

Agro-Divulgación

Año 3 • Volumen 3 • Número 4 •
julio-agosto, 2023

Multiplicación *in vitro* de planta fundación
de fresa CP-JACONA y CP-ZAMORANA
en sistema de inmersión temporal **3**

Conservación *in vitro* de recursos
genéticos de zarzamora (*Rubus* spp.) y fresa
(*Fragaria* L.) mediante crecimiento mínimo **7**

Comparación de la organogénesis axilar y
adventicia en Banano (*Musa* sp.) 'FHIA-23' **11**

Problemas de manejo de solución
nutritiva y dosel en arándano (*Vaccinium
corymbosum* L.) cultivado hidropónicamente **17**

Producción sustentable de árboles de
ciruelo (*Prunus domestica* L.) en alta
densidad en suelos alcalinos **25**

Efecto de la reducción de la fertilización en
la calidad de mango 'Ataulfo' producido en
la Costa Chica de Guerrero **29**

Efecto del clima templado de altura en la
producción y calidad de mandarina
(*Citrus reticulata* L.) **33**

y más artículos de interés...

Cultivos nativos de México en el arte

página 71




Colegio de
Postgraduados


Contenido

Año 3 • Volumen 3 • Número 4 • julio-agosto, 2023

Casos de éxito	
Multiplicación <i>in vitro</i> de planta fundación de fresa CP-JACONA y CP-ZAMORANA en sistema de inmersión temporal	3
Conservación <i>in vitro</i> de recursos genéticos de zarzamora (<i>Rubus</i> spp.) y fresa (<i>Fragaria</i> L.) mediante crecimiento mínimo	7
Comparación de la organogénesis axilar y adventicia en Banano (<i>Musa</i> sp.) 'FHIA-23'	11
Problemas de manejo de solución nutritiva y dosel en arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) cultivado hidropónicamente	17
Producción sustentable de árboles de ciruelo (<i>Prunus domestica</i> L.) en alta densidad en suelos alcalinos	25
Efecto de la reducción de la fertilización en la calidad de mango 'Ataulfo' producido en la Costa Chica de Guerrero	29
Efecto del clima templado de altura en la producción y calidad de mandarina (<i>Citrus reticulata</i> L.)	33
Papaya (<i>Carica papaya</i> L.) hidrosostenible en un clima cálido subhúmedo	37
Alternativa de control biológico del moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>) en el cultivo de fresa	43
Uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP) para retrasar el viviparismo en frutos de chayote [<i>Sechium edule</i> (Jacw.) Sw.]	49
Psorosis, exocortis y cachexia, enfermedades ignoradas en la citricultura mexicana	53
Selección <i>in vitro</i> de genotipos de <i>Haworthia</i> con estabilidad cromosómica a través de análisis citogenéticos	57
Efecto de paclobutrazol en <i>Lilium</i> cv. Arcachon	61
Jardín urbano de la orquídea <i>Laelia anceps</i> y sus polinizadores naturales	65
Cultivos nativos de México en el arte	71
In extenso	
El sistema radical de frutales: desarrollo y manejo	81
La Ilama (<i>Annona diversifolia</i> Saff.) una especie subcaducifolia endémica de México	89
Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)	
Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) (Montecillo)	97

Comité Científico

Dr. Said Infante Gil
Colegio de Postgraduados
México
 0000-0001-9127-2033

Dr. Juan Francisco Aguirre Medina
Universidad Autónoma de Chiapas
México
 0000-0002-8269-7854

Dr. José Luis Yagüe Blanco
Universidad Politécnica de Madrid
España
 0000-0002-7751-8436

Dr. Pedro Cadena Iñiguez
INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias)
México
 0000-0002-9726-8972

Dra. Libia Iris Trejo Téllez
Colegio de Postgraduados, México
México
 0000-0001-8496-2095

Comité Editorial

Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza - Editora en Jefe
Dr. Jorge Cadena Iñiguez - Fundador de la revista
Dr. Carlos Hugo Avendaño Arrazate - Editor Adjunto
Lic. BLS. Moisés Quintana Arévalo - Cosechador de metadatos
M.C. Valeria Abigail Martínez Sias - Diagramador
M.C. Erika de la Rosa Esquivel - Diseñador
M.A. Ana Luisa Mejía Sandoval - Asistente



Agro-Divulgación

Bases de datos de contenido científico






Agro-Divulgación. Revista impresa de la Editorial del Colegio de Postgraduados, Año 3, Volumen 3, Número 4, julio-agosto 2023. Es una publicación bimestral editada por el Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56264. Tel. 5959284427. <https://agrodivulgacion-colpos.org/index.php/1agrodivulgacion1/index>. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de derechos al uso exclusivo núm. 04-2022-080811045100-102. ISSN: 2954-4483, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización: M.C. Valeria Abigail Martínez Sias. Fecha de última modificación, 17 de octubre de 2023. El tiraje consta de 500 ejemplares.




Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni del Editor de la publicación.

Contacto principal

 Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza
 Guerrero 9, esquina avenida Hidalgo,
C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco,
Estado de México.
 larevalo@colpos.mx

Contacto de soporte

 Soporte
 5959284703
 martinez.valeria@colpos.mx

Directrices para Autoras y Autores

- 1. Naturaleza de los trabajos:** Las contribuciones que se reciban en la revista **Agro-Divulgación** deben ser resultados originales derivados de un trabajo académico de alto nivel sobre los tópicos presentados en la sección de temática y alcance de la revista, la escritura debe ser clara y concisa. Se reciben caso de éxito derivados de la transferencia tecnológica de resultados de investigación ($I+D+i$), desarrollo de nuevas variedades vegetales, desarrollos tecnológicos, patentes, modelos de utilidad, modelos de intervención social (estudios de género, migración, desarrollo rural, psicología social, etc.) de manejo y conservación de recursos naturales, modelos de asociación, organización, comercialización e innovaciones entre otros principales temas que hayan sido adoptados por la sociedad.
- 2. Extensión y formato:** Los artículos deberán estar escritos en archivo editable word.doc o .docx, no se aceptan pdfs ni documentos con candados; con una extensión de 3 a 5 cuartillas máximo para los casos de éxito y de 5 a 10 cuartillas para artículos de divulgación *in extenso*, tamaño carta con márgenes de 2.5 centímetros, Arial de 12 puntos, interlineado doble, sin espacio entre párrafos. Las páginas deberán estar foliadas desde la primera hasta la última en el margen inferior derecho. La extensión total incluye abordaje textual cuadros, figuras, imágenes y todo material adicional. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las secciones principales del artículo deberán escribirse en mayúsculas, negritas y alineadas a la izquierda. Los subtítulos de las secciones se escribirán con mayúsculas sólo la primera letra, negritas y alineadas a la izquierda.
- 3. Exclusividad:** Los trabajos enviados a **Agro-Divulgación** deberán ser inéditos y sus autores se comprometen a no someterlos simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.
- 4. Idiomas de publicación:** Se recibirán textos en español con títulos y contenido en idioma español. Las publicaciones se harán en idioma español.

5. **ID de las y los Autores:** El nombre de los autores se escribirán comenzando con el apellido o apellidos unidos por guion, el primer nombre de pila completo y el segundo (en caso de haberlo) sólo con la inicial mayúscula seguida de punto, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Los nombres de los diferentes autores quedarán separados por puntos y comas (;). Es indispensable que todos y cada uno de los autores proporcionen su número de identificador normalizado ORCID, para mayor información ingresar a orcid.org
6. **Institución de adscripción:** Es indispensable señalar la institución de adscripción y país de todos y cada uno de los autores, indicando exclusivamente la institución de primer nivel, sin recurrir al uso de siglas o acrónimos. En todo caso, incluir población, municipio, estado y país del lugar de adscripción institucional. Al final del país, seguido de las letras C.P., incluir el código postal.
7. **Estructura:** En el texto principal (separado de la página de presentación), los elementos que se deben incluir son: título, resumen y abstract, problema, solución, evidencias gráficas o tablas de resultados, impactos e indicadores (no incluir bibliografía ni agradecimientos).
8. **Título:** Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en *itálicas*. No deberá contener abreviaturas ni exceder de 15 palabras. Se escribirá en Altas y bajas (mayúsculas y minúsculas) como una oración normal. Deberá estar escrito en negritas, centrado y no llevará punto final.
9. **Problema:** Se escribirá el problema, su importancia y limitaciones que genera hacia la sociedad o determinado sector de ésta. Asentará con claridad el estado actual del problema justificando brevemente la investigación realizada. No deberá ser mayor a media cuartilla.
10. **Solución:** Se especificará como se desarrolló la solución, incluyendo el tipo de investigación (laboratorio, campo, experimental, participativa, etc.).
11. **Impactos e indicadores:** Son de acuerdo con indicadores de políticas públicas. Se presentan en una sola sección en forma de cuadro, presentando la innovación, el impacto que se tuvo, un indicador general y específico. Deben ser puntuales, claras y concisas, y no deben llevar discusión, haciendo hincapié en los aspectos nuevos e importantes de los resultados obtenidos y que establezcan los parámetros finales de lo observado en el estudio (**Véase ejemplo en la siguiente página**).
12. **Cuadros:** Deben ser claros, simples y conciso. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro. Se recomienda que los cuadros y ecuaciones se preparen con el editor de tablas y ecuaciones del procesador de textos, evitar enviar cuadros como imágenes. En la versión en español, evitar usar la palabra “Tabla” en lugar de “Cuadro”. Los cuadros deberán contener toda información necesaria para explicarse por sí solos, si se les extrae del artículo.
13. **Uso de siglas y acrónimos:** Para el uso de acrónimos y siglas en el texto, la primera vez que se mencionen, se recomienda escribir el nombre completo al que corresponde y enseguida colocar la sigla entre paréntesis. Ejemplo: Petróleos Mexicanos (Pemex); después sólo Pemex.
14. **Nombres científicos:** Al igual que en el caso anterior, la primera vez que se mencione una especie, se recomienda escribir el nombre común seguido del nombre científico y la abreviatura o inicial del clasificador, entre paréntesis. Ejemplo: tomate (*Solanum lycopersicum* L.); después sólo tomate. En todo caso, se deberán apegar a las normas actuales de clasificación taxonómica de especies.
15. **Elementos gráficos:** Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Las figuras deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Figura 1. Título), y se colocarán en la parte inferior. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPG, TIF, PNG o RAW. Las gráficas o diagramas serán en formato de vectores (CDR, EPS, AI, WMF o XLS). El autor deberá enviar dos fotografías adicionales para ilustrar la página inicial de su contribución. Las figuras deberán contener toda información necesaria para explicarse por sí solas, si se les extrae del artículo.
16. **Unidades.** Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) Terciario: Servicios que se prestan a la sociedad: Comercio, Transporte, Educación, Ocio, etc. Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planificación financiera, de informática y de investigación científica. Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Registro solicitado y concedido
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro	Gobierno de los Estados		Económico	Económico	Recursos Humanos	Certificaciones
Servicios	Cambia el concepto de un servicio, canal de interacción con el cliente, sistema de prestación de servicios, o conceptos tecnológicos que, de forma individual, pero muy posiblemente en combinación, conduce a una o más funciones renovadas o totalmente nuevas de servicio	Productores independientes		Ambiental Conocimiento	Educación	Comercio	Patentes solicitadas y concedidas
		Comunidades Agrarias		Uno, o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Responsabilidad Ambiental	Generación de empleos	Numero de tesis
		Poblaciones en particular			Salud Pública	Capacitación	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
		Zonas turísticas			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Finanzas Públicas	Número de publicaciones
		Etc.				Uno o combinación de dos o más de las opciones anteriores	Número de familias beneficiadas
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio						Empresas rurales formadas
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						Empresas formadas
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo						Transferencias tecnológicas
Innovación de código abierto	Filosofía o metodología pragmática que promueve la redistribución libre y el acceso al diseño final de un producto y los detalles de su implementación					Desarrollo de productos y servicios para la sociedad	
A través de experiencias	Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores					Exportación incremento (%)	
Innovación disruptiva	Ayuda a crear un nuevo mercado y que es capaz de perturbar de tal forma un mercado existente que en pocos años lo desplaza o desaparece. Ejemplos: telefonía móvil, uso de computadoras, hicieron que desplazara o desaparecer tecnologías anteriores.					Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico	
						Reducción de mortalidad	
						Número de empleos generados	

EDITORIAL

La Fruticultura se ubica dentro de las Ciencias Biológicas, como parte de la Agricultura, y, de acuerdo con lo establecido por la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas, clasificada dentro de la Horticultura, en conjunto con la Olericultura, la Floricultura y las Plantas Medicinales. La Fruticultura se define como la Ciencia que ‘estudia el desarrollo de plantas perennes cuyo motivo de explotación es su fruto, producto del desarrollo del ovario, del óvulo o de alguna otra parte de la flor’.

A partir de la década de los 70's se promueve en México la importancia de formar recursos humanos especializados en Fruticultura. El primer Posgrado en Fruticultura, se establece en el Colegio de Postgraduados en 1972, otorgando el primer grado de Maestro en Ciencias en 1973; es hasta 1993 cuando inicia actividades el Programa Doctoral, cuyo primer graduado egresó a principios de 1999. Inicialmente el Programa de Fruticultura fue una Sección de la Rama de Genética (1972), para después constituirse en Programa Interdisciplinario adscrito al Centro de Genética (1982); más tarde reconocido como Centro (1986); a partir de 1995, Fruticultura formó parte del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad; y, desde 2005, con la formación del sistema de Campus del Colegio, pasa a formar parte del Posgrado del mismo nombre.

A lo largo de más de 50 años de existencia, los recursos humanos cuya formación deriva de las actividades de Enseñanza e Investigación del Posgrado de Fruticultura resultan estar entre sus principales aportaciones al país. A la fecha, se han graduado 396 Maestros y 53 Doctorados en Ciencias, quienes han participado en enseñanza, investigación, asesoría técnica e industria, tanto en Instituciones Públicas, como en Privadas.

Además, el Programa de Fruticultura, desde la década de los 90's, ha promovido la enseñanza e investigación de posgrado en otras áreas del conocimiento que conforman la Horticultura, en mayor proporción en Floricultura, por lo mismo, desde entonces, ha habido trabajo docente, investigación y graduados que han trabajado con especies florícolas; actualmente, dicha área se está consolidando como Horticultura Ornamental, pues se está trabajando para convertirla en una Especialidad, contándose ya, con una matriz de cursos y de proyectos de investigación, en aspectos de propagación, producción y postcosecha de especies ornamentales.



La educación y generación de conocimiento que ha ofertado el Posgrado siempre han estado en proceso de mejora continua, con base en la demanda que se ha presentado a través de los años en materia de Fisiología, Nutrición, Manejo de Huertos, Fisiología y Tecnología de pre y postcosecha de Frutos, Propagación y Manejo de Viveros, Biotecnología Aplicada y Mejoramiento de Especies Frutales y Ornamentales. Hoy día la investigación en el posgrado de Fruticultura se agrupa en tres Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento, mismas que están en desarrollo continuo:

- Mejoramiento Genético y Producción Integral Sustentable Frutícola y Ornamental.
- Prevención y Manejo de Riesgo Climático en Especies Frutales y Ornamentales.
- Manejo Postcosecha Sustentable de Productos Hortícolas y Agroindustriales y de sus Subproductos.

A futuro, la Educación en Fruticultura, además de la opción presencial, deberá incluir enseñanza en línea y hacer uso de recursos digitales de última generación en el aula y en el huerto o bajo cubierta (software de gestión eficiente y toma de decisiones, sensores remotos, drones), considerando tendencias, avances de la tecnología y demandas del sector, que estarán condicionadas por los retos que impondrá el ambiente y las condiciones socioeconómicas prevalecientes, para que los profesionales en la materia puedan enfrentar las exigencias del sector, así como aprovechar oportunidades emergentes, de una industria en desarrollo constante.

Por lo mismo, los egresados deberán estar interiorizados en materia de Fruticultura Circular, Regenerativa y Sostenible (técnicas orgánicas, gestión de recursos hídricos y minimización de residuos), incluyendo estrategias de mitigación, adaptación y resiliencia al cambio climático (variedades, protección contra eventos extremos). Para ello, serán piedras angulares, la Biotecnología y Mejoramiento Genético (resistencia a enfermedades, tolerancia al estrés climático, aspectos éticos, desarrollo de variedades), la Calidad e Inocuidad de los Alimentos (manejo y conservación de las cosechas) y el Manejo-Análisis de Datos y Estadísticas para toma de decisiones (gestión de huertos y empresas); finalmente, desarrollo de habilidades empresariales, bajo un enfoque de colaboración y alianzas globales, para potenciar el éxito de nuestro quehacer.

Dr. A. Enrique Becerril Román
Profesor Investigador Titular
PREGEP-Fruticultura
Colegio de Postgraduados



Casos de éxito

Multiplicación *in vitro* de planta fundación de fresa CP-JACONA y CP-ZAMORANA en sistema de inmersión temporal

Arellano-Ostoa Gregorio^{1*} ; Aradillas-Tovar, Jonás¹ ; Espitia-Flores, Claudia¹ ; Gómez-Cruz Martha A.² ; Calderón-Zavala, Guillermo¹ 

¹ Colegio de Postgraduados, Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56264.

² Colegio de Postgraduados, Postgrado en Socioeconomía Estadística e Informática-Economía. Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México, C. P. 56264.

* Correspondence: arellano@colpos.mx

Problema

México es el tercer proveedor de fresa fresca al mercado internacional con un valor de la producción de US \$776.49 M (Planeación Agrícolas Nacional 2017-2030), con alrededor de 11,844 hectáreas sembradas (SADER-SIAP 2021) principalmente con variedades que provienen del extranjero. El Colegio de Postgraduados ha registrado dos variedades mexicanas de fresa ante el SNICS con potencial para cubrir la demanda tanto nacional como internacional. Con la propagación y difusión de estas nuevas variedades se pretende mitigar la dependencia de planta madre del extranjero. La fresa se propaga por medio de la división de coronas y por estolones, que se obtienen de la planta madre certificada que proviene principalmente de Estados Unidos de América y de la Unión Europea, generándose un aumento en los costos de producción, por ejemplo, el millar de planta oscila entre \$25,000 y \$30,000 pesos mexicanos. El cultivo de tejidos se ha utilizado con éxito en varios países para la propagación de esta especie. Además, con este sistema se disminuyen los costos de producción al obtener mayores tasas de multiplicación, plantas vigorosas y sanas en comparación con los sistemas tradicionales de propagación.

Solución planteada

Con la finalidad de contribuir a disminuir la dependencia tecnológica que se tiene del extranjero, al consumir variedades creadas en el extranjero y que pagan regalías, se propone la propagación masiva *in vitro* de planta fundación de las variedades mexicana

Cómo citar: Arellano-Ostoa G., Aradillas-Tovar, J., Espitia-Flores, C., Gómez-Cruz, M. A., & Calderón-Zavala, Guillermo (2023). Multiplicación *in vitro* de planta fundación de fresa CP-JACONA y CP-ZAMORANA en sistema de inmersión temporal. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.218>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 3-6.

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



CP-Zamorana y CP-Jacona (Registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNRVV-SNICS): FRE-001-070807 y FRE-002-070807 respectivamente) mediante un Sistema semiautomatizado de Biorreactores de Inmersión Temporal tipo RITA[®]. Esta técnica es innovadora y genera mayores rendimientos económicos.

Para la propagación masiva se utilizan brotes generados a partir de meristemos de los cultivares CP Jacona y CP Zamorana provenientes de los invernaderos del PREGEP- Fruticultura del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, que contaron con las condiciones sanitarias óptimas y con un control de nutrición y riegos adecuados para un crecimiento vigoroso y libre de enfermedades.

Se selecciona el material vegetativo adecuado y se procede a cortar con tijera los estolones (explantes) de aproximadamente 2.5 a 3 cm. Se procede a un lavado con jabón líquido comercial durante dos minutos y posteriormente se realiza un tratamiento con fungicida durante diez minutos en agitación. Posteriormente, se sumergen en una solución de nanopartículas de plata (NPAg) 10 mg L⁻¹ por veinte minutos en agitación con ultrasonido, para después finalizar con un tratamiento de etanol (70%) por un minuto y cloro (20%) durante veinte minutos. Por último, se enjuaga con agua destilada y esterilizada tres veces en campana de flujo laminar. El establecimiento, se realiza con la disección de los estolones para extraer los ápices que oscilan entre 0.1 y 0.5 mm, en un ambiente estéril con ayuda de un microscopio estereoscópico (Figura 1).

En la etapa de multiplicación se utiliza el medio MS (Murashige y Skoog, 1962) suplementado con 30 g L⁻¹ de sacarosa con la adición de reguladores del crecimiento: Epibrassinolide[®] (BR) 0.02 mg L⁻¹ o 10 µg L⁻¹ 1-Triacontanol (TRIA) ambos suplementados con 1.0 mg L⁻¹ de Benciladenina (BA) y 0.1 mg L⁻¹ ácido indolbutírico (AIB). El sistema de biorreactores que se ocupa es del tipo RITA[®] de 1.0 L de capacidad con 150 mL de medio



Figura 1. Etapas que comprende la propagación *in vitro* de plantas fundación de fresa en el Sistema de Inmersión Temporal (SIT).

de cultivo líquido, lo componen dos módulos de $90 \times 40 \times 60$ cm con tres niveles, que es suplementado con lámparas LED con intensidad de $47 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y fotoperíodo de 16 horas luz por ocho de oscuridad, en condiciones de incubación de 25 ± 2 °C (Figura 2 A). Otros componentes del sistema son: compresor 100 L libre de aceite, software de automatización (número de Registro 03-2016-040510454800-011). Varias líneas de conducción de aire comprimido con manguera de silicón y de alta presión y filtros hidrofóbicos de $0.22 \mu\text{m}$ de 50 mm de diámetro.

Bajo estas condiciones y después de 30 días (Figura 2B), se obtiene el triple de brotes en comparación con el sistema de propagación *in vitro* tradicional en agar, mayor número de brotes por explante, además se reduce la oxidación de las plantas en 22% y la hiperhidratación de los tejidos en 6.66%.

Finalmente, se extraen las plantas de los biorreactores y se sumergen en un fungicida y bactericida durante dos minutos y se colocan en charolas de plástico con domos de veinte cavidades, en un sustrato compuesto de Peat Moss y agrolita (2:1 v/v) en condiciones de invernadero, se les realizó un riego con Captan® 50 PH (N-triclorometiltio-4-ciclohexano-1,2-dicarboximida 50 % en peso) a razón de $2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Durante los primeros quince días, que son en los que las charolas tienen aún los domos, se realizaron dos riegos por semana con agua corriente, después de quitarles los domos se les realizaron riegos cada tercer día. Para poder retirarles los domos a las plantas, se les retiraron paulatinamente empezando a quitárseles por quince minutos durante tres días. El sistema de inmersión temporal resulta más eficiente para promover mayor número de brotes, obteniéndose hasta tres veces más, que en el sistema tradicional en agar. Con este sistema se obtiene la mayor producción de plantas fundación de variedades mexicanas libres de patógenos, en menor tiempo y con mayor calidad.







Figura 2. Plantas fundación de fresa en Biorreactores de Inmersión Temporal tipo RITA®. A: biorreactores en funcionamiento en cuarto de incubación. B: plantas multiplicadas después de 30 días.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen, se reduce el costo hasta en 60%, consiguiendo plantas sanas y vigorosas en menor tiempo.	Productores de fresa de los estados de Michoacán, Guanajuato y Estado de México	Primario: Agricultura	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Numero de publicaciones
Procesos	Se mejora el método de producción de plantas in vitro que utiliza medios semi sólidos (en agar). Al utilizar medios líquidos y suplementados con reguladores de crecimiento de última generación, se reducen costos de producción y con los biorreactores se logra automatizar el proceso y se obtienen más y mejores productos.	Productores independientes	Cuaternario: Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación e (I+D+I)	Económico Conocimiento	Económico	Comercio Capacitación	Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Innovación frugal	Hacer más con menos. Estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovaciones.						

Conservación *in vitro* de recursos genéticos de zarzamora (*Rubus* spp.) y fresa (*Fragaria* L.) mediante crecimiento mínimo

Vélez-Torres, Marcelina^{1*}; Cruz-Gutiérrez, Esmeralda J.²; Calderón-Zavala, Guillermo¹; Arellano-Ostoa, Gregorio¹

¹ Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad – Fruticultura. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Edo. Méx., México. C.P. 56264.

² Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Boulevard de la biodiversidad 400, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. C. P. 47600.

* Autor para correspondencia: velez.marcelinas@colpos.mx

Problema

La seguridad alimentaria de un país está altamente relacionada con la capacidad de conservación de sus recursos genéticos. Para ello es indispensable realizar la conservación *ex situ* de germoplasma de buena calidad con el propósito de utilizarlo en diversas investigaciones y mejoramiento genético. Esta conservación puede realizarse a través de alternativas como: i) mantener al germoplasma bajo condiciones de invernadero o, ii) mediante el manejo de su cultivo en campo ciclo tras ciclo. El inconveniente de estos métodos es que el material genético se expone a diversos factores bióticos y abióticos adversos que afectan su calidad, además no puede mantenerse por tiempos prolongados, lo cual induce a que las colecciones de trabajo para mejoramiento genético contengan una base genética escasa, reducida, o no esté disponible. Una alternativa viable es la conservación *in vitro* mediante técnicas de crecimiento mínimo. En este trabajo se muestra la manera de conservar especies frutales susceptibles al ataque de patógenos como la zarzamora (*Rubus* spp.) y la fresa (*Fragaria* L.), esta alternativa de conservación permite prevenir enfermedades y limitar su diseminación. Además, es una opción factible en especies que se conservan como plantas vivas para mantener su identidad genética, por ejemplo, en el caso de fresa.

Solución planteada

Las técnicas de crecimiento mínimo *in vitro* permiten la disminución del metabolismo celular y aumentar el tiempo entre subcultivos. Se puede lograr por medio de: la aplicación de retardantes del crecimiento, como ancimídol o paclobutrazol; almacenamiento a bajas temperaturas; uso de agentes osmóticos, como manitol o sorbitol; o bien, disminuyendo la concentración de los compuestos del medio nutritivo.

Cómo citar: Vélez-Torres, M., Cruz-Gutiérrez, E. J., Calderón-Zavala, G., & Arellano-Ostoa, G. (2023). Conservación *in vitro* de recursos genéticos de zarzamora (*Rubus* spp.) y fresa (*Fragaria* L.) mediante crecimiento mínimo. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.219>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4). Julio-Agosto. 2023. pp: 7-9.

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



Para el caso de zarzamora solo es necesario utilizar un medio de cultivo Murashige y Skoog al 75%; sin reguladores de crecimiento, únicamente suplementado con sacarosa (20 g L^{-1}); agar (8 g L^{-1}), incubación a temperatura de $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, y fotoperiodo de 12 h.

En el caso de fresa, se utiliza un medio de cultivo Murashige y Skoog al 100% suplementado con manitol (15 g L^{-1}) y sacarosa (15 g L^{-1}); agar (8 g L^{-1}), incubación a temperatura de $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, y fotoperiodo de 12 h. Estos protocolos han sido efectivos para la conservación durante nueve meses de las variedades comerciales de zarzamora de uso libre (Ébano y Apache, variedades sin espinas; Choctaw y Cheyenne, variedades con espinas). Asimismo, para la conservación de fresa semidomesticada. Un factor importante en estos resultados es que no ha habido la necesidad de realizar subcultivo alguno durante este periodo (Figura 1 y 2).

