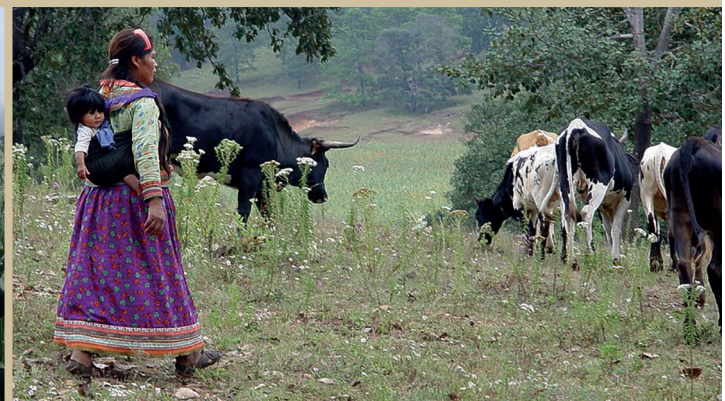




# Aportaciones del INIFAP al Campo Mexicano en **35 AÑOS**



Compiladores  
Efraín Cruz Cruz y Luis Reyes Muro

**Aportaciones del INIFAP  
al Campo Mexicano en  
35 AÑOS**



AGRICULTURA  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**inifap**  
35 Años Transformando el Campo

---

# Aportaciones del INIFAP al Campo Mexicano en **35 AÑOS**

---

**Libro Técnico No. 1**

**Compiladores**

Efraín Cruz Cruz

Luis Reyes Muro

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**

Ciudad de México, México, noviembre de 2020

Portada.

“Mosaico de los ganadores del Concurso Nacional de Fotografía INIFAP en tu Vida, 2020”

Fotografía: Roberto Reynoso Santos, Julián Cerano Paredes, Vidal Guerra de la Cruz, José Cruz Jiménez Galindo, Francisco Godínez Catalán, Hilario Flores Gallardo, Guillermo Martínez Velázquez, Jerónimo Sepúlveda Vázquez, María del Carmen Zavaleta Córdova.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso Núm. 5, Barrio de Santa Catarina,  
Delegación Coyoacán, C. P. 04010. Ciudad de México.  
Teléfono (55) 3871-8700

Aportaciones del INIFAP al Campo Mexicano en 35 Años

**ISBN: 978-607-37-1249-1**

Primera Edición, 2020

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

Hecho en México.

Cita correcta: Cruz-Cruz, E. y L. Reyes-Muro (Comp.). 2020. Aportaciones del INIFAP al Campo Mexicano en 35 años. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Oficinas Centrales. Ciudad de México, México. Libro Técnico No. 1. 244 p.

## H. JUNTA DE GOBIERNO DEL INIFAP

### PRESIDENTE

**DR. VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA**  
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

### REPRESENTANTES PROPIETARIOS

**DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA**  
Encargado del Despacho de la Subsecretaría de Desarrollo Rural  
de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

**LIC. ARMANDO ARGANDOÑA ARMAS**  
Director General de Programación y Presupuesto "B"  
de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público

**MTRA. MARÍA LUISA ALBORES GONZÁLEZ**  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**DRA. MARÍA ELENA ÁLVAREZ-BUYLLA ROCES**  
Directora General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

**ING. LEÓN JORGE CASTAÑOS MARTÍNEZ**  
Director General de la Comisión Nacional Forestal

**DR. JOSÉ MUSTRE DE LEÓN**  
Director General del Centro de Investigación y Estudios  
Avanzados del Instituto Politécnico Nacional

**DR. PABLO WONG GONZÁLEZ**  
Director General del Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo, A.C.

**M. Sc. SEBASTIÁN JAVIER LARA PASTOR**  
Presidente de la Coordinadora Nacional de  
Fundaciones Produce, A. C.

**LIC. CARLOS MUÑÍZ RODRÍGUEZ**  
Presidente de la Asociación Mexicana de  
Secretarios de Desarrollo Agropecuario, A. C.

