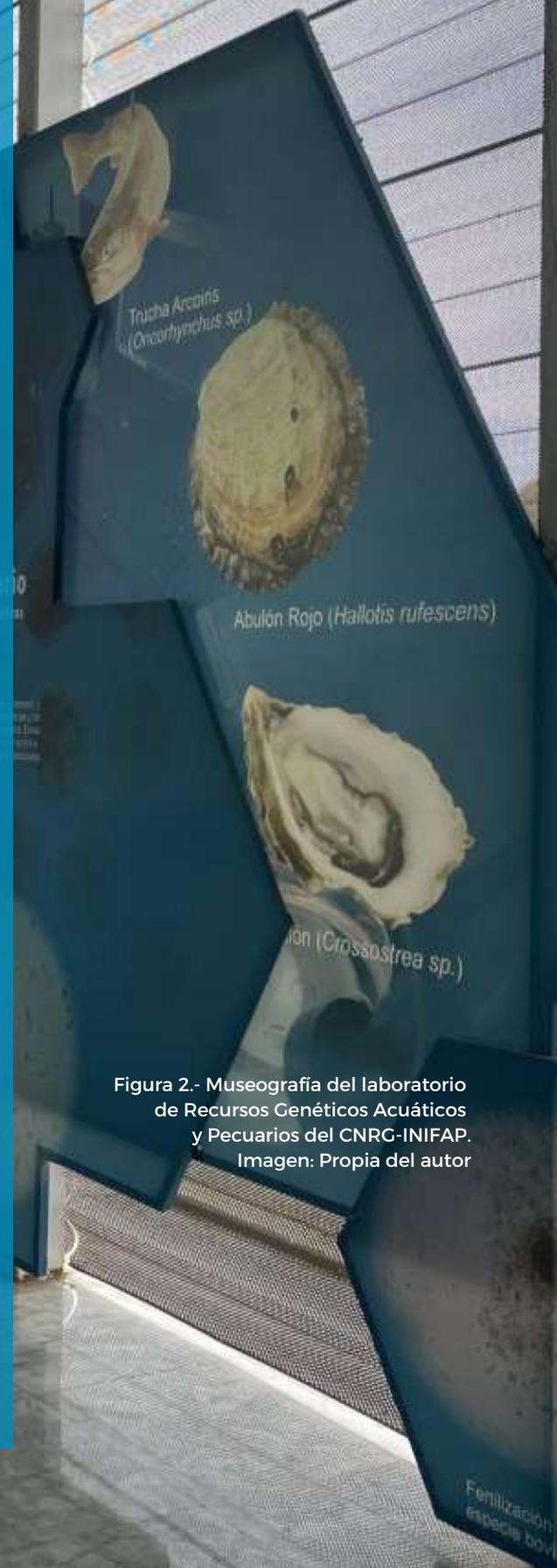


Figura 2.- Museografía del laboratorio de Recursos Genéticos Acuáticos y Pecuarios del CNRG-INIFAP. Imagen: Propia del autor

Importancia de las razas localmente adaptadas

Dentro de las razas de animales domésticos, existen algunas razas que son consideradas localmente adaptadas o criollas, ya que no son endémicas del país, pero han permanecido el tiempo suficiente para adaptarse genéticamente a las condiciones ambientales adversas y establecerse en sistemas de producción tradicionales de la región.

La mayoría de las especies de animales domésticos (bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, equinos, aves, etc.) que actualmente se encuentran en México, llegaron con la venida de los españoles hace más de 500 años. Dichas especies se difundieron y se adaptaron a las condiciones climáticas del país a través de los siglos, dando así origen a las actuales razas localmente adaptadas de México (Figura 3).

En México las razas localmente adaptadas son poco conocidas, y tal vez por ello son poco valoradas, además, están ligadas a la baja producción y a grupos altamente marginados. Sin embargo, son reconocidas por su adaptabilidad a zonas de difícil acceso, su producción con baja cantidad de insumos, así como por su impacto en cuestiones económicas, sociales y culturales. Dichas razas, están amenazadas de sufrir extinción en el futuro cercano. Uno de los mayores factores que amenazan a estas razas son los cruzamientos no controlados con ejemplares o germoplasma de un número reducido de razas transfronterizas (FAO, 2007a). Por estos motivos, es muy importante y urgente la conservación de las razas localmente adaptadas de México. Con base en esto, la formación de núcleos de animales in situ y ex situ, las biotecnologías reproductivas y la criopreservación del material genético de dichas razas se convierten en herramientas necesarias para cumplir ese objetivo (Perezgrovas y Mascorro-Fuentes, 2021).



Figura 3.- Cerdos, ovinos y bovinos criollos de México
Imágenes: Propias del autor..

Además, es de gran relevancia difundir las ventajas y características de las razas localmente adaptadas para fomentar su estudio y preservación para las generaciones futuras.

Importancia de los recursos genéticos acuáticos

La pesca y la acuicultura son cruciales para la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y el bienestar general, en especial para poblaciones en situación de pobreza en todo el mundo.

Algunos de los recursos genéticos acuáticos más importantes para la acuicultura y la pesca de captura están amenazados y muchas poblaciones se encuentran en declive, lo cual genera una pérdida de la diversidad genética, ya que dichos recursos existen sobre todo o en exclusividad en hábitats acuáticos que se van reduciendo progresivamente y sufren daños irreversibles.

Algunos de los recursos genéticos para los futuros programas de mejoramiento en acuicultura no han sido todavía estudiados, valorados y protegidos, y será importante seguir analizando las amenazas que tienen y determinar las medidas a tomar. Es importante mencionar que algunas colecciones solo se están conservando in situ y están expuestas a poder perderse.

Colección Nacional de Recursos Genéticos Animales del CNRG-INIFAP

A través de diversos proyectos institucionales y colaboraciones con universidades, organizaciones e instituciones, se ha recolectado, evaluado, criopreservado y resguardado germoplasma de animales de importancia para México en el CNRG-INIFAP, que consiste en espermatozoides, óvulos y embriones congelados o vitrificados que son conservados a largo plazo en crio-tanques con nitrógeno líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dicho germoplasma se encuentra disponible para proyectos de investigación y programas de conservación o mejoramiento genético.

A 11 años de su creación, la colección de Recursos Genéticos Acuáticos y Pecuarios del CNRG-INIFAP cuenta con 30994 unidades de germoplasma de 9 especies entre las que se encuentran bovinos, caprinos, ovinos y especies acuáticas de importancia para México (Figura 4).

El germoplasma resguardado consiste de espermatozoides, óvulos y embriones congelados o vitrificados que son conservados a largo plazo en crio-tanques con nitrógeno líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, los cuales fueron recolectados, evaluados, criopreservados y resguardados en el CNRG-INIFAP a través de diversos proyectos institucionales y colaboraciones con universidades, organizaciones e instituciones entre las que se pueden mencionar la Universidad Autónoma de Chiapas, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada-Baja California, la Asociación Mexicana Simmental Simbrah, la Asociación Holstein de México, el Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero y Campos Experimentales del mismo INIFAP.



Figura 4.- Espermatozoides, óvulos y embriones conservados en nitrógeno líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$
Imágenes: Propias del autor..

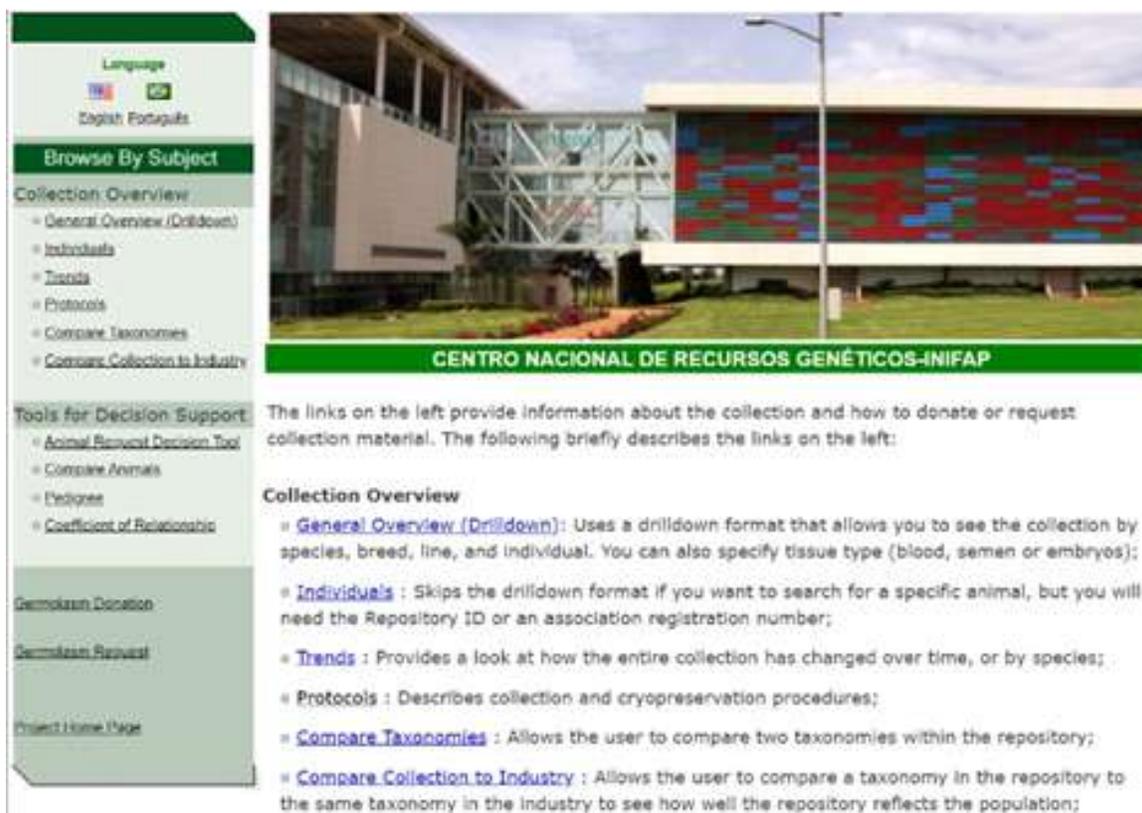


Figura 5.- Página web de Animal GRIN con la información de la colección de los recursos genéticos animales resguardados en el CNRG-INIFAP. Imagen: Propia del autor.