Dentro de las principales ventajas de conservar el material vegetal bajo un sistema *in vitro* se ha encontrado: que las condiciones controladas facilitan el manejo a corto y mediano plazo; no ha sido necesario el control de patógenos al mostrar buena sanidad; ocupan un espacio reducido; y sobre todo que la conservación del germoplasma bajo condiciones de crecimiento mínimo garantiza la reducción de costos en el laboratorio al lograr la omisión de subcultivos. Asimismo, el material biológico se encuentra disponible todo el año para ser utilizado en los programas de mejoramiento genético y diversas investigaciones.

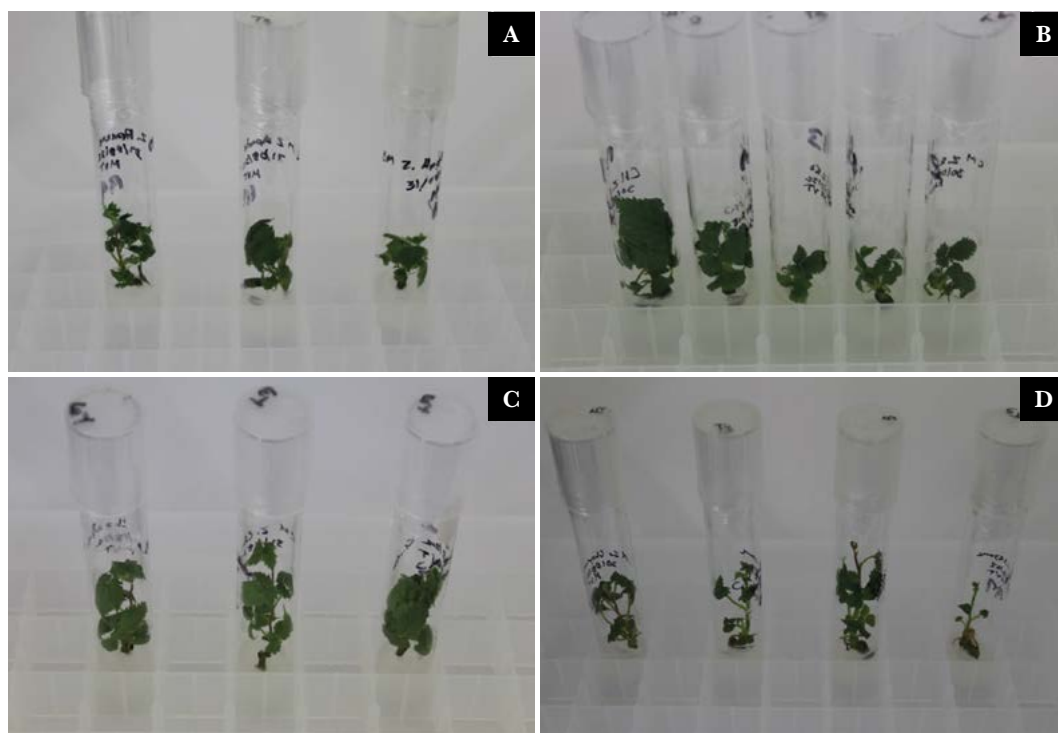


Figura 1. Conservación *in vitro* de zarzamora bajo crecimiento mínimo: variedades sin espinas A: Apache, B: Ébano. C: variedades con espinas Choctaw y D: Cheyenne, conservadas durante nueve meses sin subcultivo alguno.



Figura 2. Conservación *in vitro* de fresa (*Fragaria L.*) mediante crecimiento mínimo, durante nueve meses sin subcultivo alguno.






AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados por el financiamiento del proyecto y al CNRG-INIFAP por el trabajo de colaboración.

INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Estudiantes de Posgrado mediante cursos y asesorías.	Primario: Agricultura	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro	Técnicos de Laboratorio de cultivo <i>in vitro</i> .	Cuaternario: Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (<i>I+D+i</i>)	Económico Ambiental Conocimiento	Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Capacitación	

Comparación de la organogénesis axilar y adventicia en Banano (*Musa sp.*) ‘FHIA-23’

López-Barrios, Zeila Y.¹; Gutiérrez-Espinosa, María A.^{2*}; Robledo-Paz, Alejandrina²; Zavaleta-Mancera, Hilda A.²; Pérez-Barraza, María H.³; Vázquez-Valdivia, Víctor^{3†}

¹ Universidad Tecnológica de la Costa. 63300. Carretera Santiago entronque Internacional No 15 km 5. Santiago Ixcuintla Nayarit.

² Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. 56264. Montecillo. Estado de México.

³ Campo Experimental Santiago. INIFAP.63300. Carretera Internacional México-Nogales Km6. Santiago Ixcuintla, Nayarit.

* Autor para correspondencia alexge@colpos.mx

Problema

El banano (*Musa sp.*) es importante como fuente de alimento por su alto contenido de minerales como el magnesio, hierro, manganeso y potasio. En México los estados de mayor producción son Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima, Jalisco y Michoacán (SIAP 2022). La producción y calidad del fruto de este cultivo se han visto afectadas principalmente por el ataque de plagas y enfermedades, las cuales ocasionan bajos rendimientos, mala calidad del producto y altos costos por control químico, tal es el caso de la sigatoka negra causada por un hongo *Micosphaerella fijiensis*, considerada como la enfermedad más destructiva del banano en el mundo. Este hongo afecta el crecimiento y productividad de las plantas al disminuir la capacidad de fotosíntesis, reduciendo el llenado del fruto y provocando su maduración prematura.

Las técnicas de cultivo de tejidos vegetales *in vitro* han jugado un papel importante en la producción y mejoramiento de cultivos frutícolas. La micropropagación ha permitido la reproducción a gran escala de distintas especies, ya que permite la obtención de miles de individuos a partir de un genotipo elite seleccionado, la propagación de especies en peligro de extinción y producción de plantas libres de virus, entre otras aplicaciones. Esta técnica también se emplea para la incorporación de genes que confieran resistencia a patógenos, mediante ingeniería genética.

El origen y la formación de órganos es un proceso que debe estar definido para obtener la respuesta *in vitro* que interesa. La micropropagación tiene por objetivo producir clones a partir del explante empleado; para un sistema de

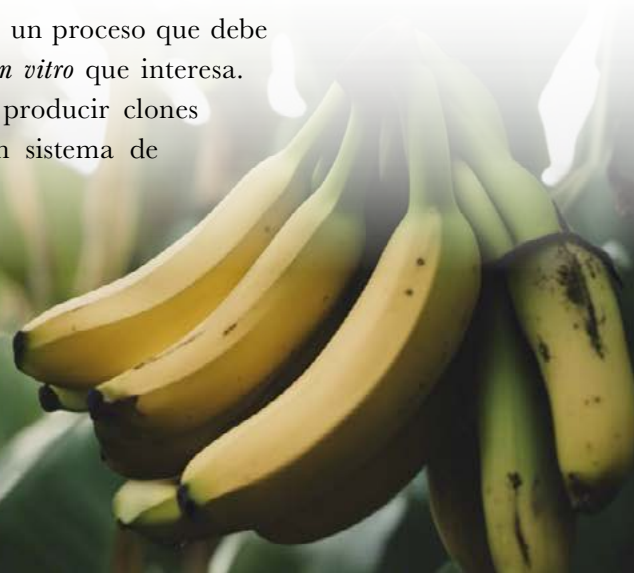
Cómo citar: López-Barrios, Z. Y., Gutiérrez-Espinosa, M. A., Robledo-Paz, A., Zavaleta-Mancera, H. A., Pérez-Barraza, M. H., & Vázquez-Valdivia, V.[†] (2023). Comparación de la organogénesis axilar y adventicia en Banano (*Musa sp.*) ‘FHIA-23’. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.221>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4). Julio-Agosto. 2023. pp: 11-15.

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



transferencia de genes uno de los requerimientos esenciales es la disponibilidad de un tejido que incluya células competentes para regenerar plantas. El objetivo de este estudio fue definir el efecto de los bioreguladores 2-isopenteniladenina (2ip), Zeatina (Zea), Bencilaminopurina (BAP) y Kinetina (Kin) en la formación de brotes de banano cultivar FHIA-23 mediante la cuantificación de brotes y la identificación del origen anatómico de estos brotes.

Solución planteada

Se empleó el medio de cultivo de Murashige y Skoog (MS) (1962), complementado con mio-inositol (100 mg L^{-1} ; Sigma[®], ácido nicotínico (100 mg L^{-1}) (Merck[®]), piridoxina (200 mg L^{-1}) Sigma, tiamina (200 mg L^{-1}) Merck, glicina (40 mg L^{-1}) Merck, sacarosa (3%) Phyto technology y agar (0.7%) Merck y esterilizado a 121 °C , presión de 115 kg cm^3 por 15 minutos.

Explantos de 1 cm de longitud, se colocaron en frascos con medio MS al que se le adicionaron 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0 mg L^{-1} de BAP, Kin, Zea, y 2ip. Los explantes se mantuvieron en una cámara de crecimiento (27 °C , 30% HR, 16 h de fotoperiodo y 500 Lux).

Efecto de 2ip, Zea, Kin y BAP. Los resultados obtenidos a los 28 días del periodo de incubación mostraron diferencias significativas en la multiplicación o regeneración de brotes entre tratamientos y concentraciones de cada citocinina (Figura 1). En el presente trabajo se observó que la adición en cualquier concentración de Kin y BAP inducen mayor número de brotes comparado con 2ip y Zea, que mostraron bajo número de brotes; también se observó que, a menor concentración de cualquier citocinina, es mayor la longitud de los brotes (Cuadro 1)

Análisis histológico de los brotes. Hubo diferencias entre los tratamientos en el origen de los brotes obtenidos. El uso de Kin en el medio de cultivo promovió la formación de brotes adventicios en todas las dosis utilizadas en comparación con las otras citocininas y el testigo que indujeron una baja formación de brotes de origen adventicio en cualquier concentración de 2ip, Zea y BAP (Figura 2). Con respecto a la producción de brotes axilares se observó que todas las citocininas pudieron inducirlos, pero la adición de BAP la favoreció aún más (Figura 3).

Los puntos meristemáticos axilares se localizaron en la axila de las hojas (Figura 4 A) mientras que los primordios que dieron lugar a los brotes adventicios emergían por debajo de la raíz en la parte del cormo (Figura 4 B).

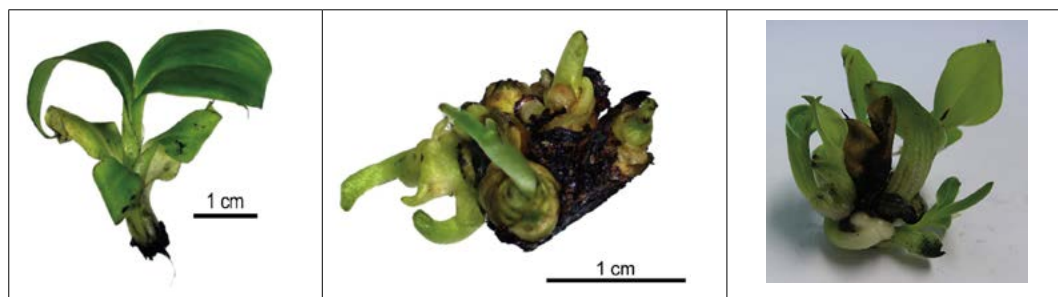


Figura 1. Diferentes etapas de la multiplicación del banano FHIA-23.

Cuadro 1. Número de raíces y brotes por explante, de hojas por planta y longitud de plantas obtenidos con tratamientos citocínicos en banano ‘FHIA-23’.

Tratamiento [†]	Brotes (Número)	Raíces (Número)	Longitud (cm)	Hojas (Número)
Testigo	5.76 b [¶]	1.40 c	1.89 b	2.63 b
2 ip 1	0.30 g	3.41 a	3.47 a	3.30 a
2	0 g	2.81 a	2.16 b	2.41 b
3	0.10 g	3.85 a	3.34 a	3.33 a
4	0 g	1.33 c	1.64 c	1.85 b
Zea 1	0.20 g	0.41 d	1.88 b	2.16 b
2	0.26 g	0.03 d	1.58 c	1.98 b
3	0.67 g	0.03 d	2.00 b	2.15 b
4	0.61 g	0 d	1.58 c	2.21 b
BAP 1	3.98 c	0.10 d	2.09 b	2.20 b
2	5.23 b	0 d	1.79 b	2.35 b
3	4.43 c	0.05 d	2.54 b	3.01 a
4	6.83 a	0 d	1.83 b	2.08 b
Kin 1	1.63 e	1.75 b	2.30 b	2.63 b
2	1.45 f	3.65 a	3.91 a	3.76 a
3	2.13 e	3.00 a	3.18 a	3.03 a
4	2.23 e	1.95 b	3.21 a	3.35 a
Significancia	*	*	*	*

[†] Tipo de citocinina y dosis utilizada en mg·L⁻¹ de medio de cultivo.

[¶] Medias con la misma letra entre columnas son similares estadísticamente (Tukey, P≤0.05).

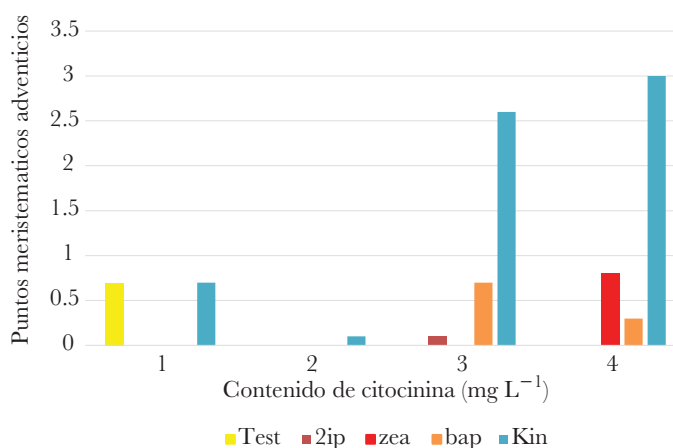


Figura 2. Puntos meristemáticos adventicios observados en cortes longitudinales de explantes del cultivar FHIA 23, crecidos en distintas citocininas y concentraciones.

Hubo diferencias entre los tratamientos en el origen de los brotes obtenidos. En el caso de los brotes adventicios tuvieron su origen a partir de puntos meristemáticos localizados por debajo de la inserción de las primeras hojas, mientras que los puntos meristemáticos ubicados por arriba de éstas dieron lugar a brotes axilares. Incluir 4 mg L⁻¹ de Kinetina

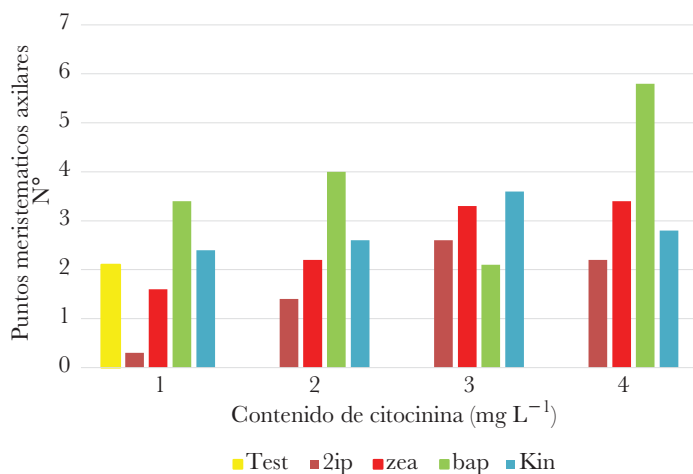


Figura 3. Puntos axilares observados en cortes longitudinales de explantes del cultivar FHIA 23, crecidos en distintas citocininas y concentraciones.

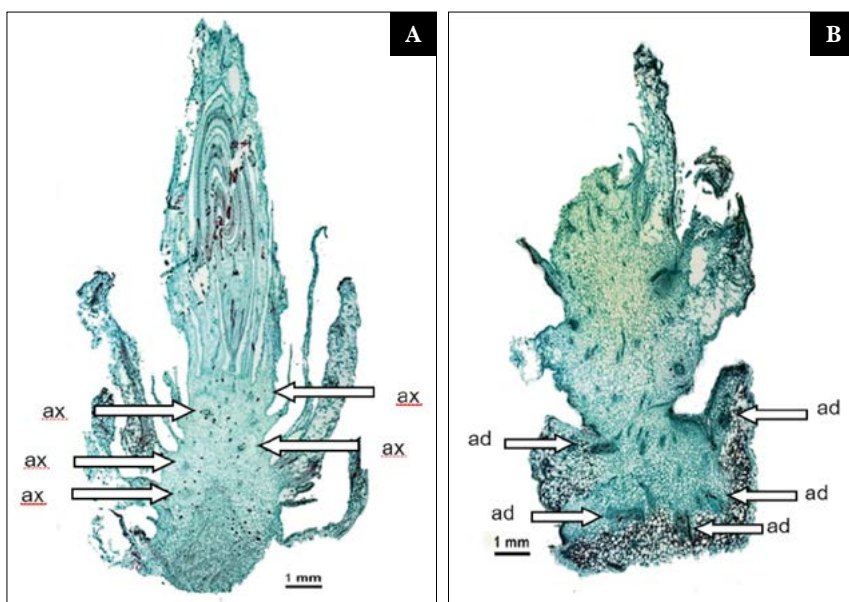


Figura 4. A: corte longitudinal de explantes de banano FHIA-23 cultivados en MS adicionado con de 4 mg L⁻¹ de BAP. ax=puntos meristemáticos axilares. B: cultivados en MS adicionado con de 4 mg L⁻¹ de kinetina. ad=puntos meristemáticos adventicios.

en el medio de cultivo indujo el mayor número de brotes adventicios por explante, los cuales tuvieron la capacidad de formar plantas. El estudio histológico mostró también que el número de puntos meristemáticos axilares inducidos fue mayor en 4 mg L⁻¹ BAP, en tanto que la mayor cantidad de puntos meristemáticos adventicios se obtuvo con 4 mg L⁻¹ de Kin. Con esta información se puede proponer un programa de propagación masiva de plátano para producir clones induciendo yemas axilares empleando BAP en vez de cualquier otra citocinina.

Retribución social







Esta tecnología esta a disposición de los productores de banano de México, con especial énfasis de Veracruz, Chiapas y Tabasco.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador general de Políticas Públicas	Indicadores específicos	Subindicadores
			Sector	Ámbito			
Procesos	Protocolo para producir brotes axilares y brotes adventicios de plantas de banano.	Estudiantes universitarios y de maestría	Primario: Agropecuario	Social Económico Ambiental	Ciencia y Tecnología	Competitividad Formación de Recursos Humanos Capacitación	Estudiante de Posgrado Tesis de Maestría en Ciencias



Problemas de manejo de solución nutritiva y dosel en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivado hidropónicamente

González-Pérez, Josué, S.¹; Becerril-Román, Alberto, E.^{1*}
Arévalo-Galarza, Ma. de Lourdes¹; López-Jiménez, Alfredo¹
San Martín-Hernández, César¹; Velasco-Cruz, Ciro¹

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

* Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

Problema

En el cultivo hidropónico de arándano se presentan deficiencias nutricionales, necrosis foliar, y trastornos en el crecimiento y desarrollo de la planta, asociados a problemas en el manejo del pH, conductividad eléctrica, radiación y poda. La literatura reporta que el cultivo de arándano en suelo o sustrato debe mantenerse con un pH entre 4.0-5.5, y una conductividad eléctrica (CE) $\leq 1 \text{ dS m}^{-1}$. Además, el dosel de la planta debe mantenerse bajo sombreado constante (20-50%), y realizarse podas en ramas primarias completas o segmentos de estas. Sin embargo, poner en práctica la aplicación de estas técnicas bajo un sistema de cultivo hidropónico, afecta significativamente la condición biológica de la planta; es decir, establecer condiciones experimentales similares a las reportadas en publicaciones científicas concernientes a pH, CE, sombreado, y podas en arándano, no es garantía de éxito en el cultivo.

Solución planteada

Se estableció el cultivo hidropónico de arándano cv Biloxi bajo cubierta plástica, y manejo de humedad del sustrato a capacidad de contenedor permanente de tres meses de edad en estado biológico similar y sin trastornos nutricionales visibles. El sustrato se lavó con agua de riego acidulada a pH de 5.0, y CE=0.53 dS m^{-1} (Cuadro 1).

Cada planta se trasplantó a una bolsa de plástico (calibre 700) de 18 L. El sustrato fue una mezcla de tezontle ($\leq 12 \text{ mm}$), polvo con fibra de coco, turba y perlita (proporción 33:27:27:13 v/v) (Cuadro 2).

Manejo del pH

El rango de pH fue de 4.0-5.5 en el medio adyacente a la raíz, que es el óptimo para el arándano. Durante seis meses se mantuvo la solución nutritiva a (Steiner al 35%) pH=4.8, por medio de la acidulación del agua de riego con ácido sulfúrico. Bajo estas condiciones,

Cómo citar: González-Pérez, J. S., Becerril-Román, A. E., Arévalo-Galarza, Ma. de L., López-Jiménez, A., San Martín-Hernández, C., & Velasco-Cruz, C. (2023). Problemas de manejo de solución nutritiva y dosel en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivado hidropónicamente. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.222>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 17-23.

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



Cuadro 1. Características químicas del agua de riego del experimento.

pH	Característica		Aniones			Cationes				
	CE	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	RAS
	dS m ⁻¹	meq L ⁻¹								
6.86	0.53	-----	3.2	0.6	0.76	1.4	2.3	0.8	0.11	0.58

la absorción de Mg por las plantas fue perjudicada, ya que este nutriente es mayormente disponible en un pH de 5.5-6.5. A los cuatro meses las plantas tenían tres o cuatro ramas de aproximadamente 40 cm de altura y aparecieron síntomas visuales de deficiencia de Mg, los cuales, se agravaron (Figura 1). Por lo anterior, a partir del sexto mes la solución nutritiva tuvo pH entre 5.3-5.5 a fin de propiciar mayor absorción de Mg. En tres meses la deficiencia de Mg fue totalmente corregida. En México, se tiene documentado el cultivo de arándano sin deficiencias nutricionales en suelos con pH entre 6.0 y 7.2.

Manejo de la conductividad eléctrica

Se sabe que, en el medio adyacente a la raíz y la solución nutritiva, debe haber una CE ≤ 1.0 dS m⁻¹. Desde el trasplante, la solución nutritiva tuvo una CE máxima de 1.23 dS m⁻¹ (0.53 dS m⁻¹ del agua de riego + 0.7 dS m⁻¹ de la solución Steiner al 35%). Sin embargo, el 3 de octubre aparecieron síntomas de deficiencia de N, P, y K, y 26 días después se tornaron graves (Figura 2). Entonces, se consideró que el valor de CE aceptado como perjudicial para el arándano (CE ≥ 1 dS m⁻¹), deja poco margen de manejo de la solución nutritiva en casos donde el agua de riego tenga CE de 0 a 1 dS m⁻¹. De hecho, no siempre se reporta el valor de CE del agua utilizada en la preparación de solución nutritiva. En este aspecto, aunque el agua de riego tenga CE=0, y la CE de la solución nutritiva sea 1 dS m⁻¹ por los fertilizantes, no se cubre el requerimiento nutricional del arándano.

Después de realizar una revisión bibliográfica y conversaciones con especialistas y un productor de arándano de Guanajuato, se suministró solución Steiner al 48.5% (CE total=1.5 dS m⁻¹) durante el quinto mes, y al 59.4% (CE total=1.645 dS m⁻¹) durante el sexto mes. El cambio de la concentración de la solución nutritiva del 35% al 59.4%, indujo la desaparición de los síntomas de deficiencia de N, P, K y Mg, al mes once del ciclo (Figura 3).



Figura 1. Apariencia visual de las hojas de arándano cv. Biloxi con muestra evidente de deficiencia de Mg.

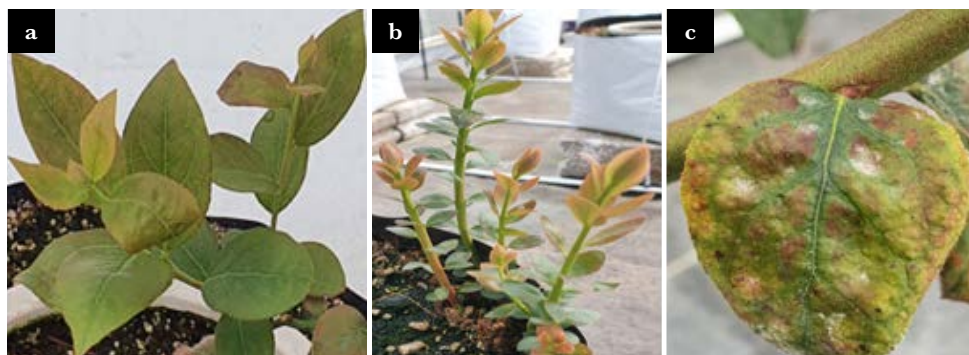


Figura 2. Deficiencias de N (a), P (b), y K (c), en el cultivo hidropónico de arándano.

El aumento de la concentración de la solución nutritiva, aunado a la suspensión de lavados de sales del sustrato al undécimo mes, provocó que el sustrato alcanzara una CE media de 5.07 dS m^{-1} . Aunque el tejido foliar se vio afectado (Figura 4), las plantas reanudaron su desarrollo después de un lavado de sustrato realizado en el doceavo mes del ciclo, lo cual redujo la CE a 0.67 dS m^{-1} . Para el treceavo mes las plantas estaban completamente recuperadas (Figura 5). El arándano parece no ser sensible a la salinidad en la medida que se afirma, de hecho en huertas comerciales la CE del medio adyacente a la raíz llega a ser hasta de 3 dS m^{-1} .

Manejo de la radiación

El arándano es una especie de sotobosque, no obstante, investigaciones de arándano cultivado en clima templado de altura no reportan manejo de sombreado. Por lo anterior, se pensó que las plantas crecerían bien sin sombreado; sin embargo, desde el trasplante hubo quemaduras en hojas de 1 a 3 semanas de edad. Entonces se adaptó un manejo de sombreado con base en el requerimiento de sombra del arándano (20-50%), clima, época del año, estado del tiempo, porcentajes de sombreado de la cubierta plástica del experimento (20%), umbráculo (30%), malla antiáfidos (19%) y uso de un rastreador de clima (WatchDog 305, Spectrum Tech. Inc[®]).



Figura 3. Plantas de arándano cv. Biloxi recuperadas de las deficiencias de N, P, K, y Mg.



Figura 4. Necrosis foliar causada por una CE media igual a 5.07 dS m^{-1} en el sustrato.

Bajo la cubierta plástica, durante primavera, específicamente abril y mayo la temperatura (T) máxima del aire fue de $39 \text{ }^\circ\text{C}$. El verano fue lluvioso, con cielo despejado la T máxima del aire fue $36 \text{ }^\circ\text{C}$ (perjudicial para el arándano) pero con nubosidad y lluvia, la T osciló entre 12 y $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y el sombreado fue de 25 a 35% (20% de la cubierta plástica más 5 - 15% de la nubosidad y lluvia). Durante el verano, el uso de umbráculo (30% sombra) evitó el ascenso de la temperatura del aire a 35 - $36 \text{ }^\circ\text{C}$ durante cielo despejado y generó que en momentos nublados o lluviosos el sombreado fuera de 55 - 65% (20% cubierta plástica, 5 - 15% nubosidad y lluvia, 30% umbráculo), esto provocó la detención del crecimiento de arándano, mientras que, en otoño e invierno el plástico del invernadero solo mantiene la T del aire entre 4 y $22 \text{ }^\circ\text{C}$, la cual es adecuada para el arándano.