**M. C. BOSCO DE LA VEGA VALLADOLID**  
Presidente del Consejo Nacional Agropecuario, A.C.

**DR. ANTONIO TURRENT FERNÁNDEZ**  
Investigador Titular del INIFAP Nivel III en el SNI

**C. OSWALDO CHÁZARO MONTALVO**  
Presidente de la Confederación Nacional de  
Organizaciones Ganaderas, A.C.

**LIC. MIGUEL ÁNGEL ALONSO HERNÁNDEZ**  
Presidente de la Cámara Nacional de la Industria Maderera, A.C.

### ÓRGANO DE VIGILANCIA

**MTRO. MARCO ANTONIO RAMÍREZ MOCARRO**  
Delegado y Comisario Público Propietario del Sector Bienestar  
y Recursos Renovables de la Secretaría de la Función Pública

### INIFAP

**DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE**  
Dirección General del INIFAP

**DR. LUIS ORTEGA REYES**  
Secretario Técnico de la H. Junta de Gobierno del INIFAP  
y Coordinador de Planeación y Desarrollo

**DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG**  
Prosecretario de la H. Junta de Gobierno del INIFAP  
y Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

## **DEDICATORIA**

A las investigadoras e investigadores del INIFAP activos o jubilados, que con su dedicación, entusiasmo y lealtad han aportado innumerables conocimientos científicos y desarrollos tecnológicos en beneficio del campo mexicano.

A las familias de las investigadoras e investigadores del INIFAP que se nos adelantaron en el camino, pero que nos dejaron una huella imborrable por sus contribuciones, ejemplo y liderazgo.

A toda la comunidad INIFAP, personal de campo y administrativos, por su apoyo que ha sido fundamental para ofrecer resultados útiles a los usuarios.

***LARB, 2020***

## PRÓLOGO

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) es heredero, desde hace más de un siglo, de la investigación agrícola, pecuaria y forestal de México. En estos últimos 35 años, el INIFAP se ha consolidado como la institución de carácter nacional más importante en la generación de conocimientos científicos y tecnológicos para impulsar el desarrollo rural del país. Las innovaciones tecnológicas del Instituto son tangibles y de amplia adopción por los productores y campesinos para mejorar su calidad de vida y para coadyuvar en la conservación y uso racional de los recursos naturales y genéticos.

Este 35 aniversario ofrece una oportunidad para destacar que el INIFAP es el brazo técnico de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, y su vinculación con dependencias del sector, universidades, empresas agroalimentarias y sobre todo con los productores de diversos sistemas productivos en todas las regiones agroecológicas del país es indisoluble. Mi reconocimiento a los investigadores por todo lo que han desarrollado y los exhorto a que sigan aportando conocimientos y acompañamiento técnico a los productores a nivel de campo y cadena productiva, para que cumplamos con el objetivo principal de fortalecer la seguridad alimentaria de nuestro país. Los retos son grandes, pero hay un futuro promisorio para la agricultura en México en donde el INIFAP forma parte importante. El campo no se detiene.

***Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula***  
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

# PRESENTACIÓN

**E**l 35 aniversario del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ofrece un motivo justo para recordar su origen y evolución, y analizar su misión, logros y perspectivas. Hemos heredado de instituciones que nos precedieron hace más de un siglo, un legado ineludible de compromisos para contribuir al bienestar del campo mexicano mediante conocimientos científicos y tecnológicos. En siete capítulos, esta obra da cuenta de la historia, organización, recursos humanos, infraestructura, logros, retos y testimonios de nuestros usuarios.

El Capítulo 1, **Origen y Misión**, ofrece los acontecimientos que cimentaron al Instituto como un Centro Público de Investigación, para el trabajo coordinado, con presencia nacional y vinculación con sus socios y usuarios.

El Capítulo 2, **Infraestructura y Servicios**, describe los espacios con tecnología de vanguardia, como Campos Experimentales, laboratorios, estaciones climatológicas, bancos de germoplasma e invernaderos. Se describen los productos y servicios que ofrece el INIFAP a lo largo y ancho de la República Mexicana como apoyo a productores, campesinos, técnicos y empresas agroalimentarias.

En el Capítulo 3, **Tecnologías de Alto Impacto**, se presentan las aportaciones más notables desarrolladas por el INIFAP para beneficio de los subsectores forestal, agrícola y pecuario, en diferentes regiones agroecológicas del país. Se hace énfasis en las ventajas de la aplicación de las tecnologías para mejorar las condiciones del campo mexicano, no solo en mayor productividad, sino también en la conservación de los recursos naturales.

El Capítulo 4, **Aportaciones Económicas, Sociales y Ambientales**, analiza el impacto de la adopción de las tecnologías generadas por el INIFAP para beneficio del sector rural en diferentes cadenas agropecuarias y forestales. Se enfatiza en la relación Beneficio/Costo del uso de las tecnologías.