La información del germoplasma resguardado puede ser consultada por cualquier usuario interesado en la base de datos del ANIMAL Genetic Resources Information Network (Animal GRIN) en laweb (Figura 5)

https://agrin.ars.usda.gov/main_webpage_legacy/inifap?language=EN&record_source=MX.

Cabe señalar que el Animal GRIN es una plataforma informática desarrollada en colaboración entre el Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture (ARS-USDA) de Estados Unidos, el Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC) de Canadá y EMBRAPA de Brasil y que por intermediación del Cooperative Program in Agricultural research and Technology for the Northern Region (PROCINORTE), el ARS-USDA y la Colorado State University, ahora está siendo compartida para el CNRG-INIFAP en México.

Sin embargo, la base de datos de la Colección Nacional de Recursos Genéticos Acuáticos y Pecuarios del CNRG-INIFAP se encuentra en desarrollo, y estará disponible en un futuro para el público en general en la página web del INIFAP.

La colección de Recursos Genéticos Acuáticos y Pecuarios del CNRG-INIFAP es de gran importancia para conservar la diversidad genética de los animales de importancia para México, con el fin de garantizar el bienestar de las presentes y futuras generaciones. Por lo que se continúa trabajando en la vinculación con más universidades e instituciones para la generación de proyectos enfocados en el crecimiento de la colección. Además de realizarse una intensa promoción entre las asociaciones de criadores de las diferentes especies y razas de animales domésticos presentes en México, para concientizarlos sobre la importancia de resguardar germoplasma relevante de sus hatos, que ayude a preservar esta fuente potencialmente valiosa de variabilidad genética, de cara a condiciones ambientales cambiantes.

Actividades del laboratorio de recursos genéticos acuáticos y pecuarios.

La principal función del Laboratorio de Recursos Genéticos Acuáticos y Pecuarios es la conservación de germoplasma de animales de importancia para México, principalmente en lo referente a seguridad alimentaria, sin embargo, también se puede resguardar germoplasma de animales que por cualquier otra razón sean de importancia, ya sea animales en riesgo o peligro de extinción, animales que tengan importancia cultural, importancia económica, entre otros. Además de las actividades de conservación, también se tienen las siguientes actividades:

·Investigación: Desarrollo de métodos de colecta, manejo y conservación a largo plazo de semen, óvulos y embriones de animales (Figura 6).



Figura 6.- Actividades de congelación de semen y producción in vitro de embriones de animales.
Imagen: Propia del autor.

- **Servicios:** Se cuenta con el servicio de evaluación de semen de animales domésticos. Este servicio se realiza por medio de evaluación de semen asistida por computadora y está acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) el cual tiene validez internacional, además de que cabe mencionar que es el único laboratorio con este servicio a nivel nacional (Figura 7).

Figura 6.- Actividades de congelación de semen y producción in vitro de embriones de animales.
Imagen: Propia del autor.

- **Formación de recursos humanos:** En este laboratorio estudiantes de diversas universidades (UNAM, UDG, UAM, UNACH, UANL, UAQ, entre otras) realizan prácticas profesionales, estancias, tesis de licenciatura, tesis de posgrado. También se capacita a profesionales del sector en temas de manejo de muestras, congelamiento de semen, evaluación de semen asistida por computadora, inseminación artificial, transferencia de embriones y producción in vitro de embriones.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO, 2007. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture – in brief*, edited by Dafydd Pilling & Barbara Rischkowsky. Rome, Italy.
- FAO. 2007b. *Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la declaración de Interlaken*. Comisión de Recursos Genéticos para la alimentación y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
- FAO, 2015. In: Scherf, B., Pilling, D. (Eds.). *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. FAO, Rome, Italy.
- Perezgrovas GRA, Mascorro-Fuentes G. 2021. *La conservación de recursos genéticos a 10 años de la creación del Centro Nacional de Recursos Genéticos*. Capítulo 3 Recursos genéticos de pequeños rumiantes. Libro técnico. Ed. Prometeo Editores. ISBN: 978-607-37-1382-5. pag 35-63.

Figura 8.- Capacitación de técnicos en producción in vitro de embriones.
Imagen: Propia del autor.



CONOCIMIENTO Y RESGUARDO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA FORESTAL



Dra. Guadalupe Sosa Valencia
Investigador titular
Laboratorio de ADN y Genómicas
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
sosa.guadalupe@inifap.gob.mx



M. en C. Marco Aurelio Aragón Magadan
Investigador Asociado
Laboratorio de ADN y Genómicas
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
aragon.marco@inifap.gob.mx



Dr. Luis Felipe Guzmán Rodríguez
Investigador titular C
Laboratorio de ADN y Genómicas
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
guzman.luis@inifap.gob.mx



Dr. Esmeralda Judith Cruz Gutierrez
Investigador titular
Laboratorio Agrícola Forestal (Sección de Cultivo In Vitro)
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
cruz.esmeralda@inifap.gob.mx

Imagen: Propia del autor.

Importancia de la diversidad forestal

Nuestro país se encuentra en una región del planeta en donde la biodiversidad es enorme y es nuestro deber cuidarla, por lo que la variedad de climas con los que contamos la hace única y el ámbito forestal no es la excepción.

Definimos a la diversidad biológica como al número, variedad y disposición de organismos con el que contamos, y se le conoce como diversidad forestal al conjunto de plantas, animales y microorganismos en un bosque, por lo que no se restringe este término a las especies arbóreas.

Actualmente, se estima que más de 1.6 mil millones de personas en todo el mundo dependen de los bosques y este número sigue creciendo año con año (FAO e IUFRO 2002).

Existen cuatro principales fines de la evaluación de la diversidad biológica: a) la generación de conocimiento para su comprensión y la administración de sus recursos genéticos, b) la conservación y el desarrollo de material vegetal mejorado genéticamente destinado a plantaciones y a la agrosilvicultura, c) la evaluación de las actividades ambientales y antropogénicas en un ecosistema, y finalmente d) la selección de zonas prioritarias en vías de conservación (Reid et al., 1993, Burley y Gauld 1994., Bachmann, Köhl y Päivinen 1998).

Por estas razones, en el 2012, el Gobierno de México creó el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) perteneciente al INIFAP. Su objetivo principal es la conservación de los recursos genéticos para su uso racional y aprovechamiento sustentable. Además de los laboratorios, el CNRG cuenta con un Arboretum donde se resguarda algunas especies arbóreas in vivo representativas de cada ecosistema del país (Figura 1), también cuenta con el Laboratorio Agrícola Forestal Sección Semillas Ortodoxas, el cual resguarda 1,975 accesiones de 226 de especies forestales de 131 géneros representativas del país (Figura 2).

Finalmente, el CNRG-INIFAP cuenta con el Laboratorio Agrícola Forestal Sección de Cultivo In Vitro, dado que el Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV) en condiciones de crecimiento mínimo (Figura 3) y la criopreservación (Figura 4), son considerados métodos eficientes para resguardar la biodiversidad forestal (López, 2015) y la propagación clonal (Orlando et al., 2016).



Figura 1.- Vista aérea del arboretum del Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
Imagen: Propia del autor.



Figura 2.- Laboratorio Agrícola Forestal sección semillas ortodoxas del CNRG-INIFAP
Imagen: Propia del autor.



Figura 3.- Explantos de vainilla (Vanilla planifolia; Jacks. ex Andrews) en condiciones de crecimiento mínimo
Imagen: Propia del autor.



Figura 4.- Proceso de criopreservación
Imagen: Propia del autor.

¿Cómo determinar la diversidad forestal?

La conservación de la diversidad genética en los bosques es esencial para garantizar la sostenibilidad de los bosques y sus muchos beneficios. Esta brinda protección contra plagas y enfermedades, aumenta la resiliencia de los bosques y garantiza la disponibilidad de una variedad de productos y servicios. Además, los avances en la genética forestal se pueden usar para mejorar la productividad, aumentar la calidad de los productos y desarrollar nuevos e innovadores usos para la madera y productos relacionados.

Calcular la diversidad genética en los bosques es un proceso complejo, que involucra el análisis de marcadores genéticos. El método más común utilizado consiste en analizar la frecuencia alélica de cada marcador genético. Los alelos son las diferentes formas de un gen y la frecuencia de cada alelo en una población se usa para medir esta diversidad. Por ejemplo, si una población contiene dos alelos cada uno con una frecuencia del 50%, entonces esa población tiene una alta diversidad genética.

Además de la frecuencia de alelos, otros métodos incluyen calcular la heterocigosidad, que es el número promedio de alelos diferentes encontrados en una población.

Al analizar los marcadores genéticos, los silvicultores pueden identificar áreas de alta y baja diversidad genética. La alta diversidad es beneficiosa para los bosques porque aumenta su resiliencia y resistencia a plagas y enfermedades. Por otro lado, una baja diversidad genética puede llevar a la endogamia y a una disminución en la salud del bosque.

A través de los años, han sido varias las tecnologías que se han utilizado para calcular la diversidad genética en los bosques. Estas incluyen métodos morfológicos, bioquímicos y moleculares. Los métodos morfológicos implican la evaluación de características físicas y rasgos, como la forma del árbol y la forma de la hoja. Los métodos bioquímicos implican el análisis de compuestos como proteínas, lípidos y carbohidratos.