Así, durante abril y mayo se instaló el umbráculo (30% sombra) (Figura 6). Con esto se alcanzó un 50% de sombreado. Además, la T° del aire al interior del invernadero disminuyó entre 10 y $12 \text{ }^\circ\text{C}$, por lo que se mantuvo entre 27 y $29 \text{ }^\circ\text{C}$. De junio a agosto se fijó una malla antiáfidos (19% sombra) para alcanzar 39% de sombreado y oscilación de T° del aire entre 16 y $23 \text{ }^\circ\text{C}$ en momentos de cielo despejado, 44 - 54% sombreado y T° del aire de 12



Figura 5. Crecimiento (a), floración (b), y fructificación (c) de arándano, después de un lavado de sustrato que redujo la CE de 5.07 a 0.67 dS m^{-1} .



Figura 6. Manejo de la radiación a través del uso de umbráculo con 30% sombra.

a 22 °C en momentos nublados y lluviosos. De septiembre a marzo no se usó umbráculo, el sombreado fue 20% y la T° osciló entre 6.5 y 22 °C.

Podas

Existe escaso conocimiento referente a podas de arándano cultivado hidropónicamente en sistema siempre verde. Existen la poda de ramas primarias completas que fructificaron, y la poda de segmentos de rama (cuya longitud es el 20% de la longitud total de la misma) después de la aplicación de reguladores del crecimiento. Sin embargo, el primer tipo de poda implica pérdida casi total de la estructura del dosel, hojas fotosintéticamente activas y reservas foliares y caulinares. Del segundo tipo no se reporta el estatus nutricional del cultivo, ni la condición biológica general al momento de la aplicación de reguladores del crecimiento.

La realización del primer tipo de poda provocó detención de la acumulación de biomasa. No existió un incremento acumulado del dosel y rendimiento, como sí ocurre con podas realizadas en arándano cultivado en suelo en E.U.A. El segundo tipo de poda (omitiendo el uso de biorreguladores) provocó detención indefinida del crecimiento primario, y la reanudación de este varió entre 1 y 6 semanas en diferentes ramas. En consecuencia, hubo diferentes fases fenológicas en cada rama de una misma planta y entre plantas, y la calendarización de actividades no pudo ser planeada de acuerdo con fases fenológicas a nivel población. Además, emergieron flujos vegetativos de 5 cm inferiores al punto de poda (Figura 7), y el dosel tuvo un número de ramas de último orden tal, que carecían de vigor. Por lo anterior, se dio el mismo manejo agronómico a las plantas y se realizaron podas progresivas de ramas raquílicas en fechas específicas. Estas podas estimularon la emisión de ramas primarias, lo que uniformizó fases fenológicas.

Por lo anterior es recomendable que antes de iniciar el cultivo de arándano, se consideren las condiciones del medio (agua y luz) que pudieran afectar el cultivo. Asimismo, el cultivar y sus requerimientos de radiación y podas, todo con el fin de establecer el manejo de cultivo más preciso y tener preparadas modificaciones eventuales del manejo técnico (Figura 8).



Figura 7. Ramas generadas por la poda de un segmento de rama primaria.



Figura 8. Plantas de arándano cv. Biloxi en pleno desarrollo. A: hojas sanas. B: crecimiento vegetativo. C: fructificación y D: floración.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Tipo de innovación	Descripción	Transferido	Actividad sustantiva	Impacto sector	Indicador general	Indicador específico	Subindicador
Proceso	Recomendaciones técnicas para el cultivo hidropónico de arándano. Esto con el objetivo de promover un prolífico crecimiento y desarrollo del cultivo, a través un manejo adecuado de agua, fertilizantes, y dosel.	Productores de arándano	Vinculación	Sector primario	Ciencia y tecnología Económico Educación	Recursos Humanos Capacitación	Número de productores beneficiados



Producción sustentable de árboles de ciruelo (*Prunus domestica* L.) en alta densidad en suelos alcalinos

López-Jiménez, Alfredo^{1*}; Cortés-Flores, José I.¹; Cruz-Hernández, José P.²; Acosta-Hernández, R.^{1†}

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

* Autor responsable: lópezja@colpos.mx

Problema

El ciruelo (*Prunus domestica* L.) prospera satisfactoriamente en suelos profundos y fértiles, los cuales le confieren buen vigor, cosechas sostenibles y frutos de buena calidad, aunque también se cultiva en suelos arcillosos, arenosos o alcalinos. En estos suelos los árboles presentan deficiencias de hierro, zinc y manganeso ocasionando clorosis intervenal, inhibición del crecimiento de nuevos brotes y frutos de menor calidad, sobre todo en huertos con deficiencias de manejo. La sensibilidad a la baja disponibilidad de micronutrientes en suelos alcalinos también se presenta en durazno, manzano, vid y nogal cultivados en la zona centro y norte de México, donde prevalecen suelos alcalinos. Por otra parte, los sistemas de conducción más eficientes para captar la luz y el uso de portainjertos enanizantes ha permitido elevar la densidad de plantación y con ello la productividad por unidad de superficie; sin embargo, al aumentar el número de árboles también aumenta la demanda de agua y nutrientes. Por ello es necesario plantear alternativas al manejo del piso del huerto tendientes a optimizar los recursos en las zonas productoras.

Las coberturas (mulching), como sistema de manejo del suelo en huertos frutales fue un método importante para el control de malezas y conservación del suelo antes del desarrollo de los herbicidas y que proporcionaron un control eficiente a los huertos. Sin embargo, en los últimos años se han hecho esfuerzos para reducir el uso indiscriminado de agroquímicos en la producción de alimentos y disminuir los efectos negativos en la salud y la contaminación ambiental. Por ello el uso de coberturas ha recobrado interés nuevamente, como alternativa para controlar malezas, favorecer la retención de humedad en el suelo

Cómo citar: López-Jiménez, A., Cortés-Flores, J. I., Cruz-Hernández, J. P., & Acosta-Hernández, R.¹. (2023). Producción sustentable de árboles de ciruelo (*Prunus domestica* L.) en alta densidad en suelos alcalinos. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.223>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 25-27.

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



y aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. El número y variedad de coberturas se ha incrementado, las hay de materiales orgánicos e inorgánicos, por ejemplo, de plásticos de polipropileno (utilizados en la producción de frutillas), las de biomasa reciclada como residuos de poda, paja o rastrojos de cultivos (trigo, arroz, maíz y cebada entre otros), así como abonos orgánicos (estiércol de ganado bovino y gallinaza).

Solución planteada

Para resolver las limitantes de los suelos alcalinos, además de reducir la cantidad de fertilizantes aplicados, el uso de herbicidas y favorecer la retención de humedad del suelo, se evaluó por diez años continuos el efecto de dos coberturas orgánicas (rastrajo de maíz y estiércol bovino, sin compostear) en una huerta de ciruelo cv. Methley injertado en ciruelo Mirobolano (*Prunus cerasifera*) bajo condiciones de alta densidad ($1250 \text{ árboles ha}^{-1}$), riego por goteo en un suelo alcalino (pH 8.0) (Figura 1).

Bajo estas condiciones, se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1: Las coberturas de estiércol bovino y rastrajo de maíz, renovadas cada dos años mejoraron la fertilidad del suelo al incrementar el contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), principalmente en la profundidad de 0 a 20 cm. A esta profundidad los contenidos con los tratamientos de estiércol bovino, rastrajo de maíz y suelo no labrado (testigo) para MO fueron 2.2%, 1.8 %, 1.5%; para P fueron de 89, 17 y 13 mg kg^{-1} , y para K fueron 3.4, 2.3, 1.6 cmol kg^{-1} , respectivamente. El contenido de calcio y magnesio, así como los cambios en el pH no fueron significativos. Sin embargo, con las coberturas utilizadas el pH tendió a disminuir gradualmente en el estrato de profundidad de 0 a 40 cm.
- 2: Las coberturas de estiércol y rastrajo de maíz mejoraron la retención de humedad del suelo, disminuyeron la competencia de malezas y promovieron mayor prolifera-

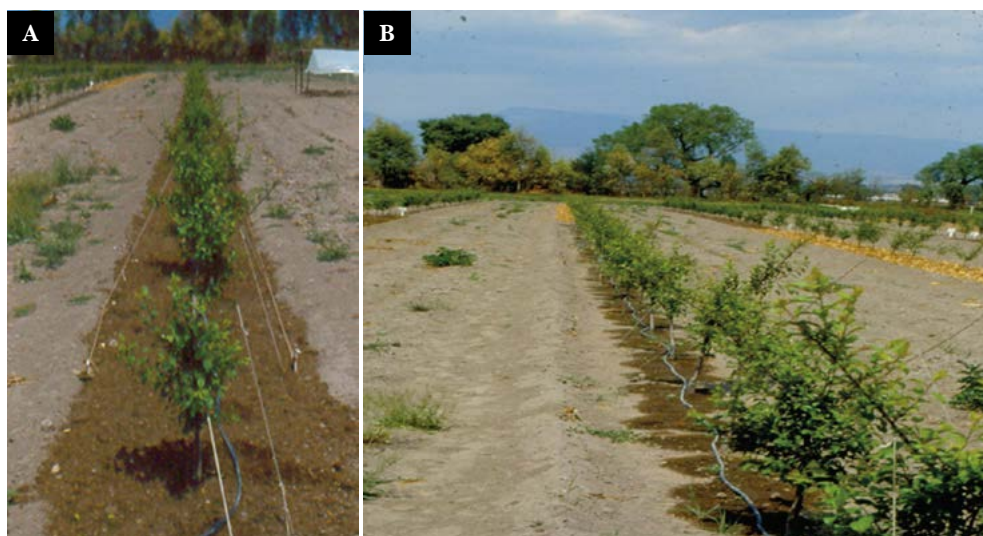


Figura 1. Primer año de establecimiento los tratamientos. A: cobertura de estiércol bovino sin compostear de un 1.0 m de ancho y 10 cm de espesor. B: suelo desnudo no labrado (testigo). Árboles en etapa juvenil.

ción de raíces finas en los estratos superficiales. Los árboles adultos tuvieron mayor crecimiento, producción y calidad de fruto en comparación con los del testigo. El incremento en rendimiento fue de 78% con la cubierta de paja de maíz y de 29% con la cubierta de estiércol bovino respecto al testigo que tuvo una producción de 12 kg de fruto por árbol. Se concluye que ambas coberturas orgánicas resultan apropiadas para manejar el suelo en la hilera de los árboles. No obstante, a corto plazo la cobertura de estiércol ofrece mayores ventajas en la disponibilidad de nutrimentos y disminución del pH del suelo; sin embargo, a largo plazo resulta más conveniente la cobertura de rastrojo de maíz.

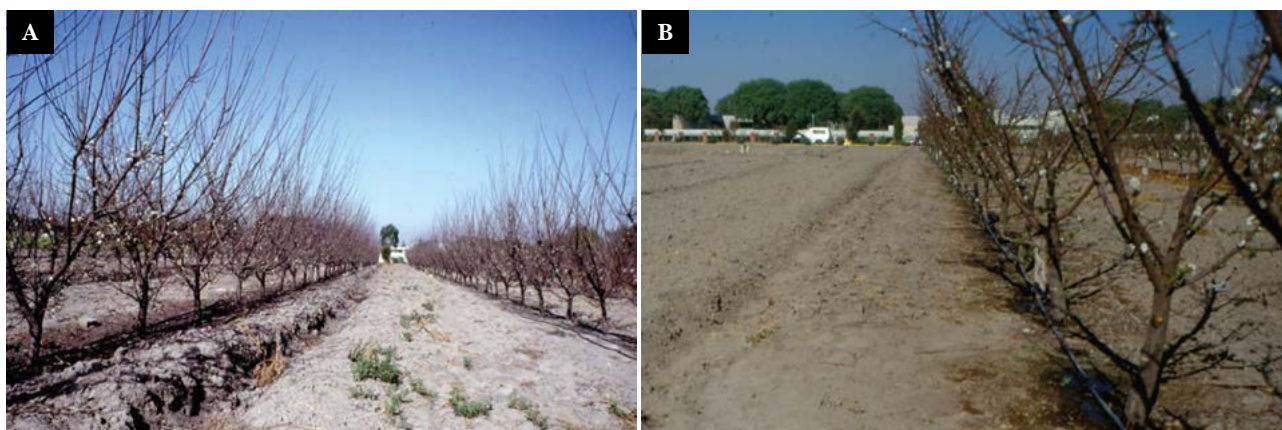








Figura 2. Árboles en etapa productiva. A: izquierda hilera de árboles con tratamiento de cobertura de estiércol sin compostear, derecha hilera de árboles con tratamiento de suelo desnudo no labrado (testigo). B: la brotación floral de los árboles testigo fue más tardía que en los árboles con cobertura de estiércol bovino o paja de maíz.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Tipo de Innovación	Impacto	Transferido	Actividad sustantiva	Impacto sector	Indicador general	Indicador específico	Subindicador
Incremental	Mayor producción de fruto, ahorro en costos de producción y menor impacto ambiental, al no aplicar herbicidas	Productores de ciruelo durazno manzano de los estados de México y Puebla	Investigación e Vinculación	Sector primario y cuaternario	Ciencia Tecnología y Económico	Recursos Humanos	Tesis de Posgrado Aplicación de técnicas y conocimientos dirigido a fruticultores

Efecto de la reducción de la fertilización en la calidad de mango ‘Aaulfo’ producido en la Costa Chica de Guerrero

Baeza-Herrera, Liliana¹; Jaén-Contreras, David^{1*}; San-Martín-Hernández, Cesar²; Chávez-Franco, Sergio H.¹; López-Jiménez, Alfredo¹; Muratalla-Lua, Alfonso³

¹ Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56264. Montecillo, México. Carretera México-Texcoco km 36.5.

² Posgrado en Edafología, Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56264. Montecillo, Estado de México. Carretera México-Texcoco km 36.5.

* Autor para correspondencia: djaen@colpos.mx

Problema

México es uno de los principales productores de mango (*Mangifera indica* (L.) Wall) en el mundo. Se cultiva en 23 estados registrando en el año 2021 más de 18 millones de hectáreas sembradas, con un valor de producción cercano a 700 millones de pesos. Las principales variedades cultivadas son Tommy Atkins, Kent, Keitt, Haden y Aaulfo (Figura 1).

De estas variedades una de las más populares por el alto porcentaje de pulpa, contenido de azúcares, textura cremosa, atractivo color y larga vida de anaquel es el ‘Aaulfo’.

Cómo citar: Baeza-Herrera, L., Jaén-Contreras, D., San-Martín-Hernández, C., Chávez-Franco, S. H., López-Jiménez, A., & Muratalla-Lua, A. (2023). Efecto de la reducción de la fertilización en la calidad de mango ‘Aaulfo’ producido en la Costa Chica de Guerrero. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.224>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 29-32.

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

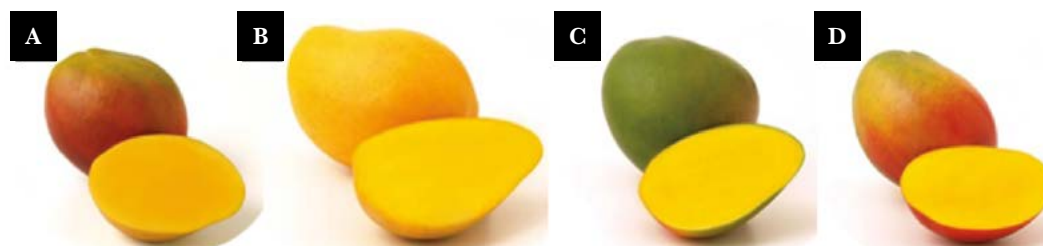


Figura 1. Variedades de mango. A: Tommy, B: Aaulfo, C: Kent y D: Haden.

Este mango tiene “Denominación de origen” desde el 2003. Siendo el estado de Guerrero uno de sus principales productores. El rendimiento y disponibilidad de mango a lo largo del año se ha logrado gracias a la producción forzada, que permite obtener hasta dos cosechas por año utilizando una dosis de fertilización de 123N-89P-58K kg ha⁻¹ en forma de N-P₂O₅-K₂O, aumentando significativamente los costos de producción. Por lo anterior, y con estudios previos se ha generado una propuesta para reducir la dosis de fertilización a 40-30-95 kg ha⁻¹ cambiando la manera de aplicar el fertilizante.

Solución planteada

Este trabajo se realizó en una huerta ubicada en el municipio de San Marcos, en la Costa Chica de Guerrero, México (17° 25' 00" N y 99° 20' 00" O) a un rango de altitud de 30-60 m, precipitación media anual de 1,200 mm distribuida de junio a septiembre, el suelo es arenosol háplico y textura franco-arenoso a una profundidad de 100 cm. Es importante resaltar que los árboles de mango ‘Ataulfo’ durante los primeros tres años se encuentran en una etapa juvenil, y al cuarto año inician con producción incipiente, al quinto y sexto año obtendrán una producción del 25%, y los árboles de 10 a 15 años alcanzan su mayor producción (Figura 2).

Es importante dar un buen manejo de podas en la formación, fructificación, saneamiento y rejuvenecimiento de los árboles, también muy importante el riego adecuado para un crecimiento vegetativo vigoroso que garantice buen desarrollo radical, y finalmente manejo fitosanitario para el control de plagas y enfermedades. Generalmente los productores usan el nitrato de potasio como inductor de floración en mango y realizan aplicaciones en diciembre, y después de tres meses se promueve la floración y el fruto se cosecha en el mes de diciembre (Figura 3).

La dosis de fertilización utilizada es de urea más fosfato diamónico y cloruro de potasio con una proporción de 123-89-58 kg ha⁻¹ en forma de N-P₂O₅-K₂O y se realiza por



Figura 2. A: planta de mango “Ataulfo” trasplantada de 6 meses. B: huerto con árboles de mango maduros de 10 años.

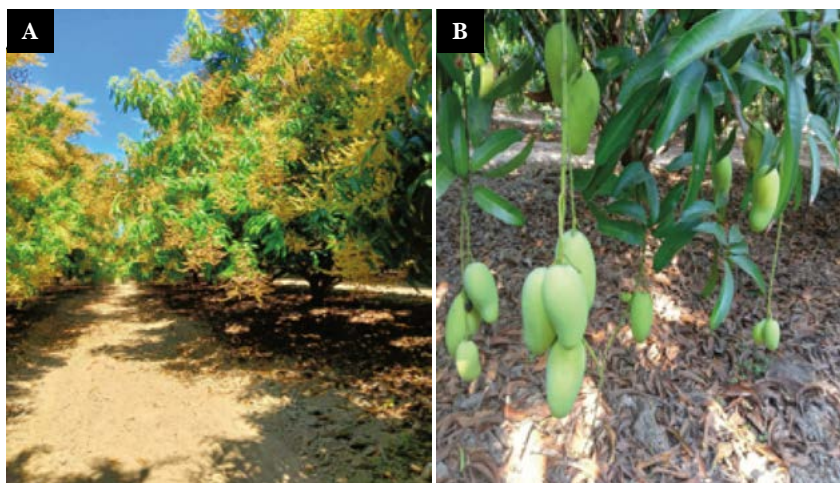


Figura 3. A: vista general de la huerta de mango 'Ataulfo' en plena floración inducida con nitrato de potasio. B: ramas con frutos en desarrollo de árboles de 12 años.

voleo después de la cosecha y poco antes de las temporadas de lluvias (julio y agosto). La propuesta de fertilización es de $45\text{-}30\text{-}95 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ cambiando la forma de aplicación, colocándolo en los cuatro puntos cardinales bajo la copa del árbol ya sea de forma líquida o sólida a 15 cm de profundidad (Figura 4).

El ahorro del costo en fertilizante es de 42% ya que bajo el sistema tradicional de fertilización el costo es de $\$11,996.77 \text{ ha}^{-1}$ y bajo esta propuesta de fertilización es de $\$7,239.25 \text{ ha}^{-1}$. En la cosecha forzada del mes de marzo, los árboles tratados con la fertilización tradicional obtuvieron un rendimiento promedio de $34.42 \text{ kg árbol}^{-1}$ y con la fertilización dirigida propuesta fue de $36.14 \text{ kg por árbol}^{-1}$. Para la cosecha de temporada que abarca del mes de mayo a junio con la fertilización tradicional se obtuvo un promedio $170.87 \text{ kg árbol}^{-1}$, y en la fertilización dirigida fue de $188.20 \text{ kg árbol}^{-1}$.



Figura 4. Propuesta de aplicación de la fertilización líquida (A) ó fertilización sólida (B) realizando un hoyo de 15 cm.

La cosecha se realizó cuando el mango se encontró en un estado sazón (fisiológicamente aduro) (Figura 4 A y 4 B) y los frutos se almacenaron en refrigeración ($13\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), durante 10 días y posteriormente cinco días a $22\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 5). Los resultados mostraron que no existe diferencia en el tamaño, proporción pulpa, semilla, cascara, y calidad del fruto de ambos tratamientos.

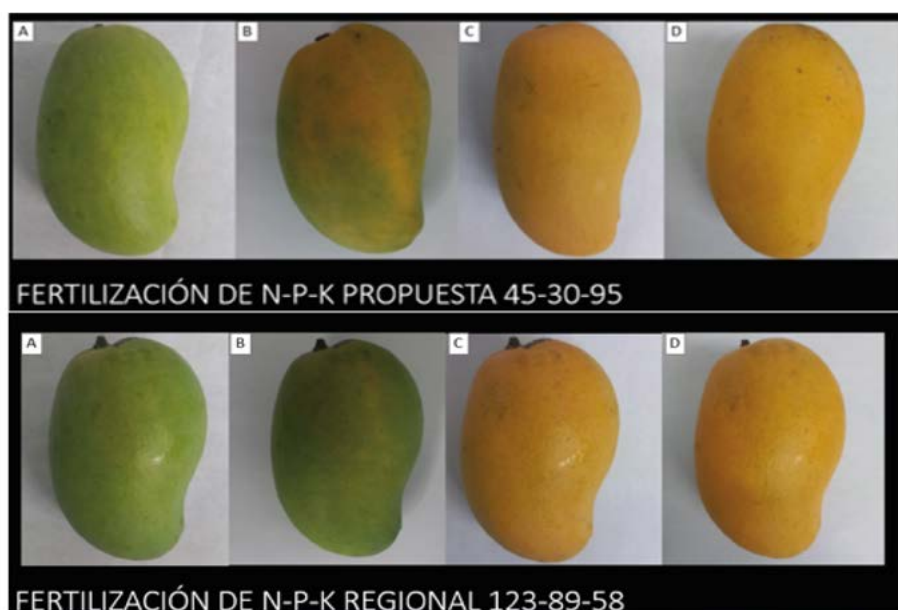






Figura 5. Apariencia de los frutos de mango “Ataulfo”: Image superior A-D: frutos recién cosechados. B: frutos después de cinco días de almacenamiento ($13\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), frutos después de 10 d de almacenamiento ($13\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), frutos después de 15 d de almacenamiento ($22\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) en madurez de consumo.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Se propone la aplicación dirigida de la fertilización en mango, con un ahorro del 42 % en los costos por fertilizantes, sin afectar la productividad, ni calidad del fruto.	Estudiantes de Posgrado mediante cursos y asesorías. Productores de mango de la costa chica de Guerrero	Primario: Agricultura	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Capacitación	Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico

Efecto del clima templado de altura en la producción y calidad de mandarina (*Citrus reticulata* L.)

Jaén-Contreras, David¹; García-Osorio, Cecilia²; Becerril-Román, A. Enrique²; Escamilla-García, José Luis³

^{1,2} Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, Montecillo, Texcoco, México. C.P. 56264.

³ Escuela de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mariano Jiménez s/n colonia el Varillero, Apatzingán. CP 60660, Michoacán México.

* Autor de correspondencia: djaen@colpos.mx

Problema

El cambio climático ha afectado a la industria hortícola, la sequía, incremento de temperatura, ataque de plagas y enfermedades, aborto de flores y caída de fruto, son algunas consecuencias de esta, afectado la productividad y ocasionando el abandono gradual de las plantaciones. Por ello, la crisis climática plantea serios desafíos para la citricultura y la adaptación a sus impactos, por lo que es necesario buscar alternativas para mitigar sus efectos. A fin de controlar los factores ambientales adversos que afectan la producción, se propone la producción de frutales bajo invernadero en zonas climáticamente diferentes, por ejemplo, la producción de frutales tropicales o subtropicales en zonas de clima templado. Por lo que el objetivo de este trabajo fue la producción de árboles de mandarinas var. Reyna bajo cubierta plástica en el valle de México.

El mandarino (*Citrus reticulata* L.) es una especie frutal que requiere precipitaciones de 1200 mm, temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos, es muy sensible al viento, sufriendo pérdidas de frutos en precosecha por rozadura. Prefiere suelos arenosos o franco arenosos profundos, con pH entre 6 y 7. No tolera la salinidad, aunque la utilización de patrones permite superar este problema. La humedad relativa influye sobre la calidad de la fruta, por ejemplo, en regiones donde la humedad relativa es alta, los frutos tienen cáscara delgada y suave y mayor cantidad de jugo.

Solución planteada

Las plantas de mandarina de un año de edad fueron adquiridas en el Vivero Citrícola de Veracruz en enero de 2019 y fueron transportadas a un invernadero del Colegio de

Cómo citar: Jaén-Contreras, D., García-Osorio, C., Becerril-Román, A. E., & Escamilla-García, J. L. (2023). Efecto del clima templado de altura en la producción y calidad de mandarina (*Citrus reticulata* L.). *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.225>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 33-36.

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



Postgraduados de Montecillo, Texcoco, Edo. de México, ubicado a 2250 msnm, 19° 29' Lat. N, 98° 54' Long O. La región tiene un clima templado (de altura), el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, con una temperatura anual de 15.3 °C y una precipitación aproximada de 572.25 mm anuales (García, 1988). La condición al interior del invernadero fue de 28.3 °C y 61% HR en el mes de junio de 2021, y en 2022 se fue de 31.4 °C con 65.7% HR en el mismo mes, sin embargo, en junio de 2023 se registró un incremento sustancial con 34.7 °C y 69.2% HR. Las plantas se trasladaron a macetas de 20 kg y se dividieron en dos lotes, un lote con fertilización química de 12-12-17 kg/ha (NPK) y otro lote con aplicación de biofertilizante (micorríza *Funneliformis mosseae*) (Figura 1). Durante tres años se realizó la evaluación de las plantas, y se observaron cambios en las fechas de floración por efecto de temperatura, humedad relativa y manejo de las plantas de acuerdo a la fertilización química y/o con biofertilizante. Por ejemplo, en 2021 en las plantas con fertilización química se observó el inicio de la floración en junio, pero en 2022 y en 2023 la floración inició en febrero y en abril respectivamente. También se observó que el desarrollo y el tamaño del fruto aumentó conforme aumentó la edad de la planta.

Los árboles de mandarina presentaron un desarrollo normal en su crecimiento, floración y tamaño de fruto en 2021, pero en 2022 se incrementó el vigor de los árboles por efecto de la fertilización química, pero en 2023 el vigor de los árboles con biofertilizante fue similar al de la fertilización química, obligando a podar los brotes apicales en abril y julio. El desarrollo del fruto, bajo estas condiciones de clima se logró en diez meses, considerando que, en 2021, 2022 y 2023 el inicio de la floración comenzó en junio, febrero y abril respectivamente, por lo que la cosecha se obtuvo en marzo de 2021, noviembre de 2022 y enero de 2023 respectivamente. Con respecto a la producción por árbol en el año 2021 se cosecharon 4 kg de fruto por árbol tratados con fertilización química y 2 kg por árbol tratados con biofertilizante. En 2022 se incrementó la producción a 7 kg por árbol con fertilización química, pero con biofertilizante la producción fue de 5.5 de fruto por



Figura 1. Establecimiento de plantas de mandarina var. Reyna bajo condiciones de invernadero en clima templado.