En el Capítulo 5, **Perspectivas y Retos**, se discuten los escenarios futuros del campo mexicano en relación con los problemas, oportunidades y necesidades que enfrentará el mundo en las próximas décadas. Se identifican áreas prioritarias para el desarrollo de nuevas líneas de investigación e innovación.

El Capítulo 6, **Comunicación Multimedia**, describe las actividades que desarrolló el INIFAP en las redes sociales durante la conmemoración del 35 aniversario, tales como videoconferencias, videocápsulas tecnológicas y breves informativos del quehacer institucional denominados ¿Sabías que...?

Finalmente, en el Capítulo 7, **Testimonios**, se comparte el reconocimiento expresado por funcionarios, agroempresarios, académicos y productores sobre las aportaciones del INIFAP en estos 35 años, y los retos que enfrenta para seguir posicionándose como palanca de desarrollo en el sector rural de México.

Con esta obra, el INIFAP refrenda su compromiso para ofrecer mejores condiciones al campo mexicano, mediante la generación y transferencia de tecnologías productivas, rentables y sustentables.

**Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque**  
Dirección General del INIFAP



Fotografía  
*Una Mirada al INIFAP,*  
Roberto Reyes Ibañez  
Oficinas Centrales



# CONTENIDO

		Pág.
<b>1</b>	<b>Capítulo 1</b> Origen y misión .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Capítulo 2</b> Infraestructura y Servicios .....	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>Capítulo 3</b> Tecnologías de Alto Impacto .....	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Capítulo 4</b> Aportaciones Económicas, Sociales y Ambientales .....	<b>164</b>
<b>5</b>	<b>Capítulo 5</b> Perspectivas y Retos .....	<b>173</b>
<b>6</b>	<b>Capítulo 6</b> Comunicación Multimedia .....	<b>184</b>
<b>7</b>	<b>Capítulo 7</b> Testimonios .....	<b>221</b>

A close-up photograph of a man wearing a straw hat and safety glasses, focused on measuring a corn cob. He is using a digital caliper to measure the diameter of the cob. The background is filled with tall, green corn plants under bright sunlight. The scene is set in a field, likely an experimental one.

# Capítulo 1

## ORIGEN Y MISIÓN

Fotografía  
*Por el propósito de trascender...*  
Claudia María Melgoza Villagómez  
Campo Experimental Todos Santos



Fotografía  
*Así se jima en Durango,*  
Sergio Rosales Mata  
Campo Experimental Valle de Guadiana

# CAPÍTULO 1

## ORIGEN Y MISIÓN

Dr. Luis Ortega Reyes<sup>1</sup>  
M.E. Silvia Dolores Urbina Hinojosa<sup>1</sup>

### Antecedentes

La investigación agrícola en México inició en 1907 con la fundación de la Estación Experimental Agrícola Central de San Jacinto, Distrito Federal, anexa a la Escuela Nacional de Agricultura y Medicina Veterinaria. En 1908 se establecieron tres estaciones experimentales en los estados de Tabasco, San Luis Potosí y Oaxaca; en la década de los 30, se creó el Departamento de Campos Experimentales, dependiente de la Dirección General de Agricultura de la entonces Secretaría de Agricultura y Fomento; esta Secretaría fundó la Dirección de Campos Experimentales en 1940.

En 1943 la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) creó la Oficina de Estudios Especiales (OEE), mediante un convenio con la Fundación Rockefeller, la cual se dedicó a la investigación sobre cultivos básicos para la alimentación con apoyo de científicos de los EUA establecidos en México a través de proyectos de cooperación bilateral, con el objeto de modernizar la investigación agrícola

y formar recursos humanos. En 1947 la OEE contaba con el campo El Horno, el cual tenía laboratorios y oficinas donde los investigadores pudieron trabajar con mayor eficiencia; en este periodo se establecieron programas de mejora genética y para el combate de plagas del maíz y frijol.

En 1947 la antigua Dirección de Campos Experimentales se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) y en 1960 se fundó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), como resultado de la fusión del IIA y la OEE.

La difusión de nuevas variedades de semillas fueron apoyadas por la Comisión Nacional del Maíz establecida el 6 de enero de 1947. Al iniciarse el régimen de Adolfo Ruíz Cortines ya se había cubierto un primer y significativo trecho en el desarrollo de una serie de prácticas institucionales y de proyectos de investigación tendientes a mejorar las condiciones genéticas de la producción de cultivos básicos.