Los métodos moleculares implican el análisis de genes, como los polimorfismos de longitud de fragmento de restricción (RFLP), el ADN polimórfico amplificado aleatorio (RAPD) y el polimorfismo en la longitud de fragmento amplificado (AFLP) por mencionar algunos. Cada uno de estos métodos proporciona un nivel de resolución diferente, permitiendo a los investigadores evaluar la diversidad genética a diferentes niveles. Por ejemplo, los RFLPs y los RAPDs pueden proporcionar información sobre la variación genética a nivel de población, mientras que los AFLPs puede proporcionar información sobre variación genética a nivel de especie y subespecie. Además, los métodos moleculares tienen la ventaja de proporcionar información más detallada que los métodos morfológicos o bioquímicos, lo que permite realizar evaluaciones más precisas de la diversidad genética (Andrews y Luikart, 2014).

Recientemente, se han utilizado una variedad de tecnologías de Secuenciación de Nueva Generación (NGS, por sus siglas en inglés) en la investigación de genética forestal para evaluar la diversidad genética dentro de las especies. Como ejemplo del uso de las tecnologías NGS, es posible describir dos técnicas de vanguardia: la primera es Rad-seq, la cual es una poderosa técnica de genotipado, se ha utilizado para identificar la diversidad genética dentro de las poblaciones de árboles, lo que permite a los investigadores evaluar la variación genética dentro de una población y determinar qué genes están asociados con los rasgos deseables.

Esta tecnología ha permitido a los investigadores identificar las diferencias entre especies, lo que facilita determinar qué árboles son más adecuados para los esfuerzos de regeneración (figura 5).

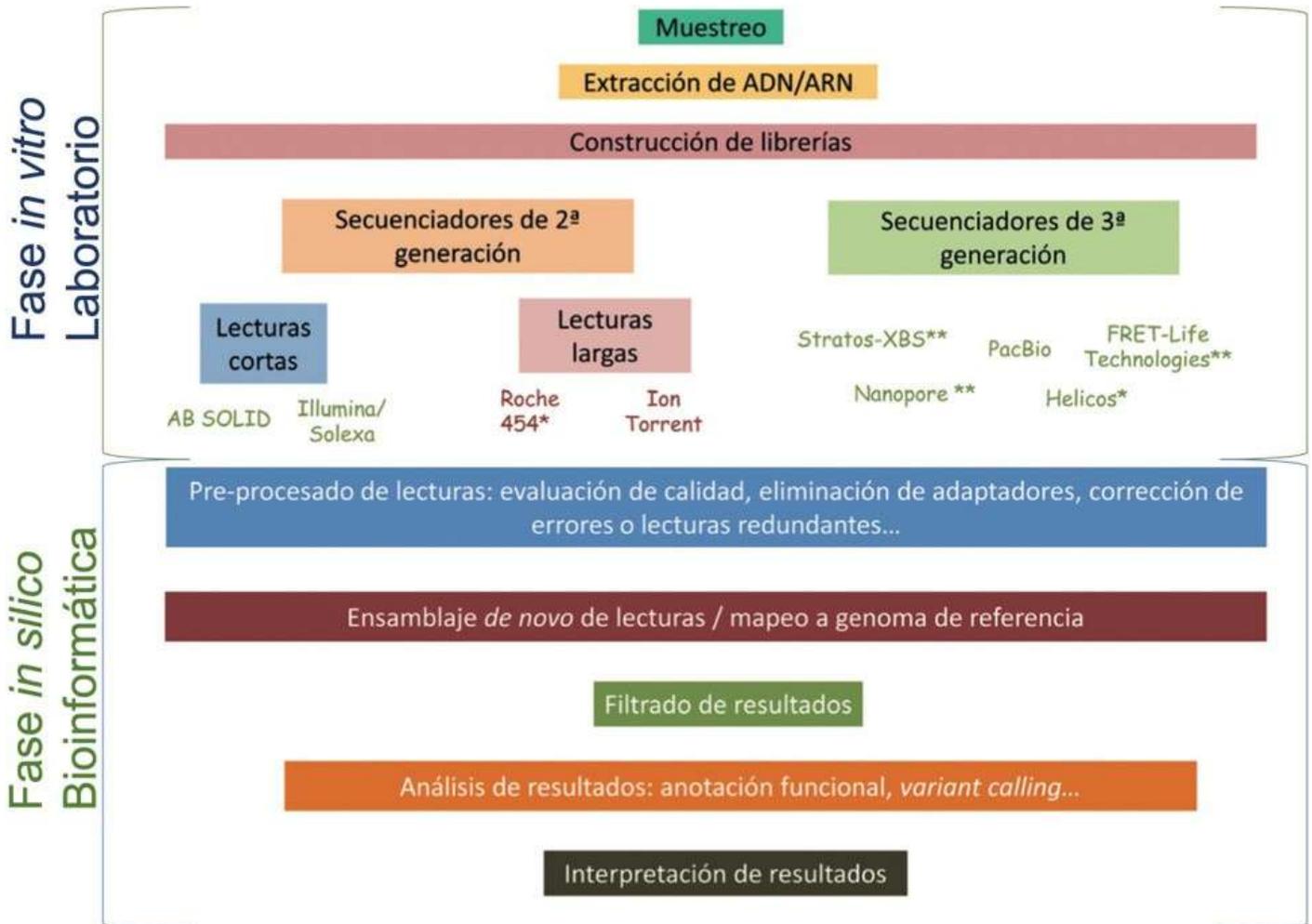


Figura 5.- Ruta de trabajo general en los experimentos que usan NGS. Modificado de López de Heredia, 2016
 Imagen: Propia del autor.

Otra tecnología, ha sido nombrada como Diversity Arrays Technology (DArT-seq, por sus siglas en inglés). La cual se ha utilizado para identificar la diversidad genética de diferentes especies, en el genotipado de especies, en la identificación de especies raras, también es utilizado en la evaluación de cambios ambientales, lo que ayuda a identificar la mejor especie para los esfuerzos de conservación (Shams et al., 2019).

Estas tecnologías han revolucionado la forma en que se evalúa la diversidad genética en silvicultura. El proporcionar a los investigadores herramientas poderosas para identificar y evaluar la diversidad genética de diferentes especies, permite una conservación eficiente y ha mejorado la capacidad de identificar rasgos deseables en los árboles, lo que ha mejorado en gran medida las prácticas de silvicultura sostenible. Esto a su vez, ha ayudado a garantizar la salud y la longevidad de los bosques de todo el mundo. El tipo de marcador molecular a utilizar estará en función del objetivo a seguir, la infraestructura necesaria y los fondos económicos con el que se cuente al momento de llevar a cabo la investigación que dará paso a la conservación de los recursos forestales.

MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES

Técnicas de conservación en el CNRG-INIFAP

En el laboratorio Agrícola-Forestal sección cultivo in vitro y crioconservación de tejido vegetal, se realizan dos técnicas para la conservación a mediano y largo plazo, estas son: crecimiento mínimo in vitro y crioconservación.

Crecimiento mínimo in vitro

Este método es utilizado ampliamente para la conservación de material vegetal en bancos de germoplasma in vitro (García-Águila et al., 2007). Es relativamente fácil de realizar y puede ser establecido con facilidad con el equipo que normalmente se tiene en un laboratorio de cultivo vegetal in vitro (García-Águila et al., 2007; Martínez, 2021).

Este método se utiliza principalmente en especies con semillas recalcitrantes, de propagación vegetativa o clones específicos. Su principal ventaja es que permite la conservación de material vegetal libres de plagas y enfermedades a bajo costo. El principio científico de este método es disminuir el metabolismo del material vegetal y consecuentemente reducir las tasas de crecimiento (Martínez, 2021), manteniéndolo por más tiempo en el mismo medio y, aumentando así, los intervalos entre subcultivos (Sánchez-Chiang y Jiménez, 2010). Para disminuir el crecimiento de los explantes y aumentar los intervalos entre subcultivos, se puede reducir la temperatura o modificar el tipo de luz de los cuartos de crecimiento, modificar los medios de cultivo, tipo de envase, entre otros (Sánchez-Chiang y Jiménez, 2010) (figura 6).



Figura 6.- Explantes de vainilla (*Vanilla planifolia*; Jacks. ex Andrews) en condiciones de crecimiento mínimo. Imagen: Propia del autor.

Crioconservación

Este método se utiliza para la preservación a largo plazo y consiste en conservar en nitrógeno líquido el tejido vegetal, a una temperatura de -196°C (García-Águila et al., 2007). La baja temperatura permite que las células vegetales detengan su metabolismo por completo, por lo que el material vegetal se puede conservar por largos periodos de tiempo (Osorio Saenz et al., 2011; Marco-Medina y Serrano-Martínez, 2012). Uno de los procesos para tener éxito en la crioconservación es la “vitrificación”, en el cual, el agua al congelarse no se cristaliza, pasa a un estado amorfo evitando el daño a la pared celular (González-Arno y Engelmann, 2013; Marco-Medina y Serrano-Martínez, 2012).

Existen varias plantas y microorganismos que acumulan osmolitos orgánicos en respuesta a condiciones ambientales de estrés. A partir de esto, se ha observado, que cuando se acumulan altas concentraciones de estos osmolitos hay una correlación entre los mecanismos de protección y la tolerancia al estrés (González-Arno y Engelmann, 2013). Por lo que las metodologías de criopreservación contemplan, el incremento de estos osmolitos orgánicos a nivel intracelular, y la utilización de estas sustancias exógenas se les llama crioprotectores. Estos crioprotectores aumentan la osmolalidad celular, lo que permita que disminuya el punto de congelación y que puede inducir la ocurrencia de la vitrificación (González-Arno y Engelmann, 2013).

Dentro de este método existen diferentes técnicas para realizar la criopreservación, evitando la formación de hielo, basados en la vitrificación: encapsulación-deseccación, vitrificación, encapsulación-vitrificación, deseccación, precultivo, precultivo-deseccación, congelación en gota (droplet freezing) y más recientemente la vitrificación en gota (droplet vitrification) (Marco-Medina y Serrano-Martínez, 2012).