árbol. En 2023 la cosecha por árbol en el tratamiento con fertilización química fue de 12.5 kg, por 8.0 kg por árbol con biofertilizante. Con base a lo anterior, se concluye que la producción de mandarina bajo invernadero en un clima templado y altura de 2250 m, es posible, sin embargo es importante destacar que el peso del fruto obtenido en este trabajo fue más pequeño (70-80 g/fruto) que los frutos de clima subtropical (120-130 g/fruto). Otro reto a superar es incrementar la humedad relativa dentro del invernadero, ya que los frutos presentaron cáscaras gruesas lo que limita de alguna manera la calidad del fruto, ya que se ha observado que en regiones donde la humedad relativa es alta, los frutos tienden a tener cáscara delgada y suave, mayor cantidad de jugo y de mejor calidad (Figura 2).

La evaluación de la calidad de los frutos de mandarina se realizó en 2023. Se observó que ambos tipos de fertilización tuvieron un efecto similar en la calidad de los frutos; pero con relación a la calidad de frutos de las Referencias, los frutos de este trabajo tuvieron menor contenido de jugo y vitamina C; los frutos provenientes de plantas con biofertilizante destaca el contenido de sacarosa del jugo. También es significativo que estos frutos tuvieron mayor contenido de flavonoides y fenoles, seguramente debido a las condiciones de desarrollo del fruto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación de la calidad de jugo de mandarinas var. Reyna cultivados en invernadero en Montecillo, Texcoco), y cosechadas en enero 2023.

Variable	Fertilización N12-P12-K17	Biofertilización (<i>Funneliformis mosseae</i>)	Referencia *
Peso (g)	108.87	107.03	112.77
Jugo (%)	33.5	35.3	40.6
SST (°Brix)	13.2	12.8	11.82
Acidez (%)	1.0	0.9	1.38
SST/acidez	13.2	14.2	7.0-9.1
Vitamina C (mg/100 mL)	7.71	7.28	27.3
Fenoles (mg/100 mL)	69.0	59.1	103.9
Flavonoides (mg/100 mL)	17.11	19.33	20.0
Carotenoides ($\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/}$ 100 mL)	332.6	313.48	213.0
Índice color	8.2	7.7	6.9
Azúcares totales (%)	11.18	12.72	11.6
Fructosa	2.74	2.33	3.7
Glucosa	2.79	2.23	3.0
Sacarosa	5.65	8.15	4.9

*Referencias: Balanguera y Palacios, 2018; Bello *et al.*, 2014, Yara, 2023; Dias *et al.*, 2017; Peterson *et al.*, 2006.









Figura 2. Vista de árboles de mandarina var. Reyna con fruto.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Producción de frutos de clima subtropical y tropical bajo invernadero en clima templado.	Estudiantes de Posgrado mediante cursos y asesorías.	Primario: Agricultura Cuaternario: Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (<i>I+D+i</i>)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Capacitación	Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico

Papaya (*Carica papaya* L.) hidrosostenible en un clima cálido subhúmedo

Trujillo-García, David¹; Uscanga-Mortera, Ebandro¹; Trejo-López, Carlos¹; Otero-Sánchez, Marco Antonio²; Ariza-Flores, Rafael³; Jaén-Contreras, David⁴; Becerril-Román, A. Enrique⁴

¹ Colegio de Postgraduados, Programa de Botánica, Campus Montecillo, Texcoco, CP 56264, Estado de México.

² Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Av. V. Guerrero 81, 1er piso, Col. Centro, Iguala de la Independencia, 40000, Guerrero, México.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Iguala. km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala de la Independencia, Guerrero, México, C. P. 4000.

⁴ Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, CP 56264, Estado de México.

* Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

Problema

El cambio climático genera el aumento de la temperatura y escasez de agua. Debido al limitado porcentaje de agua dulce disponible es importante la gestión de los recursos hídricos, principalmente en la agricultura. Por ello, las tecnologías e innovaciones en los métodos de riego se centran en la eficiencia agronómica de uso del agua en los cultivos, y así garantizar la seguridad de la producción de los alimentos. En México, de la superficie cultivada, solo el 30% cuenta con riego, la mayoría con baja tecnificación y desperdicio de agua. En general, las actividades agrícolas consumen de 70 a 80% del agua dulce disponible, considerado por los expertos, como un consumo excesivo. Sin embargo, lo anterior sugiere desconocimiento de la demanda real de cada cultivo, tan solo para producir un kilo de fruto de papaya cultivada a campo abierto puede requerir de 136-304 L de agua. En el año 2022, a nivel nacional, se obtuvo una producción de papaya (*Carica papaya* L.) de 1.2 M t con un valor de \$7,472.26 millones de pesos, destacando como principales estados productores Oaxaca, Colima y Chiapas. Actualmente es uno de los frutos de mayor exportación en México y creciente demanda debido a su valor nutricional y nutracéutico, en particular, por su contenido de compuestos bioactivos. En México, la producción de papaya registra alto consumo de agua, porque en la mayoría de casos, se utiliza el riego rodado, método poco eficiente en materia de gestión de los recursos hídricos (Figura 1).

Cómo citar: Trujillo-García, D., Uscanga-Mortera, E., Trejo-López, C., Otero-Sánchez, M. A., Ariza-Flores, R., Jaén-Contreras, D., & Becerril-Román, A. E. (2023). Papaya (*Carica papaya* L.) hidrosostenible en un clima cálido subhúmedo. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.226>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 37-41.

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





Figura 1. Producción de papaya en el Valle de Cocula, Guerrero, México, con riego rodado (gravedad).

Solución planteada

Ante este panorama, existen estrategias como el riego deficitario (RD) que es una alternativa con la que se mejora la gestión y eficiencia agronómica de uso del agua. Este método implica disminuir el suministro de agua en las etapas no críticas durante el desarrollo de la planta, lo cual permite producir frutos con menos agua, por lo que han sido denominados frutos hidrosostenibles, que, además, pueden tener mayor calidad nutracéutica.

Con el fin de evaluar esta estrategia, se establecieron 54 plantas de papaya del híbrido ‘MSXJ’ a 1.5×2.0 m, en contenedores de plástico de 60 kg, utilizando arena como sustrato, bajo una casa sombra dentro de las instalaciones del vivero “Valerio Trujano” del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO), ubicado en Tepecoacuilco de Trujano, Guerrero (Figura 2B). Esta localidad tiene un clima cálido subhúmedo con temperaturas, que a lo largo del año oscilan entre los 13 y 41 °C, y de 32 a 83% HR.

Se evaluaron tres volúmenes de riego, aplicados a partir de 89 hasta 296 días después del trasplante, cuando concluyó el periodo de producción de frutos: 1) Testigo ($1678.12 \text{ L planta}^{-1}$) agua máxima retenida (capacidad de campo); 2) Riego Deficitario (RDI-41) ($679.79 \text{ L planta}^{-1}$), 41% de agua retenida; y, 3) RDI-34 ($573.6 \text{ L planta}^{-1}$), 34% de agua retenida (estos volúmenes de agua fueron aplicados durante todo su ciclo productivo, del 5 de julio al 20 de diciembre, fecha en que concluye la evaluación). Para aplicar estos tratamientos, se utilizó un sistema de fertirriego por goteo, compuesto por un gotero autocompensante (8 L h^{-1}), con un distribuidor de cuatro estacas, en cada contenedor (Figura 2).

Al término del ciclo, se evaluaron las variables: Rendimiento total (t ha^{-1}), eficiencia agronómica de uso del agua ($\text{kg o g de fruto producidos por litro de agua aplicada al cultivo para su desarrollo}$), índice que mide la eficiencia de uso de agua en la producción de frutos), y, sólidos solubles totales del fruto (SST) (°Brix). Las variables de respuesta se analizaron con un diseño de bloques completamente al azar, con seis repeticiones, y prueba de comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$), mediante el sistema de análisis RS-tudio versión 4.0.2.



Figura 2. Producción de papaya. A: sistema de riego con tres líneas conductoras principales, una por cada tratamiento de riego, B: distribución aleatoria de las plantas de papayo mediante tres líneas regantes, C: vista del sistema de riego de seis hileras de nueve plantas cada una.

Los resultados mostraron que el volumen de agua aplicado afectó significativamente el rendimiento; el tratamiento testigo mostro la mayor producción (equivalente a 61 t ha^{-1}), estadísticamente igual a la producción obtenida en el tratamiento RDI-34 (57 t ha^{-1}), y superior a la producción del tratamiento RDI-41 (47 t ha^{-1}). Con relación al peso de los frutos, la tendencia y las diferencias estadísticas fueron semejantes a las observadas en caso del rendimiento, los frutos del tratamiento testigo tuvieron el mayor peso promedio de 1.05 kg (Figura 3C), superior a los frutos de los tratamientos RDI-34 (0.76 kg) (Figura 3C) y RDI-41 (0.67 kg). Con relación al número de frutos por planta, no hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo importante señalar que el tratamiento RDI-34 produjo el mayor número de frutos, seguido por RD-41 y el testigo (Cuadro 1, Figura 3A y 3B).

Los tratamientos RDI-34 y RDI-41 mostraron mejor aprovechamiento del agua, ya que, para producir un kilo de fruto de papaya, en el tratamiento RDI-34, se requirieron 20 L de agua, en el tratamiento RDI-41, se utilizaron 29 L y, para el tratamiento testigo un total de 56 L de agua. Por lo anterior, es necesario resaltar la mayor eficiencia agronómica de uso del agua observada en el tratamiento de riego deficitario al 34% (RDI-34), que produce más biomasa de fruto por litro de agua que RDI-41, estadísticamente superiores al testigo (capacidad de campo) que registró 2.8 veces más agua para producir un kilo de fruta de papaya (Cuadro 1). No hubo diferencias estadísticas entre tratamientos en contenido de sólidos solubles totales (SST) en frutos, pero cabe resaltar que los frutos obtenidos con el tratamiento RDI-34 tuvieron la más alta concentración de SST; además que la vida de anaquel de los frutos fue de 8 y 12 días después de la cosecha para el tratamiento testigo y RDI-34 respectivamente.



Figura 3. Producción hidrosostenible de papaya ‘MSXJ’ en un clima cálido subhúmedo: A: plantas de papaya tratamiento testigo. B: plantas del tratamiento RDI-34. C: frutos de los tratamientos en estudio (Testigo y RDI-34) cosechados en madurez fisiológica.

Cuadro 1. Producción y eficiencia agronómica de uso del agua de *Carica papaya* L. en diferentes niveles de riego aplicados al sustrato.

Tratamientos	Número de frutos	Peso del fruto (kg)	Rendimiento kg ha^{-1}	Eficiencia agronómica de uso del agua (g fruto/L H_2O aplicada)
Testigo	29 a	1.05 a	61,240 a	18 c
RDI-41	35 a	0.67 b	47,240 b	35 b
RDI-34	38 a	0.76 ab	57,000 ab	50 a

¹Rendimiento por ha^{-1} se determinó con base en una densidad de 2000 plantas ha^{-1} .

De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales del estudio, los frutos producidos con la estrategia de riego deficitario (RDI-34 y RDI-41), pueden ser considerados productos socialmente responsables, en razón del uso más racional del agua que se logra con dicha estrategia, en comparación con el testigo a capacidad de campo, además de no poner en riesgo el rendimiento, pues, aunque de menor tamaño, con los tratamientos de riego deficitario, se produce mayor número de frutos. Los frutos hidrosostenibles de menor tamaño obtenidos, pueden tener potencial para dos posibles

mercados: 1) “*hidroSOStainable*”, y 2) mercado de exportación, 15% de la producción total nacional, se exporta a Estados Unidos. De acuerdo con la normatividad existen dos categorías: Hawaiana y Mexicana, frutos que pesan entre 0.450 a 3.17 kg. Los frutos de menor tamaño similares a la papaya Hawaiana pueden consumirse en una sola porción, con lo que se evitarían posibles desperdicios que suceden con frutos más grandes, reduciéndose la pérdida de agua virtual. Esta alternativa de riego puede propiciar una nueva cultura para la mejor gestión del recurso agua, insumos, así como, del rendimiento y calidad sensorial-nutracéutica del fruto.

Agradecimiento: Se agradece el apoyo de las LGAC’S “Prevención y manejo de riesgo climático en especies frutícolas y ornamentales” “Cambio climático, estrés en plantas y mitigación” del Colegio de Postgraduados y al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO).

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador				
			Sector	Ámbito							
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Número de tesis				
Procesos		Gobierno de los Estados		Económico				Económico	Responsabilidad Ambiental	Recursos Humanos	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
		Productores independientes		Ambiental Conocimiento							
Innovación sostenible	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Comunidades Agrarias	Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (<i>I+D+i</i>)				Transferencias tecnológicas				
							Desarrollo de productos y servicios para la sociedad	Exportación incremento (%)			
							Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico				

Alternativa de control biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa

Quintero-Echeverría, Irene¹; Solano-Vidal, Roney^{2*}; Becerril-Román, A. Enrique³; Velasco-Cruz, Ciro⁴; Jaén-Contreras, David⁵

^{1,3,4} Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, km 36.5 Carretera Federal México – Texcoco, Montecillo, Texcoco, México. C.P. 56264.

² Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola, km. 38.5 Carretera México-Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México. CP 56230.

⁵ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estadística, Montecillo, Texcoco, México. C.P. 56264.

* Autor por correspondencia: roneysv@hotmail.com

Problema

La producción total de fresa a nivel mundial es de alrededor de 9.5 millones de toneladas. México ocupa el tercer puesto como productor a nivel mundial y el séptimo en superficie sembrada, cultivando alrededor de 14 mil hectáreas de fresa, con una cosecha de 653,659 t de fruto, en su mayoría, producida bajo cubierta (macrotúneles) (Figura 1).



Figura 1. Producción de fresa en macrotúnel.

Cómo citar: Quintero-Echeverría, I., Solano-Vidal, R., Becerril-Román, A. E., Velasco-Cruz, C., & Jaén-Contreras, D. (2023). Alternativa de control biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.227>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 43-48.

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



Entre las variedades cultivadas de fresa, hay algunas sumamente susceptibles a patógenos, por lo que presentan desafíos en su manejo. La principal enfermedad del fruto es el “Moho gris” causada por el hongo *Botrytis cinerea*, aunque también puede atacar el follaje. El síntoma en frutos se manifiesta de manera inicial como una mancha de color café clara o amarillenta hacia el final del cáliz y, a los pocos días, se forma un moho gris de apariencia polvosa sobre la superficie del fruto que puede diseminarse fácilmente, afectando a la planta y reduciendo la vida postcosecha de los frutos (hasta 95% de pérdidas) (Figura 2). Temperaturas entre 15 y 22 °C, humedad relativa mayor a 85% y prolongada exposición a gotas de agua sobre las hojas, favorecen la aparición de síntomas.

Este hongo presenta un amplio rango de resistencia a diferentes fungicidas, entre los que destacan: benzimidazoles, sulfamidas, cloronitrolos y ditiocarbamatos. Esto hace necesario plantear nuevas estrategias que permitan mantener el cultivo de la fresa libre de residuos de fungicidas químicos, con un enfoque sustentable, además de un correcto manejo de la nutrición que también limite el ataque de enfermedades.

Solución planteada

Desde hace 150 años se ha demostrado que las bacterias y los hongos tienen una relación íntima con las plantas, algunos son patógenos, otros resultan neutros, mientras que gran parte de ellos causan efectos benéficos (Cuadro 1). Estos últimos pueden proveer tanto macro como micronutrientes, tales son N, P, K, Ca, Mg y Zn; modificar el pH del suelo; producir sideróforos que facilitan la captación de hierro; y, mejorar el sabor y tamaño de las frutillas (Figura 3).

En este trabajo se estudió el control biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa variedad “Camino Real”, mediante el uso de hongos simbióticos (*Glomus fasciculatum*, *G. geosporum*, *Acaulospora scrobiculata* y *Gigaspora margarita*), organismos antagonistas (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*), lombricomposta y sustancias húmicas.

Para tales efectos, plántulas de fresa de la variedad “Camino Real” se establecieron en macetas de 15 kg, utilizando como sustrato una mezcla de 36% tierra negra, 24% vermiculita y 40% peat moss, con pH de 6.7 y CE de 0.03 dS m⁻¹, bajo condiciones de invernadero



Figura 2. A) Fruto de fresa con presencia de masa polvosa característica del Moho gris. B) Tallo de planta de fresa con síntomas del ataque de *B. cinerea*.

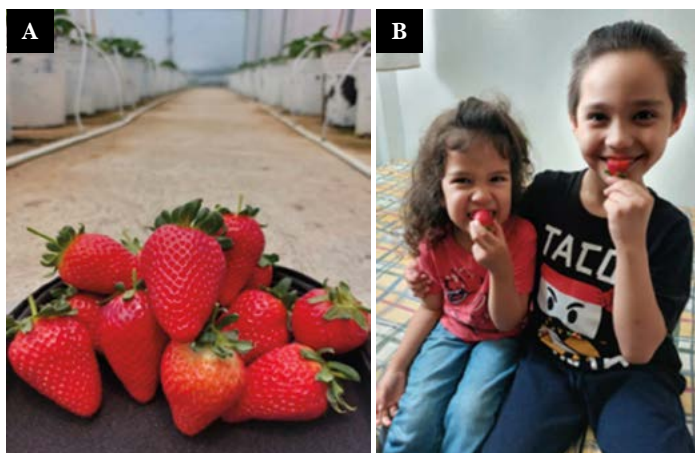


Figura 3. A) Frutos de fresa de calidad comercial obtenidos durante la investigación. B) La importancia de la inocuidad para los consumidores finales.

(Figura 4A), en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, localizado a 2250 m de altitud, 19° 29' N, 98° 54' O, con un clima templado de altura (temperatura promedio de 15.3 °C) y lluvias en verano.

Se evaluaron siete tratamientos, que resultaron de combinar: Fertilización orgánica (sustancias húmicas-lombricomposta), micorrizas (únicamente durante el establecimiento) y fertilización química (54-46-46) utilizada por productores de fresa del estado de Guanajuato, más la inoculación de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* (Figura 4 B); esta se realizó asperjando la planta completa incluida la corona y parte del sustrato (Cuadro 1).

Posteriormente, cuando las plantas se encontraban en plena producción, fueron inoculadas con una solución de conidios (2×10^6) de *B. cinerea*, para inducir los síntomas del moho gris (Figura 5).

Las variables que a la fecha se han evaluado durante el primer flujo de producción (primavera), son: rendimiento, color, tamaño, sólidos solubles totales (azúcares), vitamina

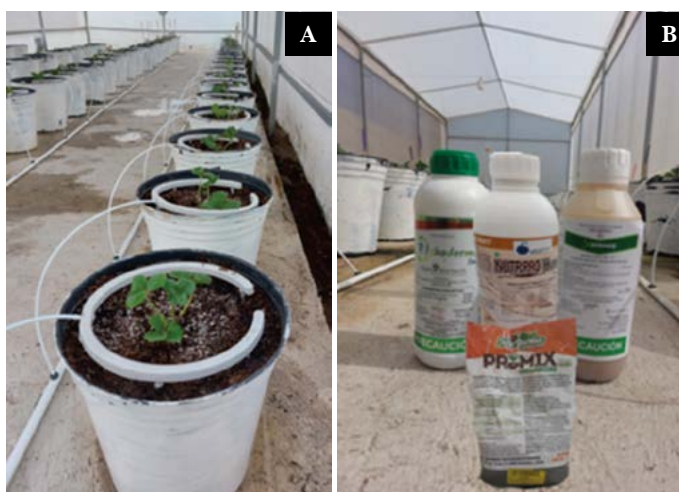
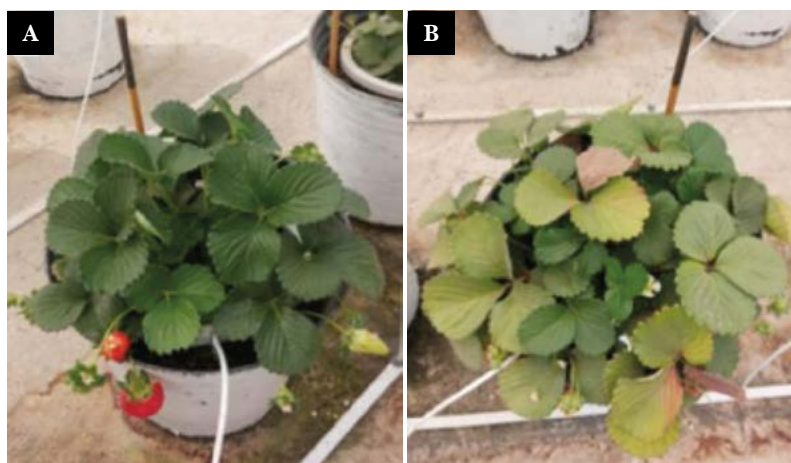


Figura 4. A) Establecimiento de plántulas de fresa. B) Productos comerciales con microorganismos aplicados durante la investigación.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados, características y beneficio causado en las plantas de fresa.

Organismo/ Producto	Características	Beneficio
Abonos orgánicos	Lombricomposta y sustancias húmicas: obtenidas por la degradación y descomposición de los desechos orgánicos por la acción de las lombrices.	Aumento en la calidad y rendimiento de los frutos de fresa, debido al incremento de microorganismos benéficos, que, además de mejorar el estado nutricional, inducen a mecanismos de defensa en las plantas.
Micorrizas	Hongos que crean una asociación benéfica entre las raíces y el suelo.	Disminuye el uso de fertilizantes minerales, incrementar la producción y calidad de diversos cultivos como la fresa.
<i>Trichoderma harzianum</i>	Hongo antagonista que se encuentra comúnmente en el suelo y es altamente eficiente.	Entre los mecanismos que utiliza, competencia por el sustrato, micoparasitismo, antibiosis, desactivación de enzimas del patógeno e inducción de resistencia, entre otros.
<i>Bacillus subtilis</i>	Bacteria del grupo de “rizobacterias promotoras del crecimiento”.	Coloniza benéfica las raíces de las plantas para mejorar su estado nutricional. Genera cambios en la concentración de fitohormonas. Incrementa el desarrollo de la raíz. En fresa induce resistencia y tolerancia a condiciones ambientales adversas.

**Figura 5.** A) Plantas de fresa antes y B) después de la inoculación de *B. cinerea*.

C, acidez titulable y contenido de N, P, K y Ca de frutos sanos; en cuanto al moho gris, se evaluó la severidad (porcentaje de daño en la planta), e incidencia (presencia o ausencia de infección en frutos) expresadas en porcentaje.

Los resultados obtenidos con relación al rendimiento y tamaño de fruto, muestran que los mejores tratamientos son aquellos con fertilización química, sobre todo cuando se combina con *Bacillus subtilis* (QB) (Figura 6A). En tanto que, en materia de protección contra el moho gris en planta, los mejores resultados se logran con los tratamientos conjuntos con fertilización orgánica, siendo el más eficiente cuando se aplica con *B. subtilis* (OB) (Figura 6B); las plantas menos productivas fueron aquellas con fertilización orgánica (Figura 6A). El tratamiento con mejor protección en frutos ha sido el de *B. subtilis* más

fertilización orgánica (OB), siendo el testigo el que observa la mayor incidencia de moho en frutos (Figura 6C).

En cuanto a variables de calidad evaluadas en fruto, hasta el momento no se han registrado diferencias estadísticas entre tratamientos. Con base en los resultados obtenidos a la fecha, la utilización de microorganismos antagonistas a *Botrytis*, podrían ser una alternativa sustentable y económicamente viable para su control en fresa, obteniéndose frutos inocuos en mayor cantidad y con alta calidad sensorial (Figura 7).

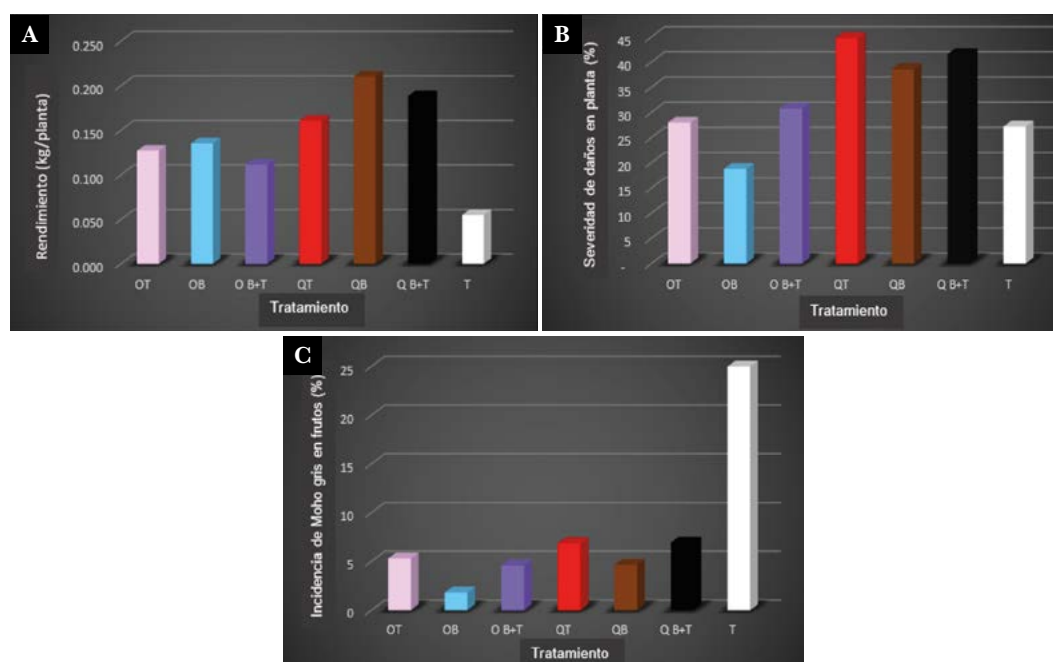


Figura 6. Rendimiento de frutos de fresa (kg/planta) (A). Severidad de daños por ataque de *Botrytis* (%) en plantas de fresa (B). Incidencia de moho gris en frutos de fresa cosechados por tratamiento (%) (C). Tratamientos aplicados: OT. Fertilización orgánica más *T. harzianum*; OB. Fertilización orgánica más *B. subtilis*; OB+T. Fertilización orgánica más *B. subtilis*+*T. harzianum*; QT. Fertilización química más *T. harzianum*; QB. Fertilización química más *B. subtilis*; QB+T. Fertilización química más *B. subtilis*+*T. harzianum*; T. Testigo.



Figura 7. Fruto de fresa con buena calidad sensorial obtenido en tratamientos que han evaluado la acción de *B. subtilis*, que, a la fecha, ha resultado ser el organismo antagonista a *Brotrytis* más eficiente.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Sub indicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Aplicación de una estrategia de manejo para reducir la incidencia de Botrytis en plantas de fresa. Reducción de la aplicación de fungicidas.	Sector productivo	Primario: Agricultura	Ambiental	Ciencia y Tecnología Responsabilidad Ambiental	Capacitación	Capacitación a estudiantes de Licenciatura y Posgrado. Técnicos de Laboratorio



Uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP) para retrasar el viviparismo en frutos de chayote [*Sechium edule* (Jacw.) Sw.]

Ramírez-Rodas, Yeimy C.¹; Arévalo-Galarza, Ma. de Lourdes^{1*}; Cadena-Iñiguez, Jorge²; Cisneros-Solano, Víctor M.³

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

² Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. C. P. 78620.

³ Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente, Veracruz, México. C. P. 94100.