Conclusiones

La conservación de los recursos genéticos de los bosques garantiza la sostenibilidad en beneficio de la población, por lo que es nuestra obligación cuidarla. A pesar del arduo esfuerzo del gobierno de nuestro país en materia de conservación de recursos forestales, aún queda mucho por hacer en el ámbito del conocimiento de la biodiversidad en los bosques y los diversos métodos para lograr una conservación efectiva. Entre las tecnologías eficientes para el estudio de esta diversidad los marcadores moleculares y los métodos de conservación a largo y mediano plazo han resultado exitosos en el aprovechamiento de los recursos derivados de los bosques mexicanos, no obstante, aún queda mucho camino por recorrer en la conservación de los recursos forestales de México.

Referencias

- Andrews, K. R., & Luikart, G. 2014. Recent novel approaches for population genomics data analysis. *Molecular Ecology*, 23(7), 1661–1667. <https://doi.org/10.1111/MEC.12686>
- García-Águila, L, de Feria M., Acosta K. 2007. Aspectos básicos de la conservación in vitro de germoplasma vegetal. *Biotecnología Vegetal* 7 (2): 67-79.
- FAO y Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). 2002. *Diversidad biológica. Glosario multilingüe sobre recursos genéticos forestales*. <https://iufro.boku.ac.at/silvavoc/fgr-glossary/2en.html>
- López de Heredia, U. 2016. *Las técnicas de secuenciación masiva en el estudio de la diversidad biológica*. Munibe Ciencias Naturales, 64. <https://doi.org/10.21630/MCN.2016.64.07>
- Shams, F., Dyer, F., Thompson, R., Duncan, R. P., Thiem, J. D., Kilian, A., & Ezaz, T. 2019. Application of DArT seq derived SNP tags for comparative genome analysis in fishes; An alternative pipeline using sequence data from a non-traditional model species, *Macquaria ambigua*. *PLOS ONE*, 14(12), e0226365. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226365>
- Marco-Medina A., y F. Serrano-Martínez. 2012. *Criopreservación: herramienta para la conservación ex situ de material vegetal*. *Cuadernos de Biodiversidad* 38: 9-12.
- Martínez E. M. 2021. *Conservación in vitro de germoplasma, un método para salvar el acervo genético en plantas*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Desde el Herbario CICY. 13: 83–86
- Osorio-Saenz A.; Mascorro G. J.; Rodríguez J. L.; Melchor C.; González A. M. 2011. *Criopreservación de ápices de crisantemo (Dendranthema grandiflorum Kitam) por encapsulación-deshidratación y por vitrificación*. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. Vol. XVII. Edición Especial 2, 2011: 33-43.
- Sánchez-Chiang N. y V. M. Jiménez. 2010. *Técnicas de conservación in vitro para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales*. *Agronomía Mesoamericana* 21(1):193-205.
- González-Arno M. T. y F. Engelmann. 2013. *Consideraciones teóricas y prácticas para la criopreservación de germoplasma vegetal*. In: *Criopreservación de plantas en América Latina y el Caribe*/Editado por María González-Arno T. y F. Engelmann. San José, C.R.: IICA. 37-51 pp.



PROPUESTA DE UN MÉTODO DE EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL DIRIGIDOS AL DESARROLLO DE BIOINOCULANTES



I. Fernando Chávez Díaz
Dr. en Ciencias en Fitosanidad-Fitopatología-Colegio de Postgraduados
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
 chavez.fernando@inifap.gob.mx



Francisco Fabián Calvillo Aguilar
Maestro en Ciencias Ambientales en Ecología-IPICYT
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
 calvillo.francisco@inifap.gob.mx



Carlos Iván Cruz Cárdenas
Dr. en Ciencias en Bioquímica y Biología Molecular de Plantas-CICY
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
 cruz.ivan@inifap.gob.mx



Gabriela Sandoval Cancino
Dra. en Ciencias Biológicas-Biotecnología-CICY
Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
 sandoval.gabriela@inifap.gob.mx



Santiago Ruíz Ramírez
Maestro en Tecnología de Semillas
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
 Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-CIRPAC-INIFAP
 ruiz.santiago@inifap.gob.mx



Edgardo Bautista Ramírez
Dr. en Fisiología Vegetal-Colegio de Postgraduados
Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-CIRPAC-INIFAP
 bautista.edgardo@inifap.gob.mx

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

El sector agrícola actual experimenta lo que parece ser el inicio de un cambio de paradigma, en donde las nuevas tendencias, impulsadas por los objetivos y metas de la Agenda 2030 de la ONU, implican la incorporación de métodos sostenibles de producción que permitan la conservación de los medios de producción como el agua y el suelo para las generaciones futuras (Gamez, 2015).

El uso de microorganismos como ingrediente activo de productos biológicos para el campo, dirigidos a coadyuvar a la nutrición, sanidad, estimulación e incremento de la producción agrícola, asciende como una alternativa promisorio que pretende reducir o incluso reemplazar el uso de agroquímicos dañinos para la salud global (Nosheen et al., 2021).

Los bioinoculantes para el campo, poco a poco han ganado aceptación ante ciertos grupos de productores. Para que estos lleguen al mercado es necesario un proceso exhaustivo para asegurar:

- 1) su calidad,
- 2) su seguridad
- 3) su eficacia.

Una gran parte de productores y comercializadores de los productos microbiológicos establecen pruebas, ya sea en invernadero o en campo, para demostrar la eficacia de sus productos, no obstante, este es el paso final, antes de proceder a la comercialización del producto.

Anterior a este paso, debe haber una verificación en el laboratorio que permita observar los efectos de los microorganismos por sí mismos o en combinación para corroborar que tienen un efecto positivo sobre el cultivo, que no inducen ningún tipo de enfermedad y para observar que la planta, en presencia del (o los) microorganismos exprese su máximo potencial bajo condiciones controladas.

Es deseable que este tipo de productos se evalúen en etapas críticas para el cultivo, como la germinación y el desarrollo primario de la plántula.

Hasta ahora, se han desarrollado algunos métodos que permiten hacer estas evaluaciones.

Algunos de estos son ampliamente usados como los métodos en los que la semilla se germina directamente sobre el sustrato, el cual permite a la planta expresar todo su potencial, pero con la gran desventaja de que son susceptibles a la contaminación microbiana, que en ocasiones resulta en enmascarar los resultados esperados, además de que los sustratos necesitan un tratamiento posterior a la esterilización para evitar la fitotoxicidad.

Por otra parte, los métodos in vitro dependientes de Caja Petri, cuentan con un espacio reducido para el desarrollo de las plántulas, limitando los resultados a la evaluación únicamente de la germinación.

Otros métodos como el de germinación en cajas de acrílico no son muy conocidos, o al contrario como el método de germinación de semillas en rollos ("tacos") de papel de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, por sus siglas en inglés), el cual es usado internacionalmente, tienen la desventaja no haber sido utilizados previamente para la evaluación del desempeño de microorganismos.

Método	Tamaño de Semilla	Número de Semillas	Desarrollo de la plántula	Facilidad de manipulación	Ventajas y Desventajas	Referencias
Germinación directa en sustrato	Todo tipo de semillas	De una a varias por contenedor	Excelente, desarrollo similar a campo, depende del espacio	Media, ya que implica la manipulación del sustrato y contenedores	<ul style="list-style-type: none"> -A semeja lo que se pudiera observar en campo -Versatilidad en materiales y sustratos -Pierde fácilmente la esterilidad -Implica mayor tiempo para establecimiento 	(Abbey et al., 2019; Saeed et al., 2021)
Germinación en <u>Caja</u> de Petri	Pequeñas y medianas	Pequeñas: Varias Medianas: Hasta 5-10 por caja	Deficiente, no hay espacio para la elongación de la raíz y la plúmula.	Baja: Las raíces se enredan y rompen fácilmente	<ul style="list-style-type: none"> -Excelente para espacios reducidos -Establecimiento fácil y rápido -Solo permite la evaluación de la germinación -Las plántulas resultan deformes y quebradizas 	(Chai et al., 2022; Yuan et al., 2022)
Germinación en <u>caja</u> de Acrílico	Todo tipo de semillas (que quepan en la caja)	Pequeñas: Varias Medianas: 25 Grandes: 1-5	Bueno, la plúmula se elonga bien, la raíz se elonga bien, pero en algunos casos se deforma	Alta: Las plántulas se pueden manipular fácilmente, aunque algunas raíces se rompen	<ul style="list-style-type: none"> -Establecimiento fácil y rápido -Resultados excelentes -Costo de cajas de acrílico y dificultad para conseguirlas -Algunas cajas son espaciosas -Solo ha sido usado para germinación sin incluir microorganismos 	(Zucareli et al., 2015)
Método estándar de germinación de semillas en papel	Semillas pequeñas y medianas	Pequeñas: 25-50 Medianas: 25	Excelente, permite buen crecimiento de la plúmula y la raíz, se obtienen plántulas integras con raíces secundarias y pelos radicales	Excelente: Permite obtener las plántulas integras para evaluar diversos parámetros. Pocas veces se quiebran las raíces.	<ul style="list-style-type: none"> -Establecimiento fácil y rápido -Permite evaluar grandes cantidades de semillas simultáneamente en poco espacio -Método estandarizado y utilizado internacionalmente -Solo ha sido usado para evaluar calidad fisiológica en semilla sin incluir microorganismos 	(ISTA, 2021)

Microbianos del CNRG (CNRG 2018).
Imagen: Propia del autor

Cuadro 1, Se muestran las ventajas y desventajas de estos métodos.
Tabla: Propia del autor

Ante el panorama descrito, instancias gubernamentales como el Centro Nacional de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CNRG-INIFAP) a través de los investigadores especialistas en la conservación de semillas y de recursos genéticos microbianos, atendieron esta necesidad tecnológica. A través de la implementación de modificaciones sobre los métodos de germinación en caja de acrílico y de germinación en papel de la ISTA, ambos métodos se adecuaron para poder realizar la evaluación de los efectos de la interacción entre plantas y microorganismos, y a su vez se compararon con el método de evaluación en Caja Petri ampliamente usado, obteniendo resultados **claramente** distinguibles.

Las modificaciones realizadas sobre los métodos consistieron en incluir una desinfección previa de las semillas aplicando primeramente un lavado con agua y jabón, para después introducirse en una cámara de gas cloro durante ocho horas, con la finalidad de asegurar que no hubiese partículas o células activas de otros microorganismos que pudieran enmascarar los resultados esperados.