* Autor para correspondencia: larevalo@colpos.mx

Problema

El chayote [*Sechium edule* (Jacq. Sw.) es una hortaliza no tradicional cuya demanda en los mercados de Estados Unidos y Canadá ha crecido en los últimos años. Las variedades de chayote que se exportan son: *virans levis*, *nigrum spinosum* y *nigrum xalapensis*. El incremento en su demanda se atribuye a que los frutos tienen bajo contenido calórico, son fuente de fibra, minerales y aminoácidos esenciales. Sin embargo, el tiempo de almacenamiento y vida de anaquel se ve reducida principalmente por la germinación temprana de su semilla recalcitrante al interior del fruto (viviparismo) (Figura 1). Este fenómeno reduce

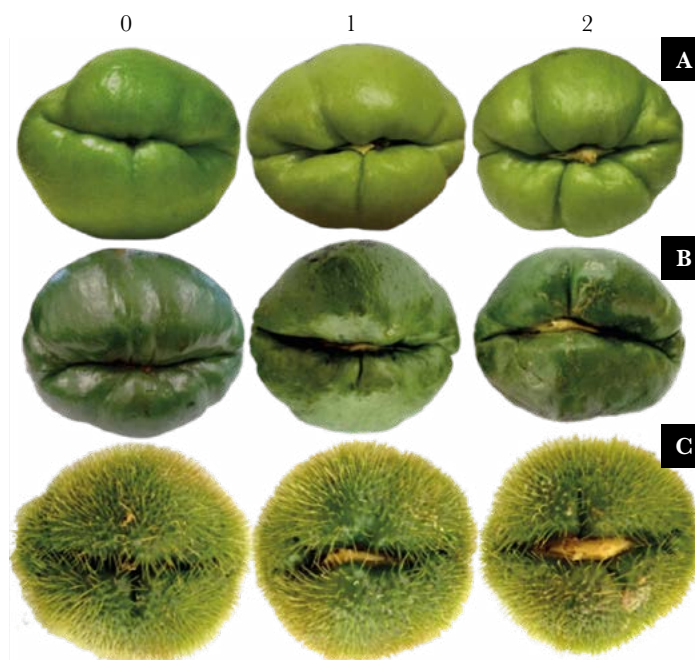


Figura 1. Escala de viviparismo en las variedades de chayote. A: *virans levis*, B: *nigrum xalapensis* y C: *nigrum spinosum*. Nivel 0=sin presencia de semilla, nivel 1=semilla visible y apertura basal y nivel 2=semilla completamente expuesta.

Cómo citar: Ramírez-Rodas, Y. C., Arévalo-Galarza, Ma. de L., Cadena-Iñiguez, J., Cisneros-Solano, V. M. (2023). Uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP) para retrasar el viviparismo en frutos de chayote [*Sechium edule* (Jacw.) Sw.]. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.228>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 49-51.

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



la calidad al deteriorar su apariencia y permitir la entrada de patógenos. Por lo anterior es necesario plantear estrategias que retrasen la germinación de la semilla y prolonguen la vida de anaquel de los frutos.

Solución planteada

Estudios previos mostraron que la germinación de semilla del fruto de chayote está relacionada con la producción de etileno. Por lo cual se planteó el uso de 1-MCP (1-metilciclopropeno: 600 nL L^{-1}), un inhibidor de la acción de etileno, utilizado en postcosecha y almacenamiento en tres condiciones: 7 y 13 °C (85 % HR; dos semanas), y a 24 °C (60% HR). Los tratamientos se aplicaron en frutos de tres variedades de chayote: *virens levis*, *nigrum spinosum* y *nigrum xalapensis* (edad: 18 ± 2 días después de anthesis). Se observó que los frutos de chayote son susceptibles a los daños por frío, y no es recomendable su almacenamiento a 7 °C. Los frutos de *nigrum spinosum* son los de mayor susceptibilidad a “picado” (invaginaciones por quemadura de frío) por las bajas temperaturas, además de un viviparismo mayor, como respuesta al estrés.

Bajo condiciones de temperatura ambiente los frutos de la variedad *virens levis* y *nigrum xalapensis* presentan mayor porcentaje de germinación de la semilla. La presencia de viviparismo en los frutos de *nigrum xalapensis* se redujo bajo el almacenamiento en frío. Los frutos de *virens levis* y *nigrum spinosum*, son los que mejor responden a la aplicación de 1-MCP (Figura 2). El 1-MCP mitigó el efecto de daños por frío en las tres variedades.

Retribución social

Esta tecnología ha sido transferida a los productores de la región centro del estado de Veracruz, asociados como: Comercializadora Agroexportadora, S.A. de C.V., también

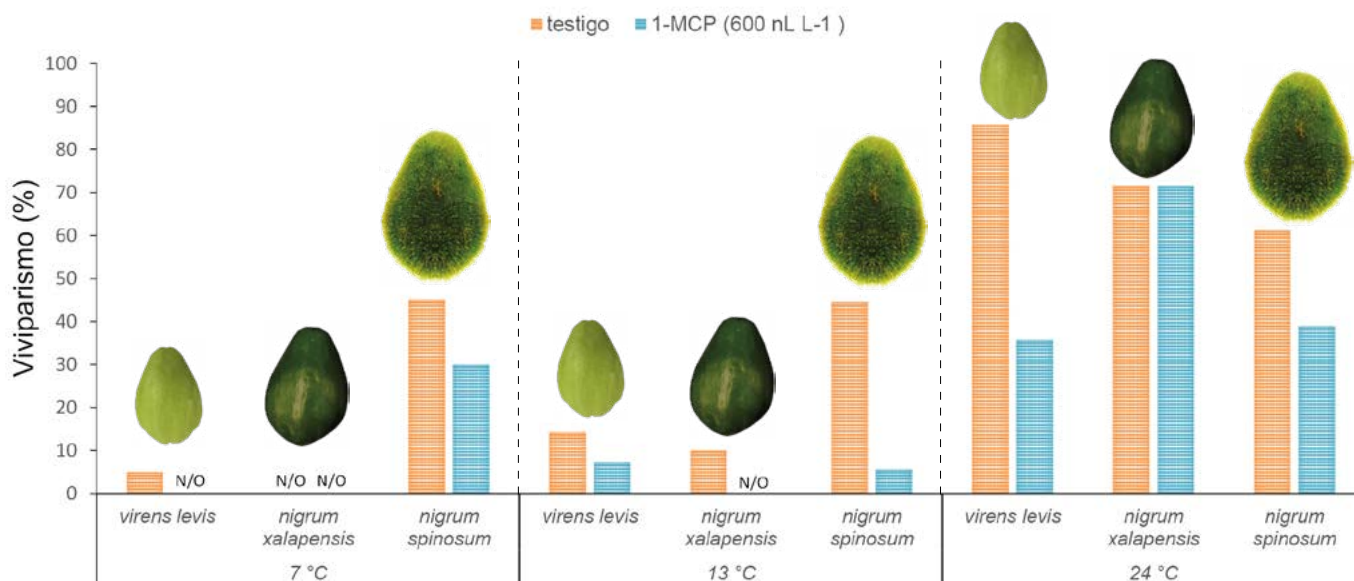


Figura 2. Porcentaje de viviparismo en frutos de chayote var. *virens levis*, *nigrum xalapensis* y *nigrum spinosum* almacenados a 7 °C y 13 °C (85% HR) y 24 °C (60% HR), con y sin la aplicación de 1-MCP (600 nL L^{-1}). N/O=no observado.

forma parte de los estudios de Doctorado de la primera autora. Los genotipos evaluados fueron donados por el Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A.C. (GISeM, A.C.).

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Productores independientes Poblaciones en particular	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planificación financiera, de informática y de investigación científica. Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación	Competitividad Recursos Humanos Comercio Generación de empleos Capacitación	Numero de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones Empresas rurales formadas Transferencias tecnológicas Exportación incremento (%) Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.						
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						



Psorosis, exocortis y cachexia, enfermedades ignoradas en la citricultura mexicana

Contreras-Maya, Rosalba¹; Villegas-Monter Angel^{1*}

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

* Autor de correspondencia: avillega@colpos.mx

Problema

En el estado de Veracruz, México, se han observado árboles de cítricos con agrietamientos de la corteza, descortezamiento en el tronco principal incluso en ramas de segundo y tercer orden, que conducen al deterioro y bajo rendimiento del cultivo. Los productores han asociado la muerte de los árboles a *Phytophthora* spp. con exudado gomoso en las plantas afectadas (Figura 1). La infección de este oomyceto se facilita por la presencia de heridas, que podrían ser ocasionadas por psorosis, exocortis y cachexia, enfermedades que hasta hoy han sido generalmente ignoradas. Sin embargo, se desconoce la existencia de virus y viroides asociados a los síntomas antes descritos. Por ello, se planteó determinar la presencia y distribución de psorosis [*Citrus psorosis virus* (CPsV)], exocortis [*Citrus exocortis viroid* (CEVd)], cachexia [*Hop stunt viroid* (HSVd), *Citrus viroid II* (CVd-II)], patógenos que causan agrietamientos y descortezamiento en troncos y ramas principales en cítricos.

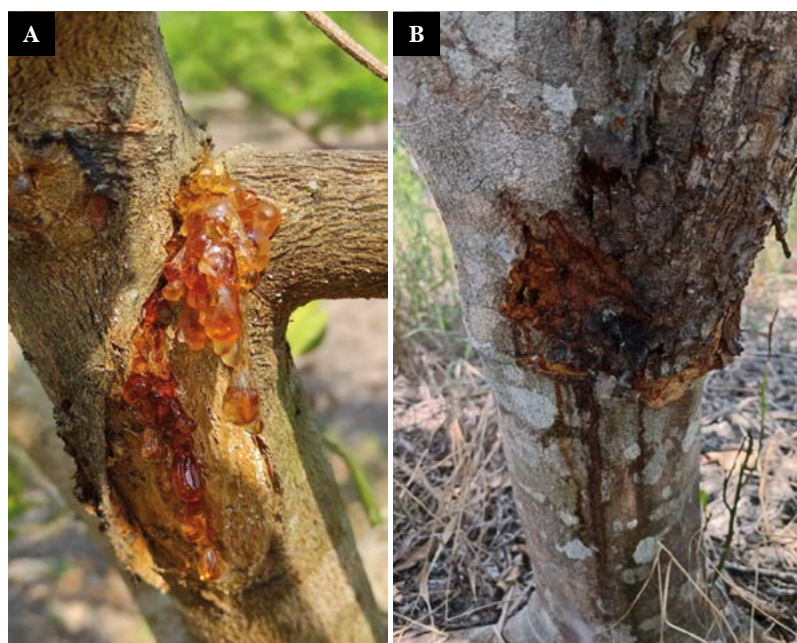


Figura 1. Gomosis en árboles de cítricos. A) agrietamiento y presencia de goma, B) descortezamiento del tronco de la variedad y exudado de goma.

Cómo citar: Contreras-Maya, R., & Villegas-Monter A. (2023). Psorosis, exocortis y cachexia, enfermedades ignoradas en la citricultura mexicana. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.235>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 53-56.

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



Solución planteada

Se seleccionaron 22 árboles de lima persa con síntomas de descortezamiento del tronco y ramas principales, y se colectaron cuatro brotes en crecimiento activo (un brote por orientación cardinal) para formar una muestra compuesta para su análisis en el laboratorio de Biotecnología y Fisiología Vegetal del Colegio de Postgraduados. Las extracciones de ácidos nucleicos se realizaron a partir de 0.25 g de corteza, para ARN se utilizó TRIzol[®] Reagent y ADN con CTAB al 2%. La concentración y pureza de los ácidos nucleicos se verificaron con un NanoDrop[™] 2000 Spectrophotometer, en la RT-PCR para Psorosis se emplearon los iniciadores Ps66 y Ps65, para Exocortis CEVd-h y CEVd-c, y para Cachexia CVd-II-h y CVd-II-c. Las muestras que resultaron positivas al virus y viroides se enviaron a Macrogen Corp. (Corea del Sur). Cada muestra fue secuenciada en ambas direcciones. Se obtuvo una secuencia consenso del virus y viroides con el programa DNA BASER. Se utilizó Basic Local Alignment Search Tool (BLAST[®]) para comparar las secuencias con las del Centro Nacional de Información de Biotecnología (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

Se corroboró la presencia del *Citrus psorosis virus* y *Citrus exocortis viroid* en todas las muestras analizadas, por lo que estos patógenos pueden estar asociados al agrietamiento y descortezamiento del tronco principal y ramas secundarias de lima persa. Cuando los árboles están injertados en naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) los síntomas se presentan solo en la variedad; sin embargo, cuando están injertados en portainjertos trifoliados como son: C-35 (*C. sinensis* × *Poncirus trifoliata*), Swingle (*C. paradisi* × *Poncirus trifoliata*) y Carrizo (*P. trifoliata* × *C. sinensis*), el descortezamiento se observa tanto en el portainjerto como en la variedad. Cabe resaltar que el grado de severidad de síntomas está directamente relacionado con la tecnificación de los huertos (podas, fertilización, riego, etc.).

En cuanto a *Citrus viroid* II de las 22 muestras analizadas, 16 resultaron positivas a cachexia, en los cuales se observó agrietamiento sólo en ramas de tercer y cuarto orden independientemente del portainjerto utilizado. La psorosis y exocortis se encuentran ampliamente distribuidas en la mayoría de las zonas productoras de cítricos. Estas enfermedades son las limitantes sanitarias más severas de los cítricos en lugares donde no existen, o donde no funcionan adecuadamente los programas oficiales de saneamiento y producción de plantas cítricas certificadas como es el caso de México.

En todos los árboles muestreados se observaron diferentes grados de descortezamiento y agrietamiento de la corteza del tronco y ramas principales (Figura 2), heridas que podrían facilitar la infección por *Phytophthora* spp., por lo que los árboles con psorosis y/o exocortis pueden mostrar también secreción de goma, característica que observa el productor y comúnmente asociado como único agente causal de la muerte de plantas.

El uso de material certificado es fundamental para optimizar el manejo de psorosis, exocortis y cachexia. Por ejemplo, en Estados Unidos, Brasil y España, no es común observar síntomas de estas enfermedades en campo debido a su programa de certificación. Dado que CPsV, CEVd y CVd II se encontraron en la mayoría de las muestras, es importante que el establecimiento de nuevas plantaciones se realice con materiales certificados, además de llevar a cabo inspecciones periódicas de las mismas de acuerdo con la NOM-079-FITO-2002 para limitar su dispersión. También es importante desinfectar las herramientas de corte durante las prácticas de poda.

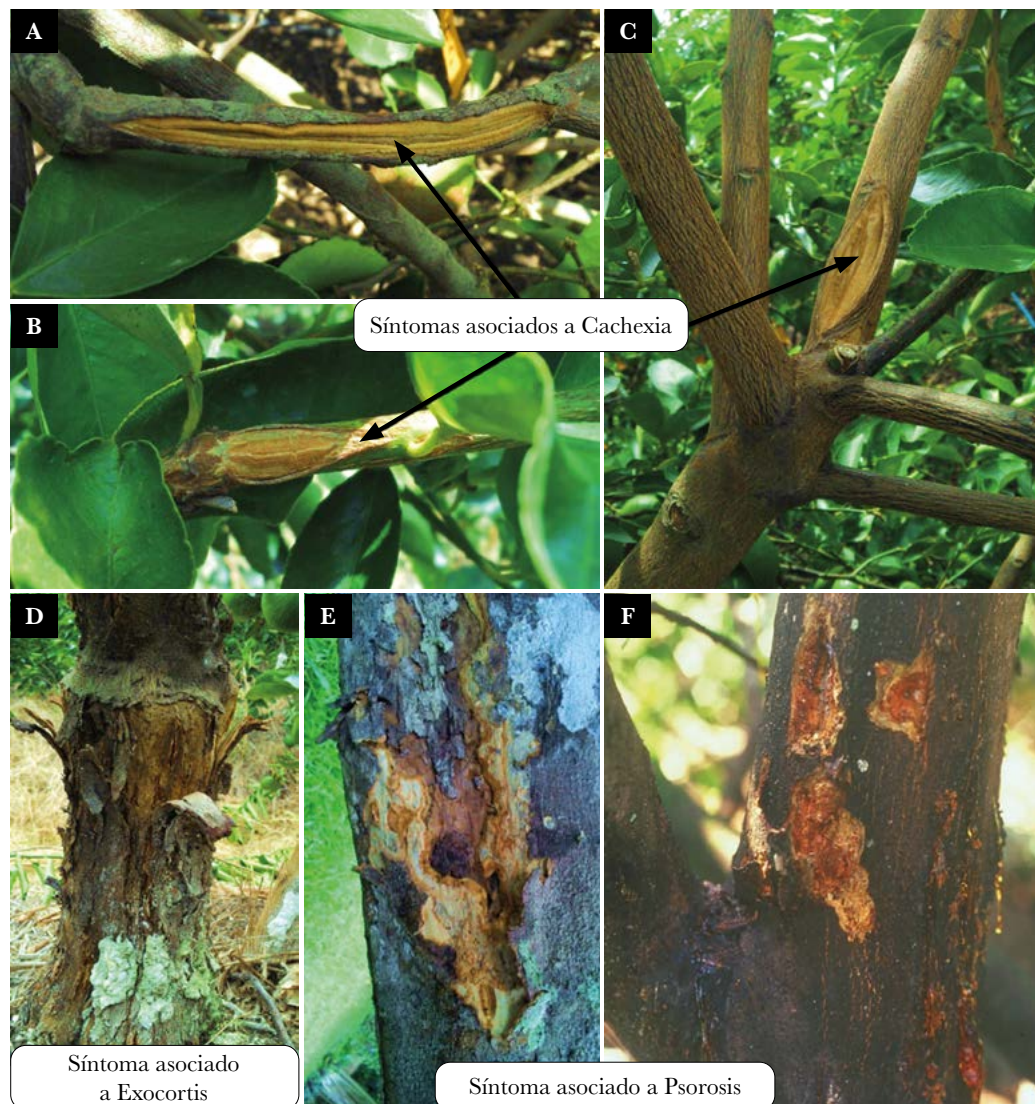


Figura 2. Agrietamientos y descortezamientos de ramas y troncos en cítricos. A y B) Agrietamiento de rama de segundo orden en lima persa; C) Agrietamiento de ramas de tercer orden en lima persa; D) Descortezamiento de portainjerto trifoliado; E) descortezamiento del tronco principal de la variedad; F) Descortezamiento de ramas principales de la variedad.

La diseminación involuntaria de este virus y viroides es mayor cuando la combinación portainjerto-variedad no permite observar síntomas en el portainjerto, lo que ocurre cuando los cítricos están injertados en naranjo agrio (*C. aurantium*), o bien, debido al prolongado periodo de incubación. Cabe indicar que debido a la falta de conocimiento por parte de los productores y técnicos este problema no se ha atendido como corresponde y siguen utilizando material no certificado, además se mantiene la producción de plantas en viveros no certificados a cielo abierto.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar la capacitación de productores de cítricos para que reconozcan la importancia de la prevención en la producción	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes	Primario: Agricultura, Fruticultura Secundario: Actividades económicas	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología	Competitividad Recursos Humanos Generación de empleos Capacitación	Una tesis de maestría Un egresado de doctorado Una publicación 2500 familias Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Procesos	Implementar una mejora en la calidad de las plantas para incrementar el rendimiento		Terciario: Servicios que se prestan a productores de cítricos				
Servicios	Cambiar el concepto que hay con relación a Phytophthora y que estén capacitados que el problema es debido a la presencia de enfermedades cuarentenarias para prevenirlas		Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planeación investigación científica.				
Innovación sostenible	La producción de plantas de cítricos con prueba negativa a psorosis, exocortis y cachexia, reducirá costos de producción						

Selección *in vitro* de genotipos de *Haworthia* con estabilidad cromosómica a través de análisis citogenéticos

Vélez-Torres, Marcelina¹  y Fernández-Pavía, Y. Leticia^{1*} 

¹ Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56264.

* Autor para correspondencia: mapale1@colpos.mx

Problema

Dentro de la familia Asphodelaceae se encuentra el género *Haworthia* con distintas especies de suculentas monocotiledóneas y perennes, que en su mayoría son endémicas de Sudáfrica. Su número cromosómico diploide es $2n=14$. La principal diferencia entre las especies comunes es el tamaño de las marcas blancas en las hojas. Se cultivan comercialmente como plantas ornamentales, pero los especímenes raros son muy difíciles de propagar, lo cual se ha atribuido a la poliploidía relacionada con inestabilidad cromosómica. En el cultivo *in vitro* de distintas especies de *Haworthia* se ha detectado inestabilidad cromosómica, es decir, cambios anormales en la estructura y número de cromosomas en la célula. Esta puede ser manifestada como: euploidía (aumento o disminución del conjunto completo de cromosomas); aneuploidía (pérdida o ganancia de cromosomas individuales); algún cambio en la morfología, homología, condición y posición cromosómica. Entre las causas que provocan tales condiciones se encuentran el uso de explantes con variaciones preexistentes en sus células somáticas, planta madre con quimeras, reguladores crecimiento en el medio de cultivo, fase de callo, número de subcultivos (a partir del quinto), aunque la respuesta del genotipo también juega un papel muy importante.

La inestabilidad cromosómica es una desventaja para el material vegetal micropropagado, ya que al llevarlo a la fase de aclimatación y posteriormente al establecimiento *ex vitro*, puede mostrar características distintas a las de la planta madre. Además, en el caso de emplear este tipo de material vegetal con fines de mejoramiento genético se complica la hibridación debido a las modificaciones que pudieron ocurrir en el genoma, las cuales afectarían el emparejamiento de cromosomas meióticos. Es decir, al intentar hacer el cruzamiento, durante la profase de la meiosis al momento de surgir el en-



Cómo citar: Vélez-Torres, M., & Fernández-Pavía, Y. L. (2023). Selección *in vitro* de genotipos de *Haworthia* con estabilidad cromosómica a través de análisis citogenéticos. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.229>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 57-60.

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



tre cruzamiento y recombinación, los cromosomas no encontrarán sus homólogos para aparearse, provocando la inviabilidad de la crucea.

Solución planteada

Una alternativa factible es determinar el número y la morfología de cromosomas en *Haworthia* cultivada *in vitro* durante las primeras etapas de subcultivos, con el fin de seleccionar genotipos estables a nivel cromosómico. Además, mediante la caracterización citogenética se identifica y se selecciona a los parentales compatibles para realizar hibridaciones dirigidas. El material no promisorio se elimina y se evita su avance a las otras etapas de multiplicación, aclimatación y establecimiento *ex vitro*. El Doctor Héctor González Rosas[†], realizó observaciones citológicas en tres variedades de *Haworthia* cultivadas *in vitro*: *H. fasciata* var. *major*, *H. limifolia* var. *ubomboensis* y *H. marumiana* var. *batesiana* (Figura 1) para determinar si la presencia de reguladores de crecimiento en el medio de cultivo causaba cambios en los cromosomas.

Para lo anterior, se extraen segmentos con puntas de raíces rediferenciadas *in vitro* y se pretratan en una solución de 8-hidroxiquinoleína (2 mM) a 18 °C por 2 h. Posteriormente se fijan en solución Farmer [alcohol etílico y ácido acético (3:1)]. A continuación, se realiza el método de la tinción de Feulgen, consistente en realizar una hidrólisis con ácido clorhídrico (HCl 1N) (60 ± 1 °C) por 6 min, y transcurrido este tiempo se retira la disolución y se aplica el reactivo de Schiff (Fucsina) para la tinción. Después de reposo, se añade una gota de acetocarmín (2%) y se realiza el “aplastado”. Finalmente se observa bajo un microscopio y se cuentan los cromosomas (Figura 2).

Al realizar la evaluación, los resultados mostraron que cuando el medio de cultivo *in vitro* contuvo ácido naftalenacético (5.0 mg L^{-1}) y bencilaminopurina (1.0 mg L^{-1}), la estabilidad cromosómica permaneció constante en *H. marumiana* var. *batesiana* y *H. fasciata* var. *major* pues no cambiaron su número cromosómico de $2n=14$, por el contrario *H. limifolia* var. *ubomboensis* ni siquiera respondió a los tratamientos para su regeneración.

Cuando el medio de cultivo *in vitro* contuvo ácido 2,4-diclorofenoxiacético (5.0 mg L^{-1}) y cinetina (1.0 mg L^{-1}) se encontró inestabilidad cromosómica manifestada en

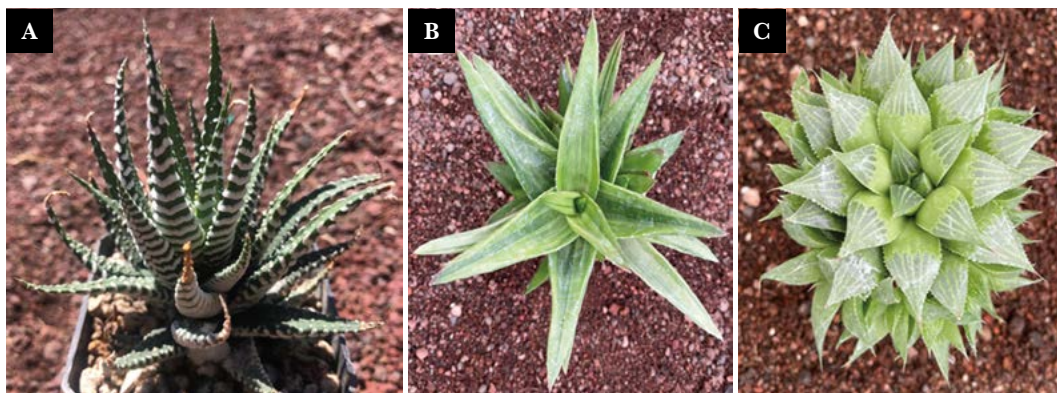


Figura 1. Diferentes especies de *Haworthia* de importancia ornamental: A: *H. fasciata* var. *major*; B: *H. limifolia* var. *ubomboensis*; C: *H. marumiana* var. *batesiana*.

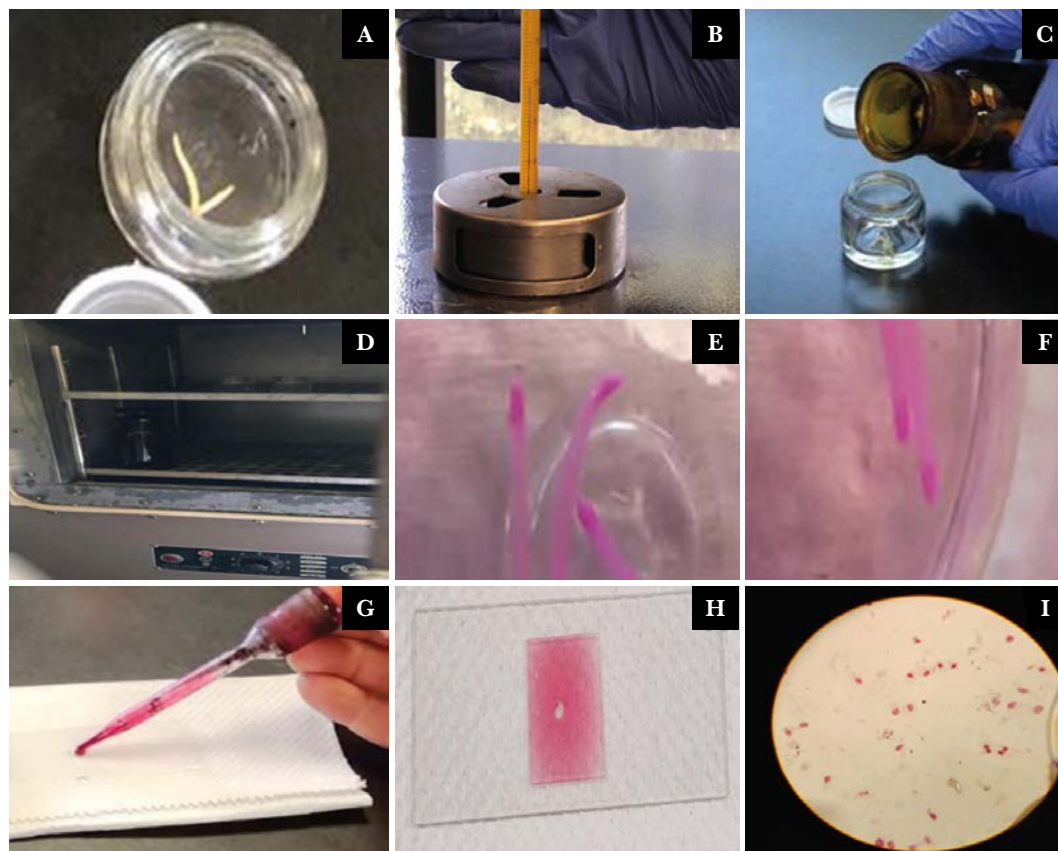


Figura 2. Técnicas para el aplastado de ápices de raíz de *Haworthia*: A: pretratamiento con hidroxiquinoleína (18 °C); B: ajuste de temperatura a 60 °C para hidrólisis; C: adición de HCl (1 N); D) Mantenimiento en estufa por seis minutos a 60 °C; E- F: puntas de raíces teñidas después del reposo con el reactivo Schiff; G: montaje de tejido y adición del acetocarmín; H: aplastado del tejido; I: observación bajo microscopio para conteo de cromosomas.

el cambio del número cromosómico como: poliploidía en *H. marumiana* var. *batesiana* con $2n=28$; aneuploidía en *H. fasciata* var. *major* con $2n=26$; y aneuploidía en *H. limifolia* var. *ubomboensis* con $2n=27$, mostrando la respuesta diferencial entre genotipos. Por lo anterior, es importante supervisar el material vegetal parental a nivel cromosómico y seleccionar al óptimo para su uso en las metodologías del mejoramiento genético, siendo ideal llevar a cabo esta práctica en etapas tempranas al inicio de un proyecto de propagación.

Las metodologías citogenéticas son una alternativa viable para detectar alteraciones en la estructura física y en el número de cromosomas de los diversos recursos genéticos vegetales, ya sea en un sistema de cultivo *in vitro* o *ex vitro*, a fin de seleccionar genotipos estables para su uso en programas de mejoramiento genético.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Propuesta de mejora de un método de propagación <i>in vitro</i> , al ofrecer material micropropagado genéticamente idéntico al genotipo original.	Sector productivo	Primario: Agricultura	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Capacitación a estudiantes de Licenciatura y Posgrado. Técnicos de Laboratorio
			Cuaternario: Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Económico Ambiental Conocimiento	Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Capacitación	
Innovación frugal	Se plantea una estrategia para evitar la pérdida de recursos económicos y ambientales en el desarrollo de genotipos indeseables						
Innovación de código abierto	Filosofía o metodología pragmática que promueve la redistribución libre y el acceso al diseño final de un producto y los detalles de su implementación						

Efecto de paclobutrazol en *Lilium* cv. Arcachon

De-La-Cruz-Guzmán, G. H.¹; Torres-Pio, K.¹; Aguilar-Rodríguez, S.¹; Grego-Valencia D.¹; Arriaga-Frías, A.¹; Mandujano-Piña, M.¹; Arévalo-Galarza, M. Lourdes^{2*}

¹ Unidad de Morfología y Función, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios Núm. 1, Los Reyes Iztacala. CP. 54090. Tlalnepantla, Estado de México. México.

² Colegio de Postgraduados. Recursos Genéticos y Productividad. Campus Montecillo. Carretera México- Texcoco km 36.5. CP 56264. Texcoco, Estado de México. México.

* Autor para correspondencia: larevalo@colpos.mx

Problema

Los reguladores de crecimiento (PGRs) son compuestos químicos, sintetizados por las plantas o aplicados de forma exógena que modifican sus patrones de crecimiento. Dado que los PGRs modulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas, en el cultivo de ornamentales se han utilizado para mejorar la apariencia del tallo floral. La demanda de plantas ornamentales es estacional, y existen fechas en las cuales la demanda de flores de corte es mayor que las plantas de maceta y viceversa. Por ello y con el fin de que los productores diversifiquen su oferta tanto de flores de corte como de maceta de *Lilium* utilizando la misma variedad de bulbos, se evaluó el efecto de la aplicación de paclobutrazol (PBZ) en la calidad de plantas.

Solución planteada

Bulbos de *Lilium* cv. Arcachon se sumergieron por 24 h en una solución de 25, 50, 100 o 200 mg L⁻¹ de paclobutrazol (PBZ) (Cultar[®], Syngenta) y como testigo se utilizó agua destilada. La muestra de n=15 bulbos por tratamiento se sumergieron por 24 h en la solución correspondiente, posteriormente se plantaron tres bulbos por maceta, teniendo cinco repeticiones por tratamiento. Los bulbos se plantaron en una maceta plástica con 2.5 L de tezontle con granulometría ≤5 mm humedecido con 600 mL de agua doméstica. Las unidades experimentales se distribuyeron al azar en el interior del invernadero, donde la temperatura promedio fluctuó de 15 a 25 °C, la humedad relativa de 40 a 80% y la radiación fotosintéticamente activa, a medio día, de 150 a 800 μmol m⁻² s⁻¹. La humedad del sustrato se mantuvo entre 80 y 100% equivalente a una tensión de 56 y 30 cbares respectivamente. Durante el ciclo del cultivo, cada tercer día, se registró la tensión de humedad



Cómo citar: De-La-Cruz-Guzmán, G. H., Torres-Pio, K., Aguilar-Rodríguez, S., Grego-Valencia, D., Arriaga-Frías, A., Mandujano-Piña, M., & Arévalo-Galarza, M. L. (2023). Efecto de paclobutrazol en *Lilium* cv. Arcachon. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.232>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 61-63.

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



con tensiómetro (Irrrometer Co[®]) y se restableció al 100% con solución universal Steiner (Steiner, 1961). El pH y la conductividad eléctrica de la solución fueron de 6.1 y 2.0 dS m⁻¹ respectivamente. Para evitar el exceso de sales, una vez cada dos semanas, se aplicó agua acidulada (pH 6.1). En la fase de floración se evaluaron variables morfológicas. La aplicación de PBZ, resultó en una reducción significativa del tamaño de los tallos, número de hojas y área foliar con relación a las plantas del tratamiento testigo (Cuadro 1).

En plantas ornamentales, los retardantes del crecimiento como paclobutrazol (PBZ) se han utilizado para reducir la longitud de los tallos florales a través de la inhibición de la síntesis de giberelinas, y de acuerdo con los resultados, la aplicación de 25 mg L⁻¹ fueron suficientes para disminuir significativamente la altura de los tallos florales, resultando en una apariencia visual atractiva para su comercialización como plantas de maceta (Figura 1).

Cuadro 1. Altura de los tallos florales, número de hojas y área foliar (AF) en la etapa de floración de *Lilium* cv. Arcachon cultivado con cinco concentraciones de paclobutrazol (PBZ).

Tratamientos	Altura (cm)	Número de hojas	AF (cm ²)
PBZ (mg L ⁻¹)			
25	21.00 b	46.00 b	340.40 b
50	15.50 c	33.33 c	246.67 c
100	17.67 bc	35.53 c	252.65 c
200	15.20 c	29.33 c	217.07 c
Testigo	85.33 a	79.67 a	743.29 a
DHS	4.13	10.77	85.44
CV (%)	4.96	9.04	8.86

^z Medias seguidas por letras diferentes, en cada columna y para cada tratamiento, indican diferencias significativas (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). DHS, diferencia honesta significativa; CV, coeficiente de variación (n=5).



Figura 1. Apariencia visual de los tallos florales de *Lilium* cv. Arcachon cultivados con cinco concentraciones de paclobutrazol (PBZ).

Los tallos del tratamiento control tuvieron en promedio 6.3 botones florales, y fue comparable estadísticamente a los cultivados con cualquier concentración de paclobutrazol. La biomasa fresca de los botones florales de las plantas control fue de 49.6 g, pero con la aplicación de cualquier concentración de PBZ, la biomasa fresca tanto de los botones como de los bulbos se incrementó (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número y biomasa fresca de botones los florales y de bulbos de *Lilium* cv. Arcachon cultivado con cinco concentraciones paclobutrazol (PBZ).

Tratamientos	Número de botones florales	Biomasa fresca de botones florales (g)	Biomasa fresca de bulbos (g)
PBZ (mg L ⁻¹)			
25	5.33 a	69.09 ab	40.97 ab
50	6.33 a	72.63 ab	39.13 ab
100	5.33 a	64.29 ab	38.38 ab
200	6.33 a	77.17 a	44.45 a
Testigo	6.33 a	49.61 b	27.55 b
DHS	2.60	23.04	15.01
CV (%)	16.28	12.88	14.66

^z Medias seguidas por letras diferentes, en cada columna, indican diferencias significativas (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). DHS, diferencia honesta significativa; CV, coeficiente de variación (n=5).

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Mejorar el proceso de productores de flor de corte puedan ofrecer plantas de maceta, utilizando la misma variedad de bulbos.	Productores de flores de corte de la región Oriente del Estado de México	Agricultura	Económico Conocimiento	Económico	Comercio Capacitación	Transferencia de conocimiento



Jardín urbano de la orquídea *Laelia anceps* y sus polinizadores naturales

Tejeda-Sartorius, Olga*

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

* Autor de correspondencia: olgats@colpos.mx

Problema

La familia Orchidaceae tiene importancia ecológica, económica y sociocultural, por lo que su conservación es primordial. Tradicionalmente, algunos géneros de orquídeas se comercializan como flor de corte y plantas en maceta, pero muchos otros géneros y especies silvestres tienen atractivo ornamental en el esquema general de la floricultura, pero también pueden ser parte importante en el diseño de jardines.

Actualmente, México y el mundo están inmersos en el compromiso de la conservación de polinizadores, pues existe una alerta a nivel mundial por la alarmante disminución de las poblaciones de insectos y otros animales polinizadores, poniendo en riesgo la conservación de la biodiversidad y seguridad alimentaria. Así, ha surgido **Poliniza: Red de jardines para polinizadores**, de la CONABIO, como una iniciativa de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (ENCUSP). Una de las acciones de esta iniciativa nacional es: **“Promover el diseño y desarrollo de jardines de polinizadores en ambientes urbanos y suburbanos, en bordes de caminos y cultivos, así como jardines regionales de polinizadores con vegetación nativa”**. Específicamente, las orquídeas deberían ser un pilar fundamental en la creación de estos jardines urbanos, ya que además de poseer una de las floraciones más espectaculares, el 60% de las especies requiere polinizadores específicos.

Solución planteada

Investigadores y estudiantes del Colegio de Postgraduados, iniciaron un proyecto llamado **“Diseño y construcción de jardines urbanos de orquídeas”**, que involucra una serie de actividades teórico-prácticas, encaminadas a **crear espacios adecuados para el establecimiento ex situ de orquídeas**, además de **generar atracción de sus polinizadores**. La creación de estos jardines se basa en los siguientes principios: i) uso de especies de orquídeas mexicanas propagadas de forma legal (*in vitro* o vegetativamente); ii) construcción del jardín con materiales preferentemente reciclados; iii) productos para control de organismos plaga y enfermedades, amigables con el ambiente; iv) valoración de la fructificación por medio de polinizadores; v) seguimiento y mantenimiento del jardín.

El establecimiento de jardines urbanos de orquídeas es un proyecto a mediano y largo plazo, porque implica analizar diversas situaciones, tanto de las especies de orquídeas, como de la aceptación de la sociedad, así como analizar la disponibilidad de los cuidadores

Cómo citar: Tejeda-Sartorius, O. (2023). Jardín urbano de la orquídea *Laelia anceps* Lindley (Orchidaceae) y sus polinizadores naturales. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.230>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 65-70.

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



del jardín y de los espacios donde se establezca. Para ello las actividades para el diseño del jardín incluyen impartición de talleres de capacitación. El proyecto se inició con un primer jardín en 2021, con una especie de orquídea nativa de México, la *Laelia anceps*, y durante tres meses previos al establecimiento, se prepararon plantas en etapa reproductiva que fueron propagadas vegetativamente en invernadero (Figura 1).

Se buscó un lugar adecuado y que cumpliera los siguientes requisitos: i) lugar público, preferentemente con espacio amplio y arbolado; ii) cerrado al tránsito normal de personas; pero que pudiera ser visitado por muchas personas posteriormente. En este caso, se trató de una comunidad religiosa en Texcoco, Estado de México, en donde se presenta una afluencia regular de personas. Se consiguieron los permisos correspondientes, e invitó a los usuarios e interesados.

En su primera etapa, el diseño del jardín se basó en la propuesta del concepto “*natura-orquídeas*”, en el que se utilizaron para fijar las orquídeas troncos derivados de árboles caídos, por edad o daño mecánico (Figura 2).



Figura 1. Plantas de *Laelia anceps*, usada para establecer un jardín urbano de orquídeas.



Figura 2. Área para establecimiento de un jardín urbano de orquídeas.

Se procedió al tratamiento de limpieza y desinfección, así como perforaciones de los troncos para la colocación de las plantas (Figura 3).

Como parte de la capacitación, se dan principios teóricos básicos de las orquídeas (Figura 4 A). En la parte práctica, se ofrecen aspectos elementales del cultivo de orquídeas y construcción de un jardín (montaje de orquídeas en árboles y troncos), (Figura 4 B). Se procede al montaje de plantas, que formarán parte del jardín (Figura 5).

El jardín de orquídeas queda concluido a partir del montaje de plantas (Figura 6).

Una clave fundamental del jardín es el manejo posterior de las orquídeas y el mantenimiento de todos los elementos que lo conforman, así como el monitoreo de los polinizadores. Así, la floración del mismo año del establecimiento del jardín (2021) fue muy escasa a pesar de ser poblaciones grandes de plantas por cada tronco naturado (Figura 7 A, B, C). Para esto, se debe considerar que ese año las plantas fueron sometidas a estrés, al ser retiradas de sus contenedores originales y esperar el momento para ser colocadas en el jardín. La floración del año 2022 se observa en la Figura 7D, E y F, en la que se aprecia mayor floración, lo que muestra la adaptación de las plantas a su nuevo hábitat.

Se han visto abejas y mariposas en las flores, pero no se ha presentado fructificación por polinización natural. Se espera que los costos reproductivos de las plantas de *Laelia anceps* establecidas en este jardín urbano sean menores en la siguiente floración, y puedan ser polinizadas. Es importante resaltar que la polinización natural *ex situ* de esta orquídea es posible, como ya se ha presentado en la zona en cada ciclo de floración. Finalmente, es necesario considerar que la sinergia entre academia y sociedad es básica, pues permite la divulgación del conocimiento y crear conciencia para preservar la biodiversidad (Figura 8).

Se espera continuar con la implementación de más jardines urbanos de orquídeas próximamente, utilizando otras especies, además de *L. anceps*, y continuar con el monitoreo de polinizadores. Se invita a estudiantes y sociedad en general a unirse a esta cruzada por las orquídeas.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES



Figura 3. Proceso de limpieza y desinfección de troncos para su naturación con orquídeas.



Figura 4. Información básica e instrucciones del manejo de las plantas para naturación de los troncos, para establecerse en un jardín. A: taller teórico, B: taller práctico.



Figura 5. Transporte, colocación y naturación con plantas de *Laelia anceps* en los troncos.



Figura 6. A-C: resultado final del establecimiento de un primer jardín urbano de orquídeas, con *Laelia anceps* (A, B, C). D: complemento del jardín de orquídeas, trabajado en otra etapa, no incluida en este trabajo.




Figura 7. A-C: florecimiento de *Laelia anceps* en los años 2021. D-F: florecimiento en el año 2022 en ciclos reproductivos posteriores a su establecimiento en un jardín urbano.



Figura 8. Encuesta de la evaluación del taller realizado para el establecimiento de un jardín urbano de orquídeas, con la especie *Laelia anceps*.

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Nueva forma de uso de un producto florícola	Público en general Espacios de jardines urbanos	Primario	Social Ambiental	Responsabilidad Social y Ambiental	Capacitación	Taller de capacitación Jardín urbano de orquídeas
Innovación sostenible	Preservar una especie de orquídea mexicana con potencial ornamental y su uso como planta de jardines urbanos, contribuyendo a su conservación ex situ, además de preservar a sus polinizadores						

Cultivos nativos de México en el arte

García Albarado J. Cruz (Cruzgaali) 

Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes 94953, Veracruz, México.

Antecedentes

Para mí la ciencia es arte, que implica un proceso creativo, ya sea por encontrar respuestas o bien para representarlas y compartirlas a través de la forma y color. Así que la creación artística es en otras palabras, ciencia aplicada. Algo común de éstas es que se genera conocimiento y en ambas es imprescindible la difusión de éste. Quizá una de las formas para mí de encontrar esta relación entre ciencia y arte ha sido el estudio e interpretación de la naturaleza y sus procesos, por lo que en el paisaje he encontrado un mecanismo de unificar el arte y ciencia. Con este preámbulo, y refiriéndome a naturaleza, las plantas mexicanas tienen mucho que contar, son parte de nosotros, de nuestra historia y cultura, aparte de estar vinculadas con nuestra alimentación y bienestar. En el año 2012 tuve la oportunidad de trabajar en un proyecto que justo tenía que ver con las plantas de México y por lo tanto me puso varios retos: el poner de manifiesto mis experiencias vividas desde mi infancia, mi preparación profesional en ciencias agrícolas y mi práctica en la pintura. El resultado fue la elaboración de una colección de 46 acuarelas, denominada: Cultivos nativos de México. Este proyecto surgió de la necesidad de integrar el arte y la ciencia, y el cual tuvo como objetivo fundamental divulgar la diversidad agrícola de México y sensibilizar sobre su importancia y valor al público en general. Dicha sensibilización implicó acciones y esfuerzos que condujeran al estudio, conservación y aprovechamiento sustentable de las plantas que nos proveen alimento, vestido, combustibles, ornato, entre otros bienes, denominados recursos fitogenéticos. Para esto, el apoyo brindado por la entonces (2012) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) fue vital a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), que creó en 2002 el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la

Cómo citar: García Albarado, J. C. (2023). Cultivos nativos de México en el arte. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.237>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto, 2023. pp: 71-77.

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



Agricultura (SINAREFI). Se hicieron dos acciones en concreto, la publicación del libro-arte ***ExpresArte de la tierra, tributo a los cultivos nativos de México*** y una serie de exposiciones de la colección de acuarelas en diferentes centros culturales de México. En el libro-arte se presentan las 46 acuarelas que elaboré en gran formato (40×50 cm) y están representadas los 45 cultivos de los que México es considerado el centro de origen y diversidad, agrupadas en las macro redes de SINAREFI, que para entonces fueron: Básicos e industriales, frutales, hortalizas, ornamentales, de impulso y Centros de conservación. A mas de diez años, el proyecto sigue vigente y cumpliendo una de los objetivos que fue dar a conocer los cultivos de México a través de exposiciones itinerantes. En México destaca haberse presentado en el Museo de Antropología en 2012, cuando fue inaugurada por primera vez. Posteriormente se presentó en espacios como túnel de la ciencia del Sistema Metro de la Ciudad de México (2014), el Centro Cultural Bicentenario del Estado de México (2013), en la Ciudadela del arte de la ciudad de Zacatecas (2016), en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (2019), en casas de cultura como la de Córdoba, Ver. (2018) y mas recientemente en Jardines de México (2023), entre otros espacios, superando los 19 mil espectadores (Figura 1). Por este alcance y por las implicaciones de divulgación y vinculación con otros sectores de la sociedad, es que el Colegio de Postgraduados reconoció este proyecto como un caso de éxito en 2022.

Proceso creativo

Los recursos fitogenéticos son tan importantes para el ser humano que están muy arraigados a nuestra cultura. Cuando hablamos de estos recursos, no solo nos referimos a su conservación, a su mejoramiento y a su diversificación como formas de aprovechamiento, sino que también aparecen como una forma de interpretar artísticamente a través de metáforas, historias, leyendas y experiencias de vida. Es así que el proceso creativo que opté por enfrentar este reto fue adentrarme a mis experiencias de vida con la mayoría de estos recursos fitogenéticos. Me considero afortunado porque cuando niño, sembré semillas de sembrar maíz, frijol y calabaza, junto a mi padre que con maestría dirigía la yunta de mulas. Posteriormente en mi formación profesional estudié estos cultivos mexicanos y aprendí



Figura 1. Exposición “Cultivos nativos de México” en Jardines de México, 2023.

a cultivar con técnicas como parte de mi ejercicio profesional. Sin embargo, debo reconocer que mi mayor fuente de inspiración para lograr estas acuarelas fueron mis vivencias de niño, las bellas leyendas de la cultura popular mexicana, y sobre todo las experiencias durante el proceso creativo, tal como preparar yo mismo una deliciosa sopa de calabaza, o un dulce de camote, y con ello sentir su aroma, su textura, su sabor, entre muchas otras experiencias multi-sensoriales. Fue así como me adentré en la elaboración de 46 acuarelas de gran formato (40×50 cm). Me sentí muy cómodo trabajando con acuarela y experimentar con la técnica en un ímpetu de aprendizaje continuo y deseos de evolucionar mi propuesta plástica. Debo igual reconocer que se dio como un encuentro muy íntimo entre un servidor y los 46 temas. El experimentar con agua y color, adicionando sal y otros materiales, fue un viaje fascinante al mundo de la creación donde cualquier efecto, capricho del agua, podría pasar (Figura 2). Las interpretaciones de las obras podrán ser infinitas, tantas como el número de personas que las vean; sin embargo, decidí añadir textos narrativos a cada obra para dar una idea de lo que movió mi interior para su creación.

El libro-arte

El libro-arte *ExpresArte de la tierra, tributo a los cultivos nativos de México* es una obra que sistematizó la información técnica de cada cultivo acompañada por la obra plástica ex profeso. El objetivo fue lograr una publicación visualmente atractiva, de contenido relevante y de lectura amigable para todo público, tanto nacional como extranjero, debido a que el libro se presenta en español e inglés. Cada acuarela se acompaña de una ficha técnica con información general de la especie, género o familia (ej. origen, taxonomía, diversidad, distribución y usos) y su importancia nacional. Esto se hizo para las 45 redes promovidas por el SINAREFI para su estudio, conservación y aprovechamiento y por aparte la red de Centros de Conservación. Por lo tanto, este libro representa un vínculo entre la información técnica y la manifestación plástica. Es importante señalar que todos los textos fueron revisados por expertos de cada una de las redes de SINAREFI, por lo que



Figura 2. Vivencia con la calabaza y su transformación en formas y color.

también representó un trabajo colaborativo con expertos en los cultivos nativos de México. El agrupamiento de los cultivos fue el siguiente:

Cultivos básicos e industriales

Se incluyeron cultivos como el agave (*Agave* spp.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), el amaranto (*Amaranthus* spp.), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el girasol (*Helianthus annuus* L.), la jatrofa (*Jatropha* spp.), la jojoba (*Simmondsia chinensis* L.), el maíz (*Zea mays* L.), el tabaco (*Nicotiana* spp.) y la vainilla (*Vanilla* spp.). De todos estos, algunos cultivos me inspiraron a producir las obras respectivas, por ejemplo las obras del agave, amaranto, frijol y vainilla fueron inspirados en leyendas populares mexicanas, donde destaco la primera al citarla: “*Mayahuel fue la diosa de la luna traída del cielo por Quetzalcóatl para transformarse en el maguey. Es así que a través de sus cuatrocientas tetas dio a los hombres y mujeres la bebida lechosa y nutritiva conocida como pulque*” (Figura 3). Las obras de maíz y girasol respondieron a experiencias personales, ya que la primera me remonta a la cultura maya derivadas de mis visitas de a las zonas arqueológicas de la Península de Yucatán y la segunda por haberle hecho una pintura a mi madre en vida.

Frutales

Los cultivos frutales que me inspiraron en base a una leyenda fueron: el aguacate (*Persea americana* Mill.), el cacao (*Theobroma cacao* L.), el nopal o tuna (*Opuntia* spp.) y la papaya (*Carica papaya* L.). Para citar el ejemplo de leyenda, haré referencia a la del cacao: “*Cuenta la leyenda que después de su destierro de Tenochtitlan, Quetzalcóatl, serpiente emplumada, regresa y regala el cacao al pueblo azteca en gratitud a la lealtad de su esposa, quien fue asesinada por no haber revelado los secretos sobre la gran ciudad que él le había encomendado antes de salir*”. Existe otro



Figura 3. Mayahuel, diosa de la luna (2012). Técnica Acuarela (formato 50×40 cm).

grupo de cultivos frutales cuya inspiración me vino de alguna experiencia vivida, éstos son: ciruela mexicana (*Spondias* spp), el nanche (*Byrsonuna crassifolia* (L.) Kunth), la pitaya y pitahaya (*Steneocereus* spp. e *Hylocereus* spp.), el tejocote, (*Crataegus* spp.) y la uva (*Vitis* spp.) (Figura 4). De esta última tengo muy presente una experiencia muy personal, igual citado en el libro-arte: “*Obra dedicada a mi mejor y fiel amigo, Mossy. A él, que apareció en estos momentos de duelo por la pérdida de mi madre; a él que estuvo presente día y noche durante la producción de ésta y otras obras de la colección. No obstante, mi tributo a las uvas silvestres mexicanas y mi reconocimiento a quienes las promueven, por hacernos saber que también somos origen de uvas mexicanas*”. Otros frutales que no tuvieron una inspiración mas que la vivida en el momento fueron: Anonáceas (*Annona* spp.), Guayaba (*Psidium guajava* L.), nogal pecanero (*Caya* spp.) y sapotáceas (Fam. Sapotaceae).

Ornamentales

De los cultivos ornamentales, son dos los asociados a leyendas: Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex klotzsch) y trigridia (*Trigridia pavonia*). De los referidos a experiencias meramente personales están: cactáceas (Familia Cactaceae), cempoalxóchitl o flor de muerto (*Tagetes* spp.), Dalia (*Dahlia* spp.), Hymenocallis (*Hymenocallis* spp.), orquídeas (Familia Orchidaceae) y pata de elefante (*Beaucarnea* spp.). De estas, la flor de muerto fue sin duda la que me inspiró para pintar la obra que dediqué con profundo amor (Figura 5) y el texto dice: “*A mi madre un ramo de cempoalxóchitl, su música favorita, un adiós digno de una mujer tan dulce como lo fue ella y una veintena de palomas que le lleven hasta el cielo*”. Otras ornamentales fueron: Bromelias (Familia Bromeliaceae) y echeveria (*Echeveria* spp.).



Figura 4. Mossy con uvas mexicanas (2012). Técnica Acuarela, (formato 50×40 cm).



Figura 5. Flores para mi madre (2012). Técnica Acuarela (formato 50×40 cm).

Hortalizas

De los cultivos hortícolas, hubo una asociación mas con experiencias personales con algunos de ellos: calabaza (*Cucurbita* spp.), camote (*Ipomea batatas* Lam.), chayote (*Sechium edule* Jacq.), chile (*Capsicum* spp.), jitomate (*Solanum lycopersicum*), papa (*Solanum* spp.) y tomate de cáscara. Cabe destacar el cultivo de papa (Figura 6) pues me trae recuerdos de mi infancia: “Recuerdo cuando niño veía las papitas redondas y tibias que brotaban de la tierra húmeda al paso de la yunta de mi papá...seguramente eso daba origen a tan peculiares bolitas que colectábamos por curiosidad mas que por propósitos de alimento”.



Figura 6. Papas de la tierra (2012). Técnica Acuarela (formato 50×40 cm).

Cultivos de impulso

Aquí entraron el achiote (*Bixa orellana* L.), quelites (varias especies de plantas), romeritos (*Suaeda* spp.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Lo destacable es que son especies poco comunes.