Posterior a esto, se prepara un inóculo de microorganismos, el cual se incluye al establecer las semillas en cada uno de los métodos, los cuales se describen brevemente en la representación gráfica de la Figura 1.



Figura 1. Representación gráfica del establecimiento de métodos de germinación de semilla para la evaluación de los efectos de MPCV sobre cultivos de interés agrícola en condiciones controladas. La figura fue realizada con BioRender (2022) e imágenes de autoría propia. Imagen: Propia del autor

Una vez que los métodos fueron estandarizados y validados, se procedió a someterlos a prueba con tres cultivos de la canasta básica mexicana: maíz, frijol y calabaza, los cuales se inocularon con dos microorganismos promotores de crecimiento vegetal (MPCV), la bacteria *Serratia liquefaciens* 385 y la levadura *Clavispora lusitaniae* Y35.

El objetivo del estudio fue observar las diferencias estructurales de las plántulas obtenidas por cada uno de los métodos y determinar que parámetros agronómicos se pueden evaluar con facilidad, para de esta manera determinar cual de estos métodos se puede destinar a evaluar la eficiencia de los bioinoculantes formulados con MPCV.

Para fines prácticos en el presente artículo solo se muestran algunos resultados correspondientes a las evaluaciones realizadas sobre semillas de maíz.

Tiempo de establecimiento

No hubo diferencias en cuanto al establecimiento de los tres métodos evaluados.

Los tres métodos fueron fáciles y rápidos de montar una vez que se tienen todos los materiales estériles y a la mano, el tiempo aproximado de montaje es de 10 minutos, tomando en cuenta que se establecieron 4 repeticiones de 25 semillas para cada microorganismo y el control al cual se añadió agua destilada estéril en vez de inóculo.

Estructura y apariencia visual de las plántulas obtenidas

Se observaron diferencias visualmente marcadas en las plántulas obtenidas por cada uno de los métodos.

Las plántulas visualmente mejor desarrolladas fueron las germinadas bajo el método de "tacos" de papel, las cuales tuvieron un desarrollo óptimo; es decir, la elongación de la plúmula y el sistema radical fue el esperado.

Las plúmulas tuvieron hasta dos hojas verdaderas (hojas no cotiledonales), el sistema radical tuvo mayor número de raíces primarias, secundarias y adventicias en comparación de los otros métodos.

Adicionalmente, en este método las plántulas fueron fáciles de manipular lo que permitió analizarlas individualmente. Las plántulas de las semillas germinadas en caja de acrílico no mostraron la misma altura que las de los “tacos” de papel, pero la plúmula se desarrolló de buena manera.

No se observó lo mismo para el sistema radical, ya que este se observó deforme con las raíces extendidas de forma horizontal, pero alcanzó a desarrollar raíces secundarias y adventicias. Por último, las semillas germinadas en Caja Petri generaron plántulas mal desarrolladas, con plúmulas pequeñas y raíces deformes. Los métodos de germinación en “tacos” de papel y caja de acrílico permitieron observar diferencias estructurales en las plántulas inoculadas con los diferentes microorganismos, en tanto que las germinadas en Caja Petri, las diferencias no fueron perceptibles a la vista (Figura 2).

Factibilidad de evaluación de parámetros y obtención de datos

Para evaluar la eficacia de cada uno de los métodos se evaluó la factibilidad de obtener datos en diferentes parámetros relacionados con determinar la eficacia de los MPCV.

Se tomaron en cuenta los parámetros: porcentaje de semillas germinadas de forma normal (SG), porcentaje de semillas germinadas anormalmente (AN), porcentaje de semillas no germinadas (NG), largo de la plúmula (LP), largo de la raíz (LR), número de raíces (NR), peso fresco de la plúmula (PFP), peso seco de la plúmula (PSP), peso fresco de la raíz (PFR), peso seco de la raíz (PSR) y facilidad de manipulación (FM).

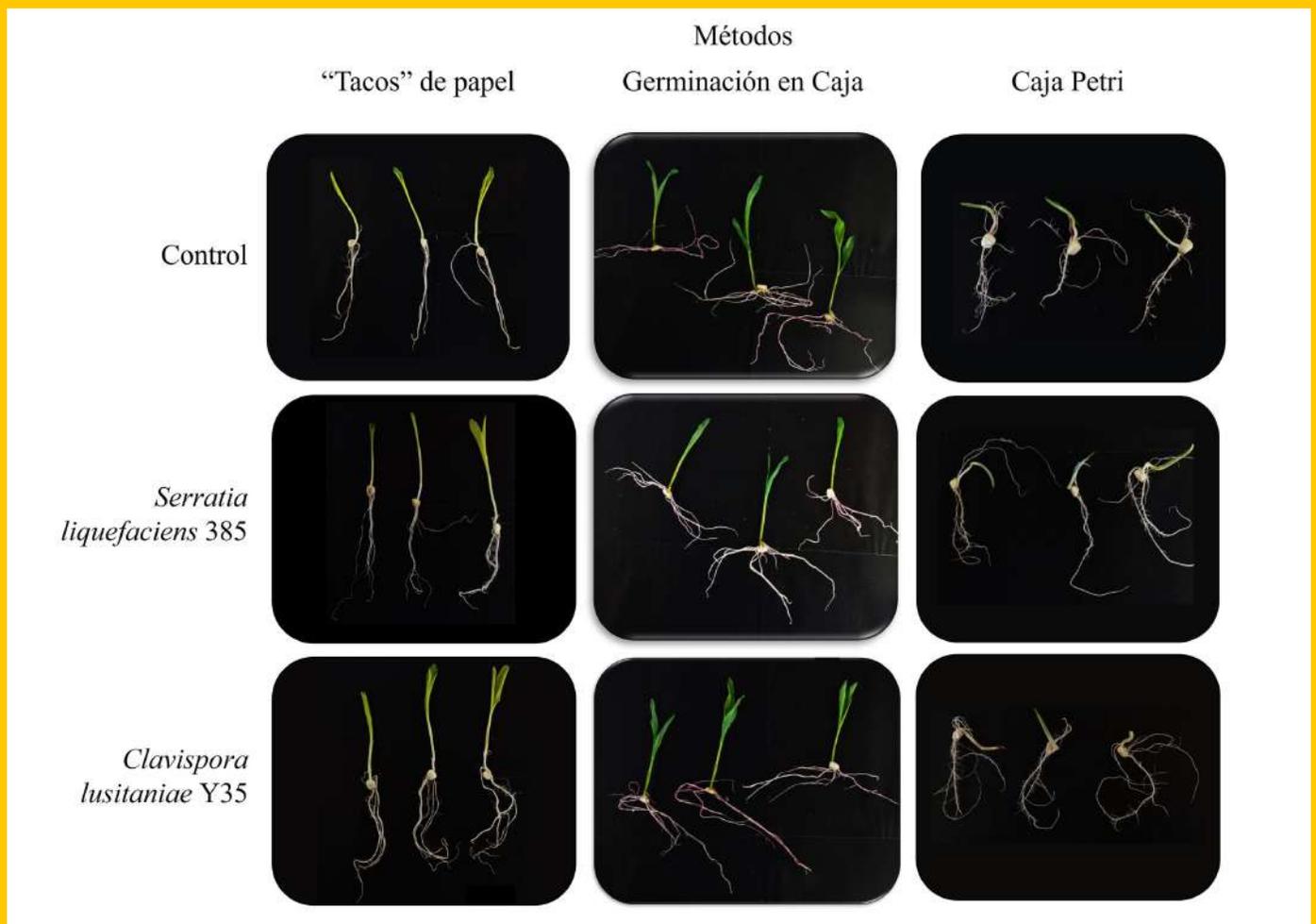


Figura 2. Diferencias visuales en las plántulas de maíz obtenidas mediante los diferentes métodos de germinación e inoculadas con diferentes microorganismos.
Imagen: Propia del autor

Para determinar que método fue el mejor, se asignaron valores arbitrarios en donde 0= no se pudo evaluar el parámetro, 1= se pudo evaluar deficientemente, 2= se evaluó medianamente bien, 3= se evaluó favorablemente. Estos valores se sumaron, se generó una gráfica para una mejor apreciación visual y se determinó el porcentaje de factibilidad de evaluación tomando en cuenta el total de puntos obtenidos por cada método con respecto al máximo de puntos (Figura 3).

El análisis de estos metadatos, permitió visualizar que el método de germinación en "tacos" de papel permite hacer una evaluación óptima de todos los parámetros considerados, no obstante, el método de germinación en caja de acrílico es también una excelente opción de evaluación ya que obtuvo un porcentaje de factibilidad de evaluación de los parámetros solo 6% por debajo del método de germinación en "tacos" de papel, dado que presenta dificultades en la medición del largo de la raíz y la facilidad de manipular las plántulas.

Por su parte, el método de evaluación en Caja Petri, resultó ser óptimo para evaluar únicamente los parámetros relacionados con la germinación de la semilla, fuera de estos, presenta dificultades para la obtención de datos en los otros parámetros.

Discusión

Ante la presente demanda de alimentos, los bioinoculantes surgen como una alternativa viable, costo-efectiva y ecológica para coadyuvar a la nutrición, sanidad y estimulación de cultivos con la finalidad de sumar a la seguridad alimentaria en México y el mundo.

Actualmente los métodos de evaluación de los insumos microbiológicos para el campo se encuentran en desarrollo, no obstante, es una necesidad imperante el que se desarrollen métodos que permitan visualizar de forma objetiva los efectos de los microorganismos usados como ingrediente activo.

La importancia del desarrollo de estos métodos de evaluación aumenta al visualizar que este tipo de insumos pretende incluirse en los cultivos básicos de la dieta de los mexicanos.