Conclusión

Este proyecto de ciencia y arte permitió capturar la esencia de 45 de los cultivos originario de México. A través del libro y la exposición Cultivos nativos de México es como se ha contribuido a dar a conocer a la población, sobre todo urbana, cuales han sido los cultivos que nos han dado alimento, protección e identidad. Por lo tanto, el arte se pone de manifiesto que puede ser una herramienta que promueva el estudio, conservación y aprovechamiento sustentable de las plantas que nos brinda algún tipo de beneficio.

Referencias

- García A. J. C. 2012. Expresarte de la tierra . Tributo a los cultivos nativos de México. Colegio de Postgraduados, México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232378/Expresarte_de_la_tierra.pdf
- Colegio de Postgraduados. 2022. Cultivos nativos de México, Caso de éxito. https://www.colpos.mx/cp_pdf/casos-de-exito/2022/cde_1022.pdf








ad[®]

In extenso

El sistema radical de frutales: desarrollo y manejo

Becerril-Román, A. Enrique^{1*} ; González-Pérez, Josué S.¹ ; Jaén Contreras, David¹ 

¹ Colegio de Postgraduados, Programa de Fruticultura, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, C. P. 56264, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

El conocimiento del sistema radical de frutales es a la fecha insuficiente. Lo anterior debido en parte a que es olvidado o relegado al no considerarlo en los planes de manejo, sean árboles, arbustos, bejucos o herbáceas, establecidos en suelo, conformando plantaciones de diferentes dimensiones, incluyendo ahora, aquellas más tecnificadas bajo macrotúneles, o bien, en densidades intensivas para cosecha mecánica, como el caso del olivo, nueces y cítricos. También se cuenta con poca divulgación acerca de cómo crecen las raíces, el ambiente en el que se desarrollan y prácticas de manejo. Lo anterior es trascendente para la productividad de especies frutales, ya que al ser plantas perennes con periodos de juvenilidad antes del florecimiento, periodo productivo que se extiende tanto como permite la longevidad de cada especie y desarrollo radical variable (frutal de semilla, enraizado, injerto, *in vitro*). Además las respuestas pueden variar por efecto del ambiente e impactar en el desarrollo del frutal a través de los años. Por tanto, difundir el conocimiento y tecnología sobre el sistema radical de especies frutales a través de la enseñanza de posgrado, así como, mediante la capacitación a productores y mayor investigación o estudio del sistema radical es un reto por cumplir.

Desde el siglo pasado el sistema radical ha sido motivo de estudio por investigadores pioneros dedicados a ello, fueron Rogers en Reino Unido y Kolesnikov en Rusia. Posteriormente se han realizado trabajos sobre las raíces por investigadores de Alemania, Estados Unidos de América, Suecia, España e Israel, y en la actualidad, se cuenta con estudios realizados en el Instituto de Investigación Jülich en Alemania y en el Centro Islandés de Investigación Forestal, pues las raíces ya son consideradas como vías de solución para el futuro de este mundo, no solo por su intervención en el crecimiento y desarrollo de la parte aérea de la planta, sino porque existe una estrecha complementariedad fisiológica y anatómica entre ambas, por ejemplo, en la captura de CO₂, ganando tierras al mar, como fitomejorador de suelos, minería, limitando la erosión de suelos y siendo opción de resistencia a estrés hídrico.

Una de las estaciones experimentales pionera en materia de estudio de la raíz de especies frutales de Clima Templado, fue la Estación Experimental de East Malling en Inglaterra, que tenía un laboratorio de raíces, donde se investigaba sobre la absorción y transporte de nutrientes mediante el uso de los Isótopos Radioactivos P₃₂ y Ca₄₅, además de estudiar

Cómo citar: Becerril-Román, A. E., González-Pérez, J. S., & Jaén Contreras, D. (2023). El sistema radical de frutales: desarrollo y manejo. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.231>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 81-87.

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



el crecimiento y distribución de raíces a través de ventanas que se ubicaban debajo del nivel del suelo, todo ello asociado a la investigación sobre almacenamiento de carbohidratos complejos (almidón) en tejidos de reserva de tallos y raíces, reservas que son de trascendental importancia para la reiniciación del crecimiento al término del periodo de letargo al que se ven sometidos los frutales, en particular, los de clima templado, quienes pierden todas sus hojas (caducifolios), quedando dependientes de sus reservas para los procesos de brotación de yemas florales y vegetativas durante las primaveras de cada año.

En la Figura 1 se muestra la cubierta de un túnel que se ubica por debajo del nivel del suelo, en el cual, a través de ventanas de observación localizadas en las paredes del túnel, se determinaron épocas y duración de flujos de crecimiento y distribución radical de las plantas en estudio, en este caso, al frente, plantas de fresa, y, al fondo, manzanos de bajo porte.

Al mismo tiempo, se estudiaba la distribución de raíces en campo, y entre muchos de sus resultados, uno que trascendió en el tiempo, fue el montaje de un manzano completo, parte aérea y sistema radical sobre una estructura metálica, tal cual se encontraba en el campo, que, por mucho tiempo, estuvo en exposición para propósitos de divulgación del conocimiento en cuanto a las dimensiones y proporciones de la relación raíz-parte aérea (Figura 2).

Crecimiento radical

El crecimiento del sistema radical solamente está condicionado por tres elementos: **Temperatura, humedad aprovechable y concentración de oxígeno en el suelo**, según se indica en el Cuadro 1, siempre y cuando cuente con el suministro de carbohidratos elaborados en las hojas o disponga de carbohidratos de reserva, almacenados durante



Figura 1. Laboratorio de raíces en la Estación Experimental de East Malling, Inglaterra.

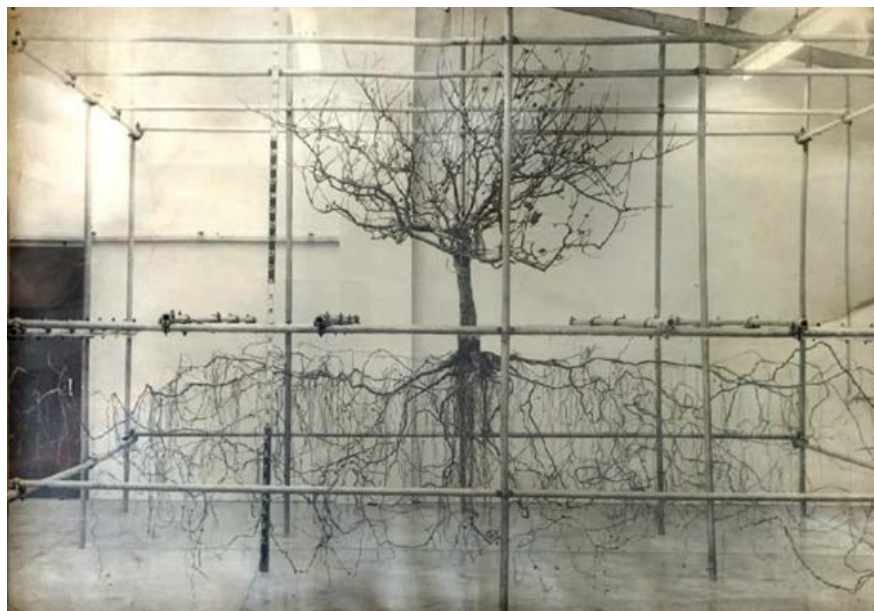


Figura 2. Árbol de manzano en etapa productiva de 2.2 m de altura y diámetro de copa de 2.3 m, y correspondiente sistema radical de un portainjerto de bajo vigor, de 1.6 m de profundidad por 6.0 m de diámetro, implicando raíces de 1er orden de más de 3.0 m de longitud horizontal, y raíces laterales de 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, y hasta 8° orden, de hábito horizontal y vertical con diferentes ángulos geotrópicos, con longitudes de 1.5 m las más largas, hasta pocos centímetros las más cortas, disminuyendo la longitud conforme aumenta el orden de aparición de la raíz.

el letargo de las plantas frutales, así como, con los nutrientes esenciales que se absorben para el desarrollo de la planta en general, el crecimiento se puede registrar todo el año, teniendo máximos al momento de plena floración o antes del inicio de letargo en la parte aérea del frutal.

Con base en lo anterior, se puede establecer que bajo las condiciones promedio de suelo, en México hay condiciones para crecimiento radical continuo, solamente restringido por temperaturas extremas, estrés hídrico, anaerobiosis por inundación, o bien, por excesos de humedad en texturas arcillosas o presencia de mantos freáticos superficiales.

Cuadro 1. Temperaturas, humedad aprovechable, concentración de oxígeno y de bióxido de carbono requeridos para crecimiento de raíces de especies frutales.

Elemento	Especies		
	Frutales de clima templado	Frutales de clima subtropical	Frutales de clima tropical
Temperatura	7°, 23-25°, 32 °C ¹	13°, 27°, 33 °C	
Humedad aprovechable	² CC {-0.03 Mpa} - PMT (-0.7 MPa)		
Concentración de O ₂ en el suelo	Concentración Oxígeno (>8%) y CO ₂ (<5%)		

¹ La temperaturas mínima, óptima y máxima de crecimiento de raíces en grados centígrados.

² La humedad es aprovechable entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitamiento temporal (PMT) medidos en Mega Pascales (Mpa) que indican valores de retención del agua, implicando mayor facilidad de absorción hídrica por la planta a CC y menor en PMT.

³ Concentración mínima de Oxígeno y máxima de Bióxido de carbono para el crecimiento de raíces.

Distribución radical

Sabedores entonces de los requerimientos para que las raíces crezcan y conformen un sistema radical que normalmente guarda una relación normal raíz-parte aérea de 1:3 en términos de peso seco, lo que viene a continuación, es el desarrollo del sistema radical en el suelo, en contenedor, o bien, en sistema hidropónico, lo cual implica variabilidad en cuanto a patrón de distribución radical, ya que en principio se define por el origen del frutal; por ejemplo, si proviene de semilla, injertado en un portainjerto de determinadas características o micropropagado con certificación fitosanitaria, habiendo una marcada diferencia entre frutales monocotiledóneos y dicotiledóneos. A este respecto, los monocotiledóneos tienen sistemas fasciculados o fibrosos conformados por gran cantidad de raíces adventicias de primer orden con raíces laterales de 2° hasta 4° orden, de mayor a menor longitud y cantidad al aumentar el orden de aparición (piña, dátil, coco, plátano); en tanto que los dicotiledóneos, que conforman la gran mayoría de frutales, tienen sistemas pivotantes con una raíz dominante (de semilla) o fasciculares-fibrosos adventicios derivados de enraizamiento de tallos.

A partir de que el sistema radical crece en un suelo o sustrato, dependiendo de las características fisicoquímicas del mismo, la distribución de raíces es muy variada, lo que deriva en patrones de diversa conformación, y entre las más trascendentales por sus efectos y características que interactúan continuamente se enuncian a la **Fertilidad, pH, Textura y Compactación**, que en mucho determinan la calidad del suelo y sustrato para que la distribución del sistema radical se exprese al máximo posible en profundidad y diámetro que genera el desarrollo horizontal de raíces (cantidad de raíces laterales) propiciando en consecuencia un buen desarrollo de la parte aérea, como sucede, cuando hay concentración suficiente y disponible de nutrimentos esenciales (pH 5.5-6.5), común en suelos de textura franca que tienen espacio poroso libre de agua ($\geq 15\%$), sin compactación (Figura 3).

Por el contrario, un suelo arcilloso fértil pero compacto (espacio poroso libre de agua $< 6\%$), propicia un sistema radical con raíces superficiales horizontales cortas, escasas laterales y gruesas, en tanto que, en un suelo arenoso poco fértil, sin compactación, se desarrollan raíces profundas largas con pocas raíces laterales y delgadas.

Lo anterior, va en combinación con el **Manejo del suelo o sustrato**, por ejemplo, **libre de hierbas por medios mecánicos**, entre, y debajo de los frutales con azadón-desbrozadora; entre hileras de árboles con rastra o con cubiertas vivas chapeadas (cortadas) periódicamente, en cuyo caso, se tendrán sistemas radicales que inician su desarrollo entre 15 y 25 cm por debajo del nivel del suelo.

Otro factor importantes es **Inhibir la emergencia de hierbas mediante cubiertas plásticas**, si bien las de color oscuro son efectivas contra la emergencia de hierbas, así como también previenen la pérdida de humedad aprovechable, pueden generar condiciones de alta temperatura en los primeros 5.0 cm de profundidad, aunque, por debajo de esta profundidad mantienen una temperatura superior a la que se presenta en condiciones de intemperie. Cuando el plástico se foto-degrada quedan residuos plásticos que contaminan el suelo, lo cual representa una desventaja. También **mediante cubiertas orgánicas** (mínimo de 7.5 cm de espesor, compactada), mismas que, además de prevenir pérdida de

humedad aprovechable, mantienen la temperatura más alta y estable del suelo o sustrato. Debe resaltarse que la materia orgánica trae mejora a las condiciones de estructura del suelo, así como aumento de fertilidad, dada la descomposición de la cubierta, por lo mismo, la mejor de todas las opciones, es ecológica, regenerativa y circular, que genera un sistema con más raíces y muchas laterales, que traerá consigo una distribución que mejore la exploración y volumen de suelo correspondiente a cada planta (Figuras 3 y 4).



Figura 3. Crecimiento de sistemas radicales del portainjerto M106 de manzano, a la izquierda, desarrollo radical bajo condiciones de temporal, en medio, desarrollo radical bajo condiciones de temporal bajo cubierta plástica, a la derecha desarrollo radical con fertirrigación y bajo cubierta.



Figura 4. Plantación intensiva de higueras con cubierta orgánica de hierba triturada de la región (también puede ser pasto proveniente del chapeo (corte de hierbas) de cubiertas vivas entre hileras de la plantación), que resuelve en parte el problema que representa la adquisición de grandes cantidades de composta u otro material orgánico para este propósito.

En cuanto a sustratos, estos son preparados según se requiere, en particular con miras a propagación en bolsas o a producción en macetas, formulados de tal forma que nutricional, física e hídricamente el sistema radical tenga el mejor de los desarrollos (Figura 5), sin perder de vista que, cuando las raíces llegan a las paredes del contenedor, las raíces crecerán paralelamente a las mencionadas paredes, y de igual forma que, cuando se cultivan en canaletas en sistema hidropónicos de flujo continuo (Nutriente Film Technique). En ambos casos llegarán a una dimensión hasta donde les permita el contenedor o la estructura hidropónica (Figura 6), sin detrimento del desarrollo y la alta productividad de la planta, tal



Figura 5. Planta de cafeto desarrollada en vivero con sustrato formulado para su desarrollo completo (seis meses), momento idóneo para trasplante en razón de tener raíces jóvenes que formarán laterales tan pronto se establezcan en el suelo.



Figura 6. Planta de fresa cultivada en canaleta de fondo plano donde se posiciona el sistema radical notándose como se ensancha la corona de la planta con la formación de raíces adventicias de 1° y 2° orden, para posterior formación de raíces laterales horizontales de subsiguientes órdenes.

cual se presenta bajo condiciones de suministro hídrico y nutricional continuo suficiente para la demanda que se requiera en estas condiciones de producción intensiva.

Es importante que las plantas producidas en vivero sean trasplantadas cuando han cumplido con su desarrollo inicial, este periodo es de alrededor de seis meses, tiempo en el cual la planta tiene un sistema radical vigoroso, con gran capacidad de crecimiento, tanto en cada ápice de raíz, como en la formación de raíces laterales, asegurándose con ello el establecimiento y desarrollo subsecuente de la planta en campo.






De mantener la planta más tiempo en vivero se ha observado crecimiento desordenado de las raíces dentro del contenedor, circunstancia que en caso de especies que se plantan con cepellón, puede traer consigo poco o nulo desarrollo radical, por lo que la planta no crece (Figura 7 A). En casos drásticos, la planta puede morir, siendo el caso del cultivo de fresa, uno de los más extremos, ya que, si se trasplanta dejando doblado el sistema radical del estolón, la planta se muere; por lo mismo, en frutales caducifolios que se establecen a raíz desnuda, debe de cuidarse que al trasplante todas las raíces queden en posición vertical (Figura 7 B).

En conclusión, el buen desarrollo del sistema radical asegura el crecimiento y producción de la parte aérea del frutal en cualquiera de las densidades de plantación que se utilizan en la actualidad; y en particular, en aquellas plantaciones intensivas, que implican un proceso de absorción hídrica y nutricional que debe ser meticulosamente monitoreado para alcanzar la mayor expresión del potencial productivo de la planta en un marco de sustentabilidad obligada.



Figura 7. A: sistema radical que solamente engrosó, no hay crecimiento de la raíz en longitud y tampoco forman raíces laterales, tiempo después de que el frutal fue plantado con cepellón y que estuvo más de seis meses en el vivero, la resultante fue una planta que no tuvo crecimiento, ni de raíz, ni de parte aérea. B: sistema radical de un frutal caducifolio que puede plantarse a raíz desnuda podada en lo necesario, para colocación vertical de la raíz en la cepa.

La Ilama (*Annona diversifolia* Saff.) una especie subcaducifolia endémica de México

Piedragil-Ocampo, Betsabe¹; Saucedo-Veloz, C.^{1†}; Otero-Sánchez, Marco Antonio^{2*}; López-Jiménez, Alfredo¹; Calderón-Zavala, Guillermo¹; Zuleta-Prada, Holber³

¹ Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Carretera México Texcoco km 36.5, Texcoco, México.

² Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Cocula, Guerrero, México.

³ Laboratorio de Productos Naturales, Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

* Autor para correspondencia: marco_otero@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La ilama o papausa (*Annona diversifolia* Saff.) es una especie subcaducifolia endémica de regiones cálidas del sureste mexicano, con alternancia de estaciones secas y húmedas. La mayoría de las especies del género *Annona* provienen de Centro y Sudamérica. México se reconoce como centro de origen de *Annona longifolia* (Jalisco) y *A. longipes* (Veracruz), en tanto que la región del Sureste de México y Guatemala es el origen de *A. diversifolia*, *A. purpurea* y *A. scleroderma*. La ilama (*Annona diversifolia*), es un árbol pequeño de frutos con pulpa de color blanco, rosa y morada; debido a su delicado sabor tiene amplia aceptación; no obstante, su alta perecibilidad limita su comercialización a mercados locales y catalogándose también como un cultivo de traspatio.

Características generales del fruto de ilama

Los árboles de ilama son por lo general de porte bajo, con raíces pivotantes y ramificaciones desde la base del tallo, con una altura promedio de cuatro metros, algunos individuos presentan mayor altura (Figura 1). Se caracterizan por tener un eje central dominante y ramificaciones desde la base. La raíz es de tipo pivotante, la cual permite a la planta buena fijación a suelos con condiciones de marginalidad, aún en suelos con alto grado de pedregosidad, volviéndose por lo tanto plantas menos exigentes que otros cultivos comerciales. La ilama presenta yemas vegetativas y reproductoras, y estas últimas son mixtas, ya que presentan una inflorescencia y una yema vegetativa accesoria. Las yemas se denominan sub-peciolares, ya que se ubican dentro del pecíolo de la hoja y brotan después de su desprendimiento.

Las flores se forman en yemas ubicadas en la parte media y terminal de brotes de la estación anterior, aun-



Cómo citar: Piedragil-Ocampo, B., Saucedo-Veloz, C.[†], Otero-Sánchez, M. A., López-Jiménez, A., Calderón-Zavala, G., & Zuleta-Prada, H. (2023). La Ilama (*Annona diversifolia* Saff.) una especie subcaducifolia endémica de México. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.233>

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

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4). Julio-Agosto. 2023. pp: 89-93.

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



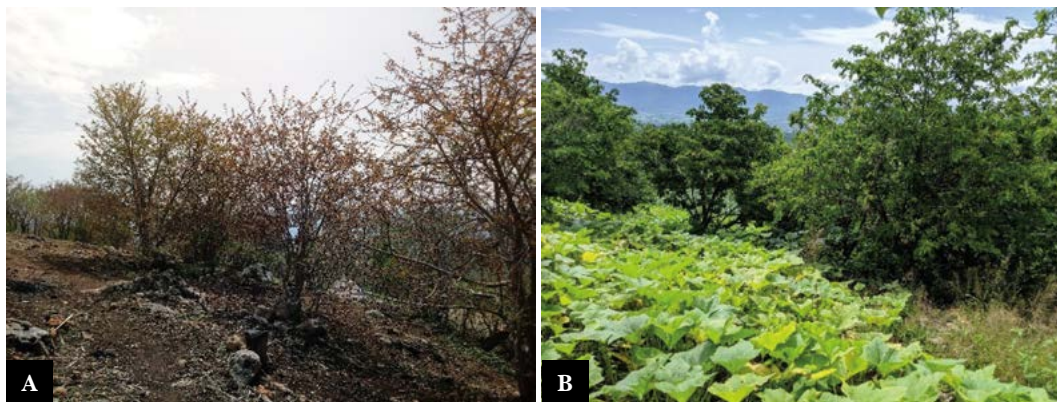


Figura 1. Árboles de ilama (*Annona diversifolia* Saff.) ubicados en la localidad Machito de las Flores, Municipio de Cocula, Guerrero. A) Brotación floral y vegetativa (abril-mayo). B) Crecimiento de frutos, brotes, ramas y hojas (junio-septiembre).

que también pueden desarrollarse directamente rodeadas por las cicatrices de las hojas sobre ramas o brotes maduros; las flores pueden ser solitarias o en grupos de dos o tres (Figura 2A). La antesis se inicia con la separación de los pétalos y regularmente ocurre en las primeras horas de la mañana (Figura 2B), en esta etapa el estigma está receptivo, sin embargo, las anteras aún no emiten polen.

La ilama, al igual que otras especies de *Annona*, se caracterizan por presentar bajo amarre de frutos, lo cual se debe aparentemente a la dicogamia protogónica en donde los órganos reproductores (femenina y masculina) maduran a destiempo, impidiendo la autopolinización (De la Rocha, 1967). Además, en la época de floración existe baja humedad relativa y altas temperaturas en el ambiente, factores que afectan la fecundación. Por ello, la polinización manual es una práctica que puede incrementar significativamente el número de frutos por planta, lo cual se realiza en otras especies de anonáceas como son chirimoya, atemoya y guanábana.

Los frutos de *A. diversifolia* son ovoides elipsoidales, con la base hundida y los carpelos sobresalientes, aunque algunos más lisos (Figura 3). Tienen una longitud promedio aproxi-



Figura 2. Vista de árbol de ilama en floración A) Flores. B) Apertura floral.

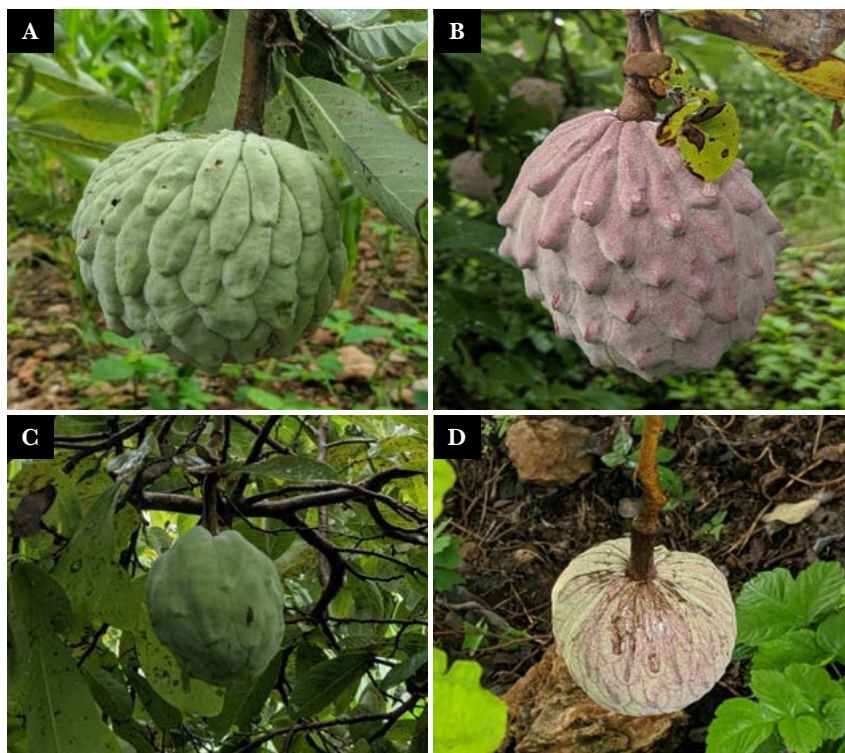


Figura 3. A y B) Frutos pulpa blanca y vino con carpelos sobresalientes. C y D) Frutos pulpa blanca y vino con carpelos lisos.

madamente de 12 cm, son de pulpa color blanco, rosa y vino. La pulpa tiene una consistencia cremosa similar a la de un helado, con sabor dulce y agradable al paladar, puede variar de dulce a agridulce dependiendo del color de la pulpa y contiene numerosas semillas. La cáscara es gruesa y coriácea, de color verde a rojo cenizo o vino, con apariencia polvosa, al igual que la parte inferior de las hojas. De acuerdo con los productores la etapa de madurez de consumo coincide cuando ocurre el agrietamiento de la base del pedúnculo (Figura 4), lo que limita su vida de anaquel y tiempo de comercialización.



Figura 4. Agrietamiento de la base del pedúnculo de fruto de ilama (*Annona diversifolia* Saff) color vino.

Producción de ilama en México

En México su producción se localiza en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz (Chávez *et al.*, 1999). La producción es de traspatio, sin ningún manejo agronómico con plantas provenientes de semilla, con la consecuente heterogeneidad genética (Otero-Sánchez *et al.*, 2006). Tiene un rendimiento aproximado de 2 a 2.5 t ha⁻¹ y un promedio de 20 kg por árbol (datos estimados). Actualmente no existen datos oficiales de la producción de ilama en el país.

Importancia del fruto de ilama

Los frutos de la familia Annonaceae son ricos en calorías, vitaminas y minerales (K, Ca, Na, Cu, Fe y Mg), y se consumen como frutas frescas, pero también se utilizan ampliamente en productos semiprocesados y procesados, especialmente postres (bebidas, bases para helados, dulces, gelatinas, jaleas, entre otros). Los frutos de ilama son considerados una fuente importante de fibra (62.58%), azúcares (sacarosa 51-55% y fructosa 24.5-27.5%), potasio (0.344%), zinc (0.15 mg/100 g), y compuestos bioactivos con actividad antioxidante, tales como flavonoides. Por lo que se sugiere que el consumo regular de frutos de *Annona diversifolia* puede proporcionar nutrientes y elementos esenciales para el humano.

Usos farmacológicos

El uso de plantas medicinales implica una alternativa de tratamiento principalmente para la población residente en áreas rurales de países en vías de desarrollo y por los crecientes costos de los medicamentos farmacológicos. Varios reportes han caracterizado la actividad farmacológica de *A. diversifolia* por sus compuestos bioactivos (principalmente acetogeninas, flavonoides y alcaloides) que se encuentran en raíces, hojas, corteza, semillas y frutos. En la medicina tradicional mexicana sus hojas se utilizan como anticonvulsivo, analgésico y antiinflamatorio; actualmente, se recomienda en el tratamiento de hiperglucemia en personas con diabetes mellitus. Además, las hojas tienen un uso popular por sus propiedades antiepilépticas. Estudios neurofarmacológicos realizados con el extracto etanólico de las hojas de *A. diversifolia* demostraron que una dosis de 200 mg kg⁻¹ del extracto retrasó significativamente el inicio de convulsiones inducidas artificialmente por pentylenetetrazol (estimulante circulatorio y respiratorio que en dosis altas causa convulsiones). Además, el extracto también redujo el porcentaje y tiempo de muerte a causa del suministro del estimulante del sistema nervioso.

Estudios farmacológicos *in vitro* e *in vivo* han demostrado que el extracto acuoso de *A. diversifolia* posee flavonoides con propiedades inhibitoras de la α -glucosidasa y efectos antihiper glucémicos en ratas normoglucémicas. Otros estudios han demostrado que una sustancia conocida como palmitona, aislada del extracto alcohólico, contiene actividad anticonvulsivante y depresora del sistema nervioso central. Además, las acetogeninas de anonáceas, mostraron actividad antiproliferativa de células cancerosas (Schlie-Guzman *et al.*, 2009).

Otros usos

El aprovechamiento del aceite no-comestible obtenido de las semillas de *A. diversifolia*, condujo a la obtención de un biodiesel amigable con el medio ambiente. Se ha reportado la presencia y abundancia de liriodenina en varias especies de la familia Annonaceae (Azimova, 2013; Bentley, 2006). En particular, la liriodenina es rica en raíces de árboles adultos de *Annona diversifolia*, y está presente en etapas tempranas de germinación en endospermo y raicillas, así como en raíces y tallos de plántulas. Una plántula de dos a seis hojas (30 y 50 días de edad) contiene aproximadamente la misma cantidad de liriodenina que una planta adulta (0.2% del peso seco de la planta). Esta producción temprana indica que es una sustancia de importancia biológica durante el desarrollo temprano. Además, durante el almacenamiento de semillas y la imbibición para la germinación *in vitro*, las semillas a menudo son atacadas por hongos que logran descomponer completamente el endospermo, lo que inflige daño al embrión (rudimentario en Annonaceae). Sin embargo, si las semillas son capaces de germinar, la población fúngica disminuye a medida que se desarrolla el embrión, fenómeno que coincide con la aparición y posterior aumento de la liriodenina. Esto sugiere que la presencia de liriodenina puede inhibir el crecimiento de organismos patógenos.

Perspectivas

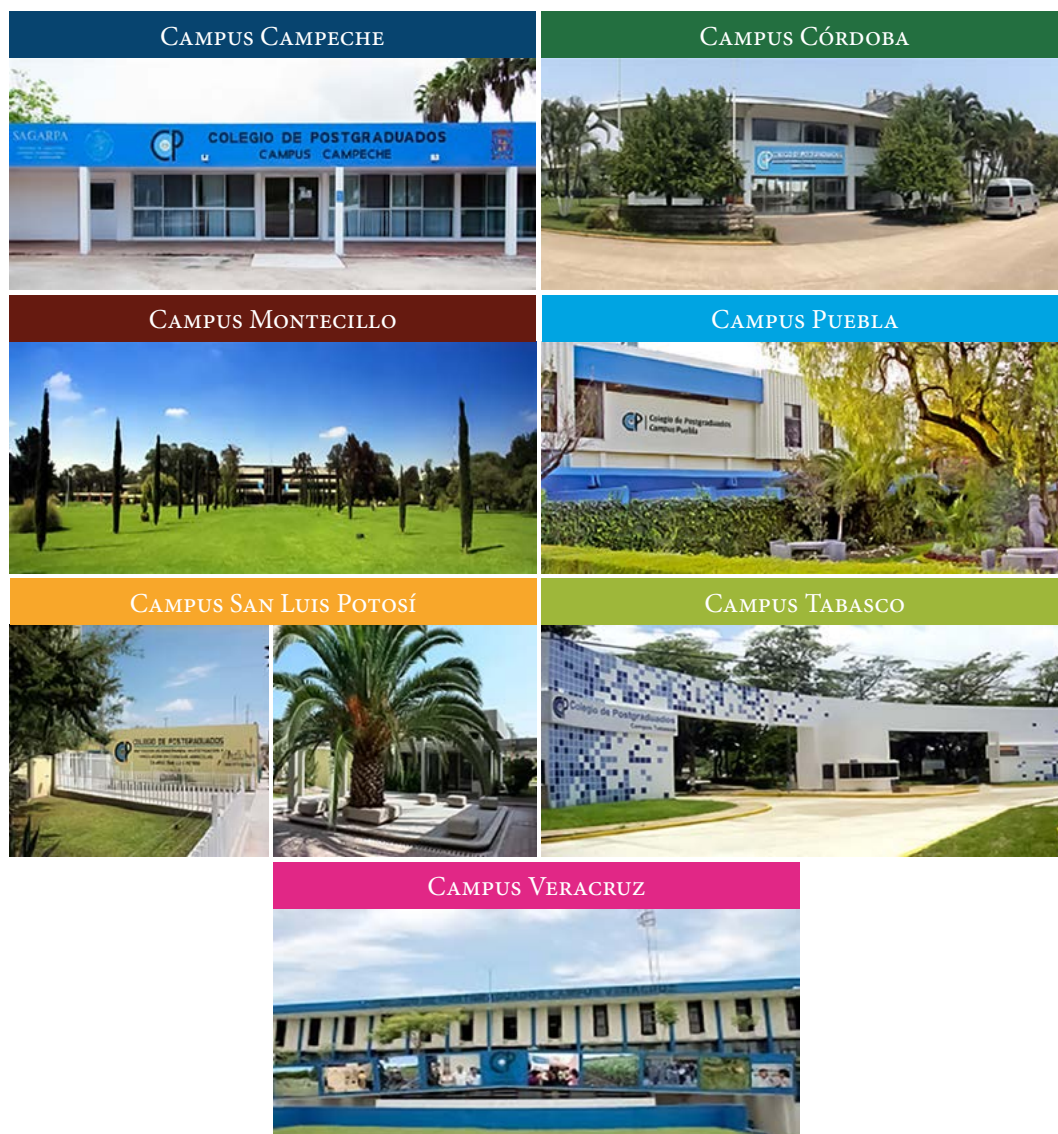
Annona diversifolia Saff., es una especie subcaducifolia rústica y productiva aún bajo condiciones climáticas, edafológicas y de manejo limitantes, presentando una alternativa de producción y manejo sustentable para el trópico seco de nuestro país. Es necesario realizar mayor investigación sobre el manejo sustentable del cultivo (propagación, economía del agua, nutrición y manejo fitosanitario), y en el fruto estudios nutraceuticos y farmacológicos, así como productos derivados de la pulpa. En resumen, la producción de llama es recurso genético frutícola que representa una oportunidad bajo las circunstancias actuales de cambio climático, debido a que puede desarrollarse en suelos pobres y con poca disponibilidad de agua.



Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)

Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)

El **COLEGIO DE POSTGRADUADOS** en Ciencias Agrícolas, cuenta con siete *Campus* distribuidos en diferentes estados de México: Campeche, Córdoba (Veracruz), Montecillo (EDOMEX), Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. Su actividad sustantiva como Institución de Educación Superior (IES) se basa en la Investigación, Educación de Posgrado y Vinculación.



Los Posgrados en Ciencias, Profesionalizantes y Tecnológicas que opera el COLEGIO DE POSTGRADUADOS estructuran sus actividades en hasta ahora **57 Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)**. Las LGAC-CP definen la naturaleza del Programa de Postgrado, pues cuentan con un Plan Estratégico de mediano y largo plazo hacia la generación de un Cuerpo académico de Conocimiento definido. Fundamentan los proyectos de investigación de los estudiantes y facilitan la operación de la investigación en el Posgrado.

En diferentes números de esta revista *AgroDivulgación* estaremos presentando a diferentes **LGAC y sus integrantes** con el fin de crear un Directorio de Expertos en cada área del conocimiento.

CAMPUS MONTECILLO

MON-LGAC-05: Mejoramiento Genético y Producción Integral Sustentable Frutícola y Ornamental

Definición

Esta LGAC-CP abordará la generación y aplicación del conocimiento científico para la obtención y validación de nuevas variedades de frutales y ornamentales mediante el mejoramiento convencional, herramientas biotecnológicas, ingeniería genética y mutagénesis para liberar aquellas variedades mejor adaptadas a las necesidades cambiantes de mercado y tecnologías, así como a las condiciones climáticas del país. Contribuir a la independencia tecnológica y a la generación del conocimiento en el rescate, conservación y producción de recursos fitogenéticos y que sirva de base para la formación de recursos humanos, así como de nuevas investigaciones e innovaciones para desarrollo sustentable frutícola y ornamental.

Pertinencia

Contribuir a la independencia tecnológica, en cuanto a variedades mejoradas y procesos de producción, de los productores nacionales de frutales y ornamentales y generará conocimiento para el rescate, conservación y producción de recursos fitogenéticos; además, formará recursos humanos de alto nivel que demanda el sector productivo, así como nuevas investigaciones e innovaciones para desarrollo sustentable frutícola y ornamental.

EXPERTOS



DR. GREGORIO ARELLANO OSTOA

Profesor Investigador Adjunto

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Ing. Agrícola (UNAM)

M.C. Fruticultura (Colegio de Postgraduados)

D.C. Universidad Santiago de Compostela, España

Postdoctorado en Biotecnología, Fundación Universidad de las Américas, Puebla (UDLAP)

Estancias:

Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España

Correo institucional: arellano@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE INTEGRAL FRUTÍCOLA Y ORNAMENTAL

Líneas de Investigación:

- Investigación de factores bioquímicos y moleculares en la inducción y desarrollo in vitro de órganos adventicios en especies de difícil propagación.
- Diseño biorreactores con Software libre para Automatizar Sistema de Inmersión Temporal en la micropropagación de especies frutales, ornamentales y forestales.

Proyectos:

- Aplicación de tecnologías emergentes e innovadores en la propagación in vitro de higo, aguacate, fresa, olivo, vid, echeverrias, vainilla, lináloe y orquídeas en sistemas semisólidos y en biorreactores de inmersión temporal.
- Desarrollo de protocolos para la producción in vitro de metabolitos secundarios en especies como Lináloe, Olivo y Echeverrias.
- Respuesta de variedades de fresa “Festival” y “Cp-Jacona” al homogenato de *Fusarium oxysporum* empleando cultivo de tejidos vegetales.



DR. GUILLERMO CALDERÓN ZAVALA

Profesor Investigador Titular

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Ing. Agrónomo, U.A Chapingo.

MC Fruticultura, Colegio de Postgraduados.

Ph.D. Cornell University, Estados Unidos

Correo institucional: cazagu@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE INTEGRAL FRUTÍCOLA Y ORNAMENTAL

Líneas de Investigación:

- Fisiología y manejo de producción forzada en berries.
- Reguladores de crecimiento y bioestimulación en frutales.
- Mejoramiento genético en frutales.
- Producción intensiva de frutales.

Proyectos:

- Caracterización morfológica y de resistencia a *Fusarium* de 27 genotipos de especies silvestres y variedades introducidas de zarzamora de uso libre.
- Mantenimiento y cruzamientos en un dialélico completo en cruzamientos de nueve variedades de zarzamora para generación de nuevas variedades.
- Mejoramiento genético de frutales: durazno, fresa y zarzamora.
- Fisiología de producción forzada en berries.
- Composición funcional y nutricional para el mejoramiento genético de nuevas variedades de durazno.
- Estrés hídrico y eficiencia en el uso del agua en la producción intensiva de higo (*Ficus carica* L.) bajo invernadero.



DRA. MARIA ALEJANDRA GUTIERREZ ESPINOSA

Profesora Investigadora Titular

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS
 Ing. Agrónomo. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco 1983
 Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados-Fruticultura 1988
 PhD. University of Florida. USA. 1995

Línea de Generación/Aplicación del Conocimiento (LGAC –CP):
 MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN INTEGRAL SUSTENTABLE FRUTÍCOLA Y ORNAMENTAL

Línea de Investigación:

- Biotecnología

Proyectos:

- Micropropagación de frutales y ornamentales
- Transformación genética de cítricos
- Estudios de expresión de genes
- Origen y variabilidad genética de guayabo



DRA. YOLANDA LETICIA FERNÁNDEZ PAVÍA

Profesora Investigadora Adjunta

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS
 Lic. En Biología (Facultad de Ciencias, UNAM)
 M.C. Edafología (Universidad Nacional Autónoma de México)
 Dr. Horticultura (Universidad Autónoma Chapingo)
 Correo institucional: mapale1@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):
 MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN INTEGRAL SUSTENTABLE FRUTÍCOLA Y ORNAMENTAL

Líneas de Investigación:

- Nutrición y Producción de cultivos Hortícolas y Ornamentales

Proyectos:

- Mantenimiento y conservación de plantas nativas ornamentales, caracterización y manejo agronómico de Zephyrantes cuatro especies
- Manejo agronómico de *Tigridia* sp. Mediante un programa de fertilización y bioestimulantes.
- Conservación y mantenimiento de recurso filogenético de *Euphorbia lomelii*
- Producción de semilla de *Cosmos bipinnata*
- Conservación y Propagación de nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* C.V. Valenciana
- Módulo demostrativo de plantas nativas para polinizadores



DRA. OLGA TEJEDA SARTORIUS

Profesora Investigadora Asociada

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS
 Lic. En Biología (Universidad Veracruzana)
 M.C. Colegio de Postgraduados
 D.C. Colegio de Postgraduados
 Correo institucional: olgats@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):
 MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN INTEGRAL SUSTENTABLE FRUTÍCOLA Y ORNAMENTAL

Líneas de Investigación:

- Manejo y floración de orquídeas
- Floración *in vitro* de orquídeas

Proyectos:

- Manejo de la nutrición y reguladores de crecimiento vegetal para el crecimiento, la inducción floral y desarrollo de la floración de orquídeas.
- Inducción floral *in vitro* de vainilla y otras especies de orquídeas
- Jardines urbanos de orquídeas y polinizadores

**DRA. MARCELINA VÉLEZ TORRES****Investigadora Auxiliar Adjunta**

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (UACH)

M.C. Genética (Colegio de Postgraduados)

Dra. Recursos Genéticos y Productividad – Genética (Colegio de Postgraduados)

Estancias:

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Laboratorio de Biotecnología.

Centro Nacional de Recursos Genéticos- INIFAP, Laboratorio de Conservación *in vitro* y Criopreservación de Tejido Vegetal.

Correo institucional: velez.marcelinas@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN INTEGRAL SUSTENTABLE FRUTÍCOLA Y ORNAMENTAL

Líneas de Investigación:

- Mejoramiento Genético de Frutales y Ornamentales

Proyectos:

- Colección *in vitro* de germoplasma de fresa (*Fragaria* L.) y zarzamora (*Rubus* spp.) mediante crecimiento mínimo.
- Colección, caracterización y generación de nuevos materiales de berries con fines de mejoramiento genético.
- Estrategias de conservación y pre-mejoramiento de recursos genéticos vegetales para un mejoramiento genético sustentable.
- Exploración citogenética en genotipos de zarzamora (*Rubus* spp.) y fresa (*Fragaria* L.) propagados por semilla y vía vegetativa.

MON-LGAC-06: Prevención y Manejo de Riesgo Climático en Especies Frutícolas y Ornamentales

Definición

Las incertidumbres del tiempo debido al cambio climático global reflejadas con la presencia de altas temperaturas, trae como consecuencia, sequías, inundaciones o desfase del periodo de lluvias durante el ciclo de crecimiento de las especies frutícolas y ornamentales, demandan conocimiento e investigación para desarrollar sistemas de producción y formar recursos humanos con el enfoque de Agricultura Climáticamente Inteligente definido por la FAO. Por lo tanto, en la búsqueda de mitigar los efectos del cambio climático en la producción Agrícola, necesario observar prácticas que reduzcan o eviten las emisiones de gases de invernadero, e introducir al mismo tiempo, acciones de adaptación al cambio que colaboren con las acciones de mitigación. Esto exige un enfoque integral que incluya la captura y secuestro de carbono atmosférico en los diferentes agro-sistemas del país, en nuestro caso, aquellas especies frutícolas y ornamentales, a la par de acciones de preservación de pérdida de suelo o de mejora de la calidad del mismo, mediante prácticas sostenibles y resilientes al cambio climático, así como también la preservación de la biodiversidad y mantenimiento de cubiertas vegetales en zonas no cultivadas.

Pertinencia

El impacto a los resultados y tecnologías desarrolladas con el enfoque de Agricultura Climáticamente Inteligente, definido por la FAO, se esperan ver reflejada en la producción frutícola y ornamental en beneficio directo de productores, especialmente de bajos recursos, y en los consumidores que demandan fibra, proteína, vitaminas y minerales en la dieta diaria, así como de otros productos de bien común que coadyuven a la seguridad alimentaria, salud, empleo, mitigar la pobreza y desintegración social. Los conocimientos generados de la investigación interdisciplinaria también impactaran directamente en el ámbito académico nacional e internacional a través de la formación de recursos humanos, sean estudiantes, investigadores u otras personas interesadas. Lo anterior vinculado con los objetivos prioritarios del Programa Sectorial y Desarrollo Rural (2020-2024); así como agropecuario y acuicolapesquero frente a los riesgos agroclimáticos, y aumentar la formación de investigadores y profesionales a nivel postgrado, que contribuyan a la autosuficiencia alimentaria, bajo un contexto innovador y de desarrollo sustentable; y, con el objetivo del Programa de postgrado en Fruticultura que es generar, validar, valorizar y transferir conocimiento y tecnología, para ofrecer nuevas opciones y soluciones integrales de producción en la fruticultura y la horticultura ornamental, mediante la integración y participación de un equipo interdisciplinario y trans-disciplinario para abordar los retos.

EXPERTOS



DR. A. ENRIQUE BECERRIL ROMÁN

Profesor Investigador Titular

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Ing. Agrónomo Especialista en Fitotecnia (Escuela Nacional de Agricultura)

Maestro en Ciencias Fruticultura-Centro de Genética (Colegio de Postgraduados)

PhD. Plant Physiology (Wye College, University of London; hoy día, Imperial College at Wye, Reino Unido)

Correo institucional: becerril@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC-CP):

“PREVENCIÓN Y MANEJO DE RIESGO CLIMÁTICO EN ESPECIES FRUTÍCOLAS Y ORNAMENTALES”

Líneas de Investigación:

- Ecofisiología de Frutales
- Nutrición y Sistema Radical de Frutales
- Relación Clima Frutal: Adaptación, Mitigación y Resiliencia al Cambio Climático

Proyectos:

- Gestión del Conocimiento Plataforma de Acción Climática en Agricultura.
- Fenología, Desarrollo y Nutrición de Berries.
- Libros: Experiencias en Fruticultura General, Sistema Radical y Relación Clima Frutal.



DR. JOSÉ ISABEL CORTÉS FLORES

Profesor Investigador Emérito

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Ing. Agrónomo especialista en suelos, ENA,

Maestro en Ciencias en Suelos, Colegio de Postgraduados

Doctor en Ciencias-Soil Science, Univ. Of California of Davis.

Correo institucional: jicortes@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC-CP):

“PREVENCIÓN Y MANEJO DE RIESGO CLIMÁTICO EN ESPECIES FRUTÍCOLAS Y ORNAMENTALES”

Líneas de Investigación:

- Tecnologías multiobjetivo para las pequeñas unidades de producción
- Nutrición de frutales
- Suelo, producción y medio ambiente
- Prevención y manejo de riesgo climático en especies tropicales y ornamentales

Proyectos:

- Milpa intercalada en árboles frutales



DR. ALFREDO LÓPEZ JIMÉNEZ

Profesor Investigador Adjunto

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia

Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

Maestro en Ciencias en Fruticultura, Colegio de Postgraduados.

Doctor en Ciencias Especialidad en Fruticultura

Postdoctorado: University of California, Riverside, E.U.A.

Correo institucional: lopezja@colpos.mx

Estancias:

Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO), División de Capacitación Técnica. Estado de Israel.

International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies. Zaragoza, España

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):

“PREVENCIÓN Y MANEJO DE RIESGO CLIMÁTICO EN ESPECIES FRUTÍCOLAS Y ORNAMENTALES”

Líneas de Investigación:

- Nutrición y Manejo de Frutales en Altas Densidades
- Identificación de riesgos y estrategias de adaptación al cambio climático en frutales.

Proyectos:

- Producción intensiva de nopal tunero y de verdura.
- Estrés hídrico y altas temperaturas sobre la productividad y calidad en frutales y sus estrategias de manejo.
- Nutrición y manejo integral de frutales y su relación con la producción y calidad nutricional del fruto.

**M.C. DAVID JAÉN CONTRERAS****Investigador Titular**

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Licenciatura: Biólogo, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Maestría: Colegio de Postgraduados, Postgrado de Fruticultura.

Correo institucional: djaen@colpos.mx

Estancias:

Oregon State University, Department of Botany, Taxonomic and Fungal Ecology Mycorrhizal (Dr. James Trappe)

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):

Prevención y manejo del riesgo climático en especies frutales y ornamentales

Líneas de Investigación:

- Manejo de huertos de árboles frutales caducifolios y tropicales
- Tecnología microbiana en la producción de frutales y plantas ornamentales
- Producción forzada en frutales, Nutrición mineral y orgánica en árboles frutales y plantas ornamentales
- Formulación y desarrollo de soluciones nutritivas para mejorar crecimiento plantas frutales y ornamentales
- Técnicas de Análisis de laboratorio para suelos y plantas.

Proyectos:

- Producción de mandarina en clima templado de altura
- Manejo orgánico de huertos de uva y ciruelo con tecnología microbiana
- Diagnóstico de la fertilización mineral en huertos de aguacate para exportación
- Optimización del crecimiento de plantas de arándano con nutrición orgánica y soluciones nutritivas
- Efecto de la temperatura en plantas de guayaba criolla roja en un clima templado de altura

**DR. ANGEL VILLEGAS MONTER****Profesor Investigador Titular**

Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Ing. Agrónomo Especialista en Fitotecnia (Escuela Nacional de Agricultura)

Maestro en Ciencias Fruticultura-Centro de Genética (Colegio de Postgraduados)

Doctorado en la Universidad de Córdoba, España

Correo institucional: avillega@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC-CP):

“PREVENCIÓN Y MANEJO DE RIESGO CLIMÁTICO EN ESPECIES FRUTÍCOLAS Y ORNAMENTALES”

Líneas de Investigación:

- Poliembrionía en cítricos
- Fisiología y producción de cítricos

Proyectos:

- Manejo agroecológico para la sustitución de glifosato y otros agrotóxicos en naranja valencia, cítricos y sus cultivos asociados en el norte de Veracruz y noreste de Puebla.
- Poliembrionía en cítricos: ¿el embrión de mayor tamaño da origen a plantas nucelares?

MON-LGAC-08: “Manejo Postcosecha Sustentable de Productos Hortícolas y Agroindustriales y de sus Subproductos”

Definición

La línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento en “Manejo Postcosecha sustentable de productos hortícolas y agroindustriales y de sus subproductos”, desarrolla investigación enfocada a prolongar y mantener la calidad de productos hortícolas mediante la generación o aplicación de tecnologías de almacenamiento o transformación de los mismos, creando nuevos productos con calidad organoléptica y sensorial aceptable por el consumidor. Asimismo, tiene el objetivo de identificar y analizar las características de aquellas especies nativas y/o cultivadas con alto valor nutracéutico a fin de conservar sus cualidades. El propósito es, disminuir las pérdidas postcosecha de los productos hortícolas y agroindustriales, ofreciendo alternativas sostenibles al Sector Agrícola mexicano. Lo anterior se logrará mediante la generación o modificación de tecnologías tradicionales o emergentes como la refrigeración, atmósferas controladas, y el desarrollo de cubiertas o empaques bioactivos sustentables y/o biodegradables, así como los procesos de transformación de alimentos como son la fermentación, beneficiado, tostado entre otros.

Pertinencia

Esta LGAC se alinea con los objetivos de Desarrollo Sostenible de la FAO en cuanto a las estrategias de Hambre Cero, Salud y Educación de Calidad; además, de los lineamientos marcados en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 en lo referente a: Lograr la Autosuficiencia Alimentaria y contribuir al Bienestar de la Población Rural mediante estrategias inherentes a la Producción de Alimentos Sanos y Nutritivos. En este contexto se pretende realizar investigación que permita generar conocimiento que se transmita tanto a productores, procesadores, empaques, así como a la comunidad científica y como parte de la formación de estudiantes de nivel maestría y doctorado. Se aplicarán y generarán tecnologías emergentes para la obtención de nuevos productos con alta calidad, todo ello enfocado a la disminución de pérdidas postcosecha de productos del agro mexicano y a realizar un aprovechamiento integral de los recursos. Se espera que para el año 2050 la población crezca hasta 9,100 M de personas, por lo cual se necesitará incrementar la producción de alimentos en un 70%. En las últimas décadas, la mayoría de los países se han centrado en mejorar la productividad de los cultivos, sin embargo, las pérdidas postcosecha representan un problema real, pues aproximadamente un tercio de los alimentos producidos (alrededor de 1,300 millones de toneladas), se pierde cada año durante esta etapa. Por lo anterior es fundamental generar conocimiento a fin de reducir las pérdidas de los productos hortícolas y formar capital humano con enfoque humanista a fin de plantear soluciones al productor mexicano.



DRA. MA. DE LOURDES C. ARÉVALO GALARZA
Profesora Investigador Titular
 Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS
 Ing. AgroIndustrial (UACH)
 M.C. Fruticultura (Colegio de Postgraduados)
 Dr. Fruticultura. (Colegio de Postgraduados)
 Correo institucional: larevalo@colpos.mx

Estancias:

Universidad Wageningen (Horticulture Department) Países Bajos
 Agricultural Research Service (ARS-USDA) Hilo, Hawaii, EUA
 Agricultural Research Service (ARS-USDA) Parlier, California, EUA

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):
 “MANEJO POSTCOSECHA SUSTENTABLE DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS Y AGROINDUSTRIALES Y DE SUS SUBPRODUCTOS”

Líneas de Investigación:

- Fisiología y Manejo Postcosecha de Productos Hortofrutícolas y Ornamentales

Proyectos:

- Estrategias para reducir el viviparismo en frutos de chayote
- Caracterización y manejo postcosecha de variedades de chayote subutilizadas con potencial comercial.
- Evaluación de la calidad y almacenamiento de frutos de lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]
- Reducción de daños por frío en flores de bulbo almacenadas a bajas temperaturas



DR. SERGIO HUMBERTO CHÁVEZ FRANCO
Profesor Investigador Adjunto
 Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS
 Ingeniero en Industrias Agrícolas: 8/nov/1980
 Maestría en Ciencias Fruticultura: 31/mar/1983
 PhD. Postharvest Physiology and Technology: Major in Controlled Atmospheres: 30/sep/1991
 Correo institucional: sergiocf@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):
 “MANEJO POSTCOSECHA SUSTENTABLE DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS Y AGROINDUSTRIALES Y DE SUS SUBPRODUCTOS”

Líneas de Investigación:

- Fisiología Postcosecha

Proyectos:

- Efecto y georeferenciación de fuerzas g en frutos
- Manejo, almacenamiento y evaluación no subjetiva de calidad.
- Control de la maduración y reducción de pérdidas postcosecha.



M.C. CECILIA GARCÍA OSORIO
Investigador Titular
 Campus Montecillo-COLEGIO DE POSTGRADUADOS
 Licenciatura: Ingeniera Agroindustrial.
 Universidad Autónoma Chapingo
 Maestría: Botánica. Colegio de Postgraduados
 Correo institucional: gcecilia@colpos.mx

Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento Institucionales (LGAC-CP):
 “MANEJO POSTCOSECHA SUSTENTABLE DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS Y AGROINDUSTRIALES Y DE SUS SUBPRODUCTOS”

Líneas de Investigación:

- Desarrollo de métodos analíticos para cuantificación de compuestos de calidad nutricional y nutraceutica en frutas y vegetales.

Proyectos:

- Cuantificación de principales ácidos orgánicos por HPLC en frutos
- Comparación de técnicas analíticas para cuantificación de ácido ascórbico