A nuestro conocimiento, los análisis de evaluación de desempeño de MPCV son variados lo que genera un sesgo en la generación de información sobre la efectividad de los insumos microbiológicos para el campo. Para el CNRG-INIFAP es de gran importancia contar con métodos estandarizados para la selección y evaluación de MPCV para los cultivos de mayor interés en México con fines de conservación.

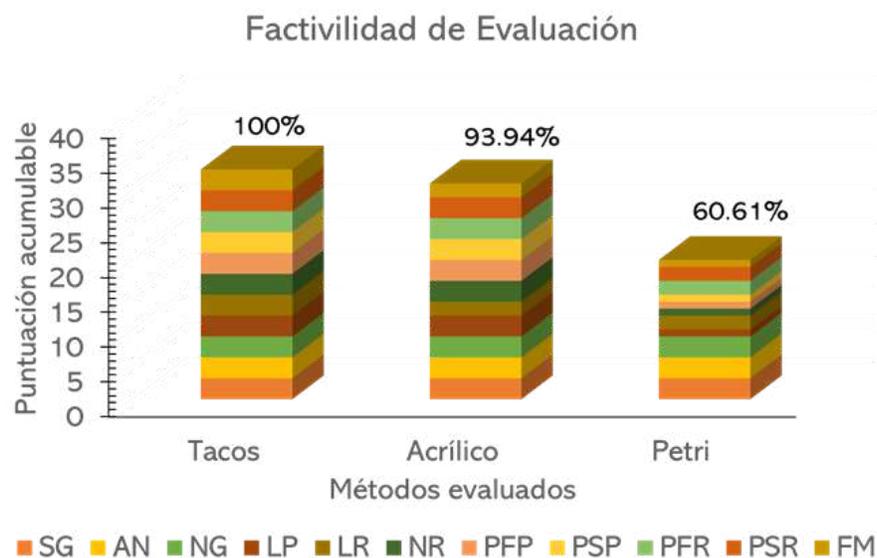


Figura 3. Factibilidad de la evaluación de parámetros por cada método de evaluación de la interacción del cultivo con MPCV. Porcentaje de semillas germinadas de forma normal (SG), porcentaje de semillas germinadas anormalmente (AN), porcentaje de semillas no germinadas (NG), largo de la plúmula (LP), largo de la raíz (LR), número de raíces (NR), peso fresco de la plúmula (PFP), peso seco de la plúmula (PSP), peso fresco de la raíz (PFR), peso seco de la raíz (PSR), facilidad de manipulación (FM)

Imagen: Propia del autor

En el presente estudio se demuestra la factibilidad de utilizar el método de germinación en “tacos” de papel de la ISTA, con ligeras modificaciones, para la evaluación sistemática de MPCV, el cual mostró una gran ventaja en el correcto crecimiento y desarrollo de plántulas sin importar el tipo de cultivo.

Las principales diferencias con los otros métodos radican en la mejoría en el crecimiento de la plúmula y el desarrollo de una adecuada estructura radical, lo que no fue posible observar principalmente en el método de Caja Petri que es comúnmente usado.

Por otra parte, el método de “tacos” de papel es fácil de establecer, de manipular y permite la obtención de datos de manera óptima.

Conclusiones

La adaptación del método estándar de germinación de semillas en papel de la ISTA para la evaluación de MPCV demostró ser un método simple, rápido y eficiente para la determinación del potencial agrobiotecnológico de cepas microbianas que pretenden ser implementadas en estudios de bioprospección a grande escala con fines de desarrollo de bioinoculantes para el campo.

Anotaciones Finales

Los datos formales desprendidos del presente estudio se encuentran en proceso de publicación, en caso de necesitar extender la información sobre el método y sus ventajas favor de contactar a los investigadores.

El CNRG-INIFAP mantiene sus puertas abiertas para que estudiantes, académicos, empresarios, investigadores, productores y demás actores del sector agropecuario puedan venir a capacitarse sobre este y otros temas de interés agrícola, pecuario y forestal.

Referencias

- Abbey, Lord, Abbey, J., Leke-Aladekoba, A., Iheshiulo, E. M.-A., & Ijenyo, M. (2019). *Biopesticides and Biofertilizers. En Byproducts from Agriculture and Fisheries* (pp. 479-500). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119383956.ch20>
- BioRender. (2022). BioRender. <https://app.biorender.com/illustrations>
- Chai, Y. N., Futrell, S., & Schachtman, D. P. (2022). *Assessment of Bacterial Inoculant Delivery Methods for Cereal Crops*. 13, 791110. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.791110>
- Gamez, M. J. (2015). 17 *Objetivos para cambiar nuestro mundo*. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- ISTA, I. S. T. A. (2021). *Full Issue. International Rules for Seed Testing*, 2021(1), i-19-8. <https://doi.org/10.15258/istarules.2021.F>
- Nosheen, S., Ajmal, I., & Song, Y. (2021). *Microbes as Biofertilizers, a Potential Approach for Sustainable Crop Production*. *Sustainability*, 13(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/su13041868>
- Saeed, Q., Xiukang, W., Haider, F. U., Kučerik, J., Mumtaz, M. Z., Holatko, J., Naseem, M., Kintl, A., Ejaz, M., Naveed, M., Brtnicky, M., & Mustafa, A. (2021). *Rhizosphere Bacteria in Plant Growth Promotion, Biocontrol, and Bioremediation of Contaminated Sites: A Comprehensive Review of Effects and Mechanisms*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/ijms221910529>
- Yuan, Y., Zu, M., Sun, L., Zuo, J., & Tao, J. (2022). *Isolation and Screening of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase producing PGPR from Paeonia lactiflora rhizosphere and enhancement of plant growth*. *Scientia Horticulturae*, 297, 110956. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.110956>
- Zucareli, V., Vieira-Henrique, L. A., & Orika-Ono, E. (2015). *Influence of light and temperature on the germination of Passiflora incarnata L. seeds*. 7(2), 162-167. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v37n2147082>

AGRICULTURA VERTICAL: NUEVA FORMA DE PRODUCCION.



Jose Alberto Vázquez Cervera
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
vazquezcerverajosealberto@gmail.com



César Eduardo Castillo Torres
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
Ctcesarcastillo8.0@gmail.com



Saúl paz Ponce
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
Saulpazponcelive@gmail.com



José Armando Michel
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
Armando.michel07@gmail.com



Jesús sierra sosa
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
Jss72129@lasallebajio.edu.mx



José Luis Ruiz Vázquez
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío
Jrv71753@lasallebajio.edu.mx

La agricultura vertical es un tipo de agricultura donde las plantas son producidas en capas apiladas verticalmente. Este método pretende maximizar la utilización del espacio de producción al incrementar la superficie del piso lo que permite producir más plantas en el mismo espacio. Adicionalmente, puede ser aplicada a prácticas actuales hortícolas, desde la producción de hidroponía a baja escala hasta las operaciones agrícolas en ambiente controlado a gran escala, y tiene el potencial de producir cultivos todo el año en prácticamente cualquier lugar si se combinan las técnicas adecuadas.(Jose Chen Lopez, 2022).

¿Qué nos ofrece la agricultura vertical?

Los beneficios asociados con la producción en la agricultura vertical incluyen, altos rendimientos, mejor calidad de cultivo, menor uso de agua, reducción en el uso de fertilizantes, se requiere de una menor área de producción y se tiene el potencial de producir todo el año en casi cualquier lugar.

Estos sistemas pueden ser bastante rentables y tienen el potencial de ser parte de soluciones ambientales si se diseñan y administran adecuadamente.(PROMIX,2022).



Ilustración 1 Agricultura vertical : Uso de estructuras piramidales con hidroponía en una operación de agricultura vertical (PROMIX,2022)

Tipos de Agricultura Vertical

Agricultura Vertical con Hidroponía

Las plantas en una operación de agricultura vertical con hidroponía son suministradas con una solución acuosa compuesta con la cantidad adecuada de elementos esenciales necesarios para su crecimiento óptimo. también es conocida por varios otros nombres. La hidroponía de la torre, los jardines de la torre.

Es importante entregarle a la planta agua, nutrientes y la luz adecuada a las plantas en cada uno de los niveles, la luz es un tema importante en este sistema ya que como sabemos la luz es uno de las factores importantes en el desarrollo y es un desafío brindarle la luz necesaria en un espacio interior.

Una de las ventajas de todo este sistema es el diseño y el ahorro de espacio ya que se al diseño que nos ofrece el sistema vertical existe un aumento de producción en tan solo poco espacio. Otra de las ventajas es que no necesita tierra, es una de las ventajas generales de la hidroponía y viables para este sistema de agricultura vertical ya que el la falta de suelo minimiza las plagas y malezas.

Como ventaja encontramos una disminución y mantenimiento ,no hay escorrentía ya que el agua sigue circulando eso hace que se eliminen el desperdicio de recursos y nutrientes. (Arkiplus,2022).

Agricultura Vertical con Acuaponía

Por lo contrario, en la agricultura vertical acuapónica, la producción de peces se integra a la producción de plantas utilizando diseños de sistemas hidropónicos. Sin embargo, en vez de fertilizar las plantas con una solución nutritiva con cantidades de nutrientes adecuados, las plantas de manera alternativa son fertilizadas con agua filtrada enriquecida con excremento de los peces, convertida a nitratos y suplementada con la cantidad de nutrientes necesarios para elevarlos a una concentración adecuada. . (PROMIX,2022).

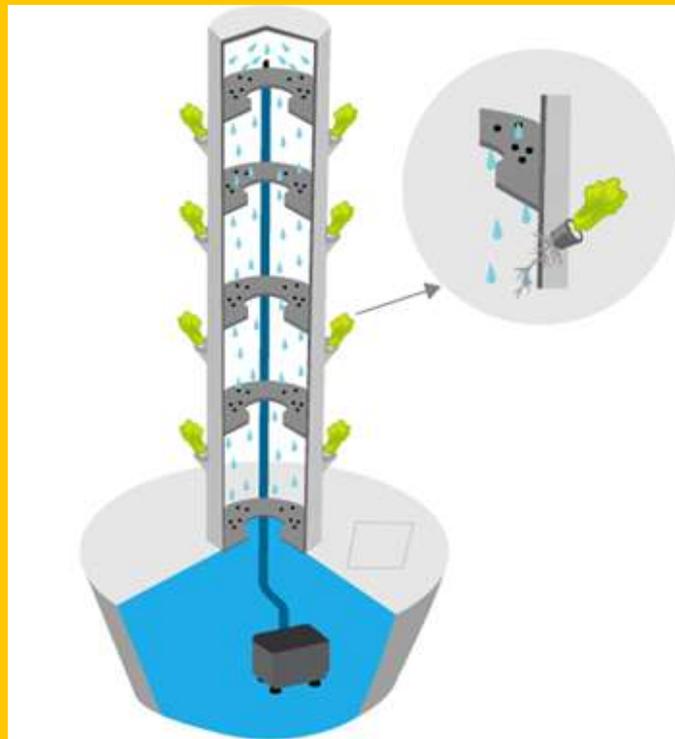


Ilustración 2 Torre Hidroponica



Ilustración 3) vertical con sustrato (intag,i2017)

Agricultura Vertical con Sustratos

Por último, en la agricultura vertical con sustratos, las plantas son producidas en sustratos (ej. a base de turba, lana de roca, coco, perlita, etc.) y suplementadas con solución nutritiva.

Sustrato

Es importante la selección del sustrato para desarrollo y crecimiento de la planta y para eso es importante elegir aquel que nos ofrezca un espacio poroso, con buen drenaje y la retención de nutrientes, todo esto es necesario en la selección del sustrato así poder proporcionarle una buena estructura para un ideal crecimiento del sistema radicular en el desarrollo. (Jose Chen Lopez,2022)

¿ Porqué cambiar la agricultura convencional por agricultura vertical?

La agricultura de campo requiere mano de obra, condiciones climáticas favorables, sol adecuado para la fotosíntesis, riego y a veces hasta pesticidas para proteger al cultivo. Algunas de los puntos que se deben tener en cuenta:

- **Cambios demográficos y sociales:**

El suministro mundial de alimentos no puede mantenerse al ritmo de la creciente población mundial.

- **Escasez de recursos:**

La agricultura absorbe el 70% de nuestro consumo mundial de agua, lo que se suma a su costo total.

- **Cambios climáticos:**

La agricultura sigue siendo una de las industrias más vulnerables cuando se trata de desastres naturales. El cambio del clima está causando eventos climáticos extremos más frecuentes que pueden dañar la cosecha de una temporada completa.



Ilustración 4 operación de agricultura vertical: Emplendo torres verticales hidroponicas (PROMIX,2022)
Ilustración 5 Operación de agricultura vertical a gran escala empleando sistemas de hidroponía/aeroponía para la producción de plantas.(PROMIX,2022)

Agronegocios

MAESTRÍA

POSGRADOS



Universidad
La Salle[®]
Bajío

Escuela de
Agronomía





La Universidad De La Salle Bajío,

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

Agronegocios

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

Objetivo general

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

Dirigido a

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

Horario de clases

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

Horario sujeto a variación según disponibilidad de docentes.

1er CUATRIMESTRE

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

2o CUATRIMESTRE

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

3er CUATRIMESTRE

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

4o CUATRIMESTRE

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

5o CUATRIMESTRE

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



www.koppert.com



**SWIRSKI
ULTI-MITE**

KOPPERT
BIOLOGICAL SYSTEMS

CONTROL BIOLÓGICO A TRAVÉS DEL USO DE SWIRSKII EN EL CONTROL DE TRIPS EN EL PIMIENTO QUE SE PRODUCE BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS



Parte superior de izquierda a derecha:

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

Ximena Arteaga Bravo
Escuela de Agronomía
Universidad De La Salle Bajío

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

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

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

Fabrizio Ramírez López
Escuela de Agronomía
Universidad La Salle Bajío

INTRODUCCIÓN

Amblyseius swirskii o *Typhlodromip swirskii* es un ácaro fitoseido. Es un depredador sobre todos de moscas blancas y trips que suelen ser plaga en determinados cultivos agrícolas sobre todo en hortalizas.

OBJETIVO

Conocer la importancia de los Swirskii (*Amblyseius swirskii*) en el uso del control biológico en condiciones protegidas.

Por lo cual, las ventajas del control biológico con swirskii es reducir niveles de infestación de plagas a una proporción que no causen daño económico, disminuir el espectro de acción y además no generan contaminación al ambiente. (Athaias, H ,1962).

MORFOLOGIA DE AMBLYSEIUS SWIRSKII

A. swirskii pertenece a la familia *Phytoseiidae*, la cual a su vez se enclava en el orden de los Parasitiformes, subclase *Acari*. A la familia de los fitoseidos pertenecentambién gran número de especies que, al igual que *A. swirskii*, son depredadoras de multitud de plagas que afectan a gran número de especies cultivadas, siendo el grupo que desde un punto de vista agronómico presenta mayor interés (Calvo, 2007).

A lo largo de su ciclo biológico swirskii completa un total de 4 estados de desarrollo, huevo, larva, ninfa (con dos estadíos ninfales; protoninfa y deutoninfa) y adulto. Swirskii realizaron una descripción morfológica detallada de los diferentes estados de desarrollo de *A. swirskii*. El huevo de *A. swirskii* es oval y de color blanco lechoso. La larva, que presenta tres pares de patas y un par de quetas anales muy aparentes, son de color blanco casi transparente (Calvo, 2007)



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

Los huevos son de forma oval e incoloros, con un brillo característico. Las larvas son hexápodos, mientras que los estados ninfales son ya octópodos.

Los adultos tienen el cuerpo alargado, casi piriforme, aunque con dos depresiones laterales en la parte central. Son casi transparentes cuando se alimentan de larvas de trips, adquiriendo coloración ligeramente amarilla o rosada cuando se nutren de polen o de ácaros tetránquidos. Disponen de largas patas características que le permiten moverse con rapidez. El primer par de patas son sensorial.

El tamaño es de 0.3-0.5mm., siendo los machos más pequeños que las hembras. Los estados inmaduros son también casi transparentes, aunque algo más piriformes.

HABITOS ALIMENTICIOS DE A. SWIRSKII

Son diversas las referencias que indican que *A. swirskii* puede alimentarse de un amplio abanico de especies plagas, mostraron la capacidad del depredador para alimentarse de inmaduros de *B. tabaci*.

El trips *F. occidentalis*, al igual que la araña roja *T. urticae*, plagas de gran interés agronómico, también están entre las especies de las que *A. swirskii* puede alimentarse. Además de estas especies plaga, *A. swirskii* era capaz de desarrollarse alimentándose de varias especies de eriófidos como *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae), moscas blancas como *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Hemiptera: Aleyrodidae), de tetránquidos como *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari: Tetranychidae) o *Eutetranychus orientalis* (Klein)



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

(Acari: Tetranychidae), de lepidópteros como *Prays citri* (Lepidoptera: Hyponomeutidae) o *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), de diáspinos como *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae), de cóccidos como *Coccus hesperidum* Linnaeus (Hemiptera: Coccidae), *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera: Coccidae) o *S. coffeae* (Walter) (Hemiptera: Coccidae) y cochinillas como *Pseudococcus longispinus* Targioni-Tozzetti (Hemiptera: Pseudococcidae). Finalmente, *A. swirskii* es capaz de alimentarse de polen y del tarsonémido *P. latus*. (Calvo, 2011).

USOS DE LOS SWIRSKII

Gracias a su carácter polífago y a su adaptación a las altas temperaturas, este voraz acaro depredador juega un papel muy importante en la protección de cultivos. *Amblyseius* (*Typhlodromips*) *swirskii* necesita una fuente adecuada de alimento para el rápido crecimiento de sus poblaciones y prefiere principalmente los estadíos jóvenes de mosca blanca y trips (Biobest, 2022).

Consume aproximadamente 5 – 10 presas al día. *A. swirskii* se alimentan además de polen y hasta cierto punto de araña roja y de ácaros de la familia Tarsonemidae. Este depredador se utiliza ampliamente como enemigo natural en los cultivos de pimiento, pepino, berenjena, fresa y también en otros cultivos ornamentales (Biobest, 2022).

SWIRSKII COMO CONTROL BIOLÓGICO

En el cultivo de pimiento, estudios preliminares llevados a cabo en condiciones de semicampo mostraron como *A. swirskii* fue capaz de reducir significativamente la población de *B. tabaci* respecto de un tratamiento control sin liberación del ácaro (BELDA y CALVO, 2006; CALVO y BELDA, 2006).

Sin embargo, estos mismos estudios pusieron de manifiesto que *A. swirskii* era también capaz de reducir enormemente las poblaciones de trips presentes en las hojas del cultivo, pero, sin embargo, aunque la reducción en el caso del trips presente en las flores fue también significativa, no fue suficiente para considerar que el control fuese satisfactorio (BELDA y CALVO, 2006). Así pues, *A. swirskii* ejercería un control efectivo frente a mosca blanca, pero habría de ser combinado con otro enemigo natural, como *Orius laevigatus* Fieber, para garantizar un control efectivo de las poblaciones de trips.

Posteriormente, se realizaron estudios de eficacia en las dos principales zonas productoras de pimiento del sureste español, Almería y Campo de Cartagena (Murcia). Las dosis de suelta que se emplearon fueron respectivamente 75 y 50 ácaros/m² en una sola introducción. En campo de Cartagena el experimento se realizó de enero a Julio y en Almería de Mayo a septiembre. En ambas zonas *A. swirskii* mostró una eficacia muy alta frente a mosca blanca. Mientras en las parcelas control, donde no se introdujo *A. swirskii*, la plaga alcanzó niveles poblacionales elevados, en las parcelas donde se introdujo *A. swirskii* apenas hubo desarrollo de esta. De este modo, en Almería en la última semana del experimento se observaron una media de 65,5 ninfas de mosca blanca por hoja en las parcelas sin introducción de *A. swirskii* y 1,2 ninfas por hoja en donde se introdujo el depredador. De igual forma en Campo de Cartagena al final del experimento el número medio de ninfas de *B. tabaci* por hoja en las parcelas control fue de 3,8 y en las parcelas con introducción de *A. swirskii* 0,24.

Así pues, los resultados obtenidos en semicampo fueron corroborados por los aquí expuestos, pudiendo afirmarse por tanto que *A. swirskii* presenta una alta eficacia frente a mosca blanca en pimiento, estando totalmente justificada su utilización en este cultivo en invernaderos comerciales.

CONDICIONES AMBIENTALES

A. Swirskii es más eficaz a temperaturas entre 20 y 32°C (68 y 90°F). No es efectivo a temperaturas por debajo de 18°C (64°F). A. Swirskii es sensible a una humedad relativa inferior a 60% (Koppert, 2022).

BENEFICIOS DEL USO DE SWIRSKII

Los beneficios del uso de Swirskii (Calvo, 2006):

- Rápida y fuerte protección/control de las principales plagas: los ácaros depredadores se establecen antes de que la plaga se establezca en nuestro invernadero.
- Un mejor control global: la población de ácaros depredadores como swirskii, es mayor y mejor distribuida a través de todo el cultivo.
- Mayor facilidad de gestión: el tiempo de la instalación de swirskii no dependerá en estos casos de la floración de los cultivos.
- Puede sobrevivir alimentándose de polen u otras presas
- Para condiciones atmosféricas moderadas en cultivos protegidos

EMPRESAS COMERCIALES

Koppert

Fue comercializado por primera vez en 2005 considerado como un depredador generalista muy importante para los cultivos, ya que se instala muy fácilmente, por eso es uno de los enemigos naturales utilizado en control biológico preferido tanto para las empresas productoras como para los agricultores, gracias al swirskii pudo realizar un salto al control biológico en el año 2007 que en otro caso no hubiera sido posible. (Koopert, 2007)

Biobest

Gracias a su carácter polífago y a su adaptación a las altas temperaturas, este voraz ácaro depredador juega un papel muy importante en la protección de cultivos.

Amblyseius (Typhlodromips) swirskii necesita una fuente adecuada de alimento para el rápido crecimiento de sus poblaciones y prefiere principalmente los estadios jóvenes de mosca blanca y trips. Consume aproximadamente 5-10 presas al día. Amblyseius swirskii se alimenta además de polen y hasta cierto punto de araña roja y ácaro blanco. Este voraz depredador se utiliza ampliamente como enemigo natural en los cultivos de pimiento, pepino, berenjena, fresa y también en algunos cultivos ornamentales. (Biobest, 2013)

Agrobio

Desde Agrobío resaltan que para garantizar un control de plagas eficaz es importante que las poblaciones de enemigos naturales estén bien establecidas en el cultivo desde el principio.

Agrobío ha consolidado este otoño el control biológico en pepino con la estrategia de la alimentación de ácaros depredadores con ácaros presa directamente en la planta. Ésta tecnología, desarrollada por el departamento I+D de Agrobío y puesta en marcha en campo por su equipo técnico, ha supuesto un éxito y un avance para el control biológico de plagas, sobre todo de mosca blanca, trips y araña roja. (Agrobio, 2017).

Swirkis comerciales

-Swirski-mite plus más vendido del mercado ahora en formato de sobre. Utilizados para el control biológico de larvas jóvenes de distintas especies de trips, (Trialeurodes vaporariorum). Es recomendable utilizarlos como método preventivo o cuando se observen los primeros síntomas de una plaga.

- **Wircontrol 25.000 amblyseius swirskii:** Blister de carton de 1 L conteniendo 25.000 unidades de adultos y ninfas del depredador de trips.
- **Swirskii grow sobres + polen:** Ahora, el control de trips y mosca blanca resulta más sencillo con este nuevo formato de ácaro depredador en sobre de cría.

Sistema ideado para trabajar en preventivo. Basta con colgar un sobre por planta a partir de la segunda semana de cultivo.

La planta estará protegida desde la fase de crecimiento frente a estas dos temidas plagas tan frecuentes en los cultivos de indoor.

- **Swirskii-breeding-system** x 100 sobres Biobest saca al mercado su nuevo formato de Swirskii en sobre hidrófugo especialmente pensado para el control biológico de trips en cultivos de invernadero.

Se trata de un sobre estilizado con mayor resistencia a la intemperie y con una larga duración en campo de hasta 6 semanas.

- **SWIRScontrol** contiene el ácaro depredador *Amblyseius swirskii* de la familia Phytoseiidae. Este ácaro depredador de color crema prefiere los estados no móviles de mosca blanca, larvas de trips y arañas rojas.

Además de trips y mosca blanca, este ácaro también puede desarrollarse en polen y fuentes vegetales como por ejemplo la savia, por lo que se establecerá fácilmente en el invernadero. *A. swirskii* es originario de la zona mediterránea lo que explica su buen funcionamiento en climas calurosos y húmedos.

- **Swirskii biosur** Botella de 500 ml, que contiene 25.000 ácaros depredadores, *swirskii* es un ácaro perteneciente a la familia de los fitoseidos. Se trata de un depredador polífago que se alimenta de presas como la mosca blanca, larvas de trips, araña roja, araña blanca, huevos de lepidópteros, etc. Además, puede alimentarse de polen por lo que puede introducirse de manera preventiva con las primeras flores.

INSTALACIÓN DE SWIRSKII

Las instalaciones de *swirskii* dependen en gran medida del polen que obtienen de forma natural de las flores del pimiento. Normalmente se realizan las sueltas cuando disponemos de un 20-30% de plantas con flor, por lo general aproximadamente cuatro-cinco semanas después de la plantación. (Bioline, 1990)

Se utiliza para el control de moscas blancas y trips, pero también puede alimentarse y ejercer cierto control sobre otros pequeños artrópodos plaga. Ideal para cultivos protegidos en condiciones cálidas, pero se puede utilizar en cultivos no protegidos, siempre que las temperaturas medias diurnas superen los 20°C.

La instalación será mucho más rápida en los cultivos con abundancia de polén, puesto que constituye una fuente alternativa de alimento. Los cultivos sin polen serán motivo de una instalación más lenta, aunque el uso de sobres de salida controlada permitirá una liberación progresiva de los ácaros con mejores resultados. (Bioline, 1990) En caso de tener un fuerte nivel de plaga, recomendamos combinar diferentes organismos de control biológico para conseguir un control óptimo de la plaga.

- Cultivos objetivo: Hortalizas, plantas ornamentales, frutales, cítricos...
- Plagas objetivo: Mosca blanca y trips principalmente.
- Etapa de vida objetivo: Huevos y Larvas
- Envases disponibles: Bolsas, tubos y diferentes formatos de sobres

CONCLUSIÓN

Los resultados aquí expuestos muestran la capacidad de *A. swirskii* para establecerse en los cultivos protegidos ya que cuentan con un margen de eficacia muy alto.

Además, es capaz de ofrecer en todos ellos un incremento significativo frente a trips, que resultan en la mayoría de los casos los que afectan más a estos cultivos.

Estos cultivos en el que puede ser empleado, ya que ayuda a una solución para las plagas que afectan, lo convierte en un agente de control biológico totalmente polivalente.

Así pues, con su inclusión, la aplicación de los programas de control integrado basados en el empleo de organismos de control biológico se verá favorecidos económicamente ya que sale más económico utilizarlos Gracias a su bajo costo a comparación de productos químicos.

Con ello se abrirán las posibilidades para la utilización del control biológico de plagas en nuevos cultivos donde tradicionalmente la falta de enemigos naturales eficaces ya que los químicos son productos que afectan la salud del consumidor.

BIBLIOGRAFÍAS

- BELDA, J.E.; CALVO, J., 2006. Eficacia de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en el control biológico de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) y *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en pimiento en condiciones de semicampo. Bol. San. Veg. Plagas 32(3), 283-296.
- Koppert (2022). Productos para el control de plagas-swirskii. Recuperado de: <https://www.koppert.mx/swirski-mite/>
- Calvo, F. (2011). Implicaciones de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en la mejora del control biológico de *Bemisia tabaci* Gennadius (HEmiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento en invernadero. Universidad politécnica de Cartagena.
- Calvo, J. (2007). *Amblyseius swirskii*, un depredador para el control de mosca blanca y trips en cultivos hortícolas. Recuperado de: <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/190-junio-julio-2007/amblyseius-swirskii-un-depredador-para-el-control-de-mosca-blanca-y-trips-en-cultivos-hortícolas>
- Athaias, H (1962). *Amblyseius swirskii* . Controlbiologico.info. Recuperado el 6 de noviembre de 2022, de <http://www.controlbiologico.info/index.php/es/organismos-de-control-biologico/ocb-comerciales-enemigos-naturales/amblyseius-swirskii>



Agricultura Protegida

MAESTRÍA

POSGRADOS



La Universidad De La Salle Bajío,

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

Agricultura Protegida

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

Objetivo general

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

Dirigido a

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

Horario de clases

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

Horario sujeto a variación según disponibilidad de docentes.

1er CUATRIMESTRE

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

2o CUATRIMESTRE

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

3er CUATRIMESTRE

Agricultura Orgánica
Fisiopatías
Manejo Integrado de Enfermedades
Seminario de Investigación

4o CUATRIMESTRE

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

5o CUATRIMESTRE

Inocuidad y Calidad Agrícola
Cultivos Hortofrutícolas
Cultivo de Flores en Invernadero

6o CUATRIMESTRE

Manejo Poscosecha para la Comercialización
Cultivos no Convencionales
Investigación



A photograph of a chicken coop. In the foreground, a wooden structure made of light-colored wood is prominent. It has a vertical post and a horizontal beam, possibly a feeder or a perch. Several brown chickens are visible, some standing and some sitting. In the background, there are more chickens and a metal wire mesh fence. The lighting is bright, suggesting an indoor or well-lit outdoor environment.

Fotografía de Portada y Contraportada
Revista Universo Agroalimentario

INFORMES

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