<sup>1</sup>Coordinación de Planeación y Desarrollo, Oficinas Centrales

Por otra parte, la investigación pecuaria tuvo su origen en el Instituto Biotécnico creado en 1934; sin embargo, no es hasta 1941 por acuerdo presidencial que se crea el Instituto Pecuario. En 1947, a raíz de la creación de la Subsecretaría de Ganadería, el Instituto cambió su nomenclatura a Dirección de Investigaciones Pecuarias. En 1962 el Gobierno de la República, a través de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, estableció un Programa Cooperativo con la Fundación Rockefeller, para crear el Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias con personal de la OEE de la misma Secretaría. A partir de 1968 el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP) fue la dependencia oficialmente encargada de investigar y estudiar los problemas que limitan el desarrollo de la ganadería, así como generar, desarrollar y adaptar la tecnología indispensable para superarlos. De esta manera,

se inician las actividades de investigación en el INIP sobre salud animal y nutrición; se instituyen los primeros departamentos de investigación en genética, reproducción, bacteriología, nutrición y virología. Se logran importantes avances en el control de enfermedades como la fiebre porcina clásica, rabia paralítica en bovinos y encefalitis equina venezolana. Con la incorporación de campos experimentales en diferentes estados, se amplían los departamentos y proyectos de investigación, entre ellos: manejo de pastizales en La Campana, Chih.; genética, reproducción y forrajes en La Posta, Paso del Toro, Ver.; nutrición y manejo de aves en El Horno, Texcoco, Edo. de Mex.; y reproducción, nutrición, salud animal, forrajes y genética en Las Margaritas, Puebla.

La investigación forestal inició el 1 de julio de 1932, cuando se decretó la creación del Instituto

### Transformación del INIFAP



1985

Fusión del INIF, INIA e INIP y la creación del INIFAP como Órgano Administrativo Desconcentrado (OAD) de la SARH

# inifap

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**

2001

Transformación del INIFAP de OAD a Organismo Público Descentralizado (OPD) de la SAGARPA

2003

Reconocimiento del INIFAP como Centro Público de Investigación (CPI)

Mexicano de Investigaciones Forestales; sin embargo, la fundación de dicho Instituto se efectuó hasta el 29 de diciembre de 1934 con la creación del Departamento Autónomo Forestal y de Caza y Pesca, como anexo al de Enseñanza Superior y Forestal, siendo designado como Instituto de Investigaciones Forestales y de Caza y Pesca; fue hasta 1960 que dentro de la Ley Forestal se contempló la creación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF), no obstante que desde noviembre de 1958 funcionó como tal.

## Creación del INIFAP

A mediados de los 80, el Gobierno Federal tomó la decisión de crear una nueva institución de investigación con la finalidad de conjuntar recursos humanos e infraestructura en una sola administración, y con ello fortalecer la capacidad de generación de información y tecnología, para dar respuesta a las demandas y contribuir a incrementar la productividad de las unidades de producción de los subsectores forestal, agrícola y pecuario. Así, el 23 de agosto de 1985 se fusionaron orgánica y administrativamente tres grandes instituciones con probada trayectoria, logros y de gran tradición, por sus aportes al desarrollo del campo mexicano, así como al manejo y conservación de los recursos forestales: el INIF, el INIA y el INIP en un solo Órgano Administrativo Desconcentrado, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos denominado Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Como parte del proceso de fortalecimiento Institucional, el 2 de octubre de 2001, el INIFAP es reconocido como Organismo Público Descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, con autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa, en términos de la Ley de Ciencia y Tecnología (LCyT), y de gestión presupuestaria de conformidad con la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria; fue reconocido de manera conjunta por la Secretaría de Agricultura, Ganadería,

Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como Centro Público de Investigación (CPI) (DOF, 16 junio de 2003). Esta evolución se ha consolidado gracias al cumplimiento institucional, medido a través de indicadores con orientación a resultados e impacto.

## Quehacer

El INIFAP es una Institución de excelencia científica y tecnológica, con liderazgo y reconocimiento nacional e internacional por su capacidad de respuesta a las demandas de conocimiento e innovaciones tecnológicas en beneficio de los subsectores forestal, agrícola, pecuario y de la sociedad en general.

## Mandato

“A través de la generación de conocimientos científicos y de la innovación tecnológica agropecuaria y forestal como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los diferentes tipos de productores, contribuir al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano”.

## Misión y Visión

**Misión:** “Desarrollar soluciones tecnológicas para el impulso de la innovación en el campo mexicano”.

**Visión:** “Institución líder reconocida por sus soluciones tecnológicas en beneficio de las y los productores forestales, agrícolas y pecuarios”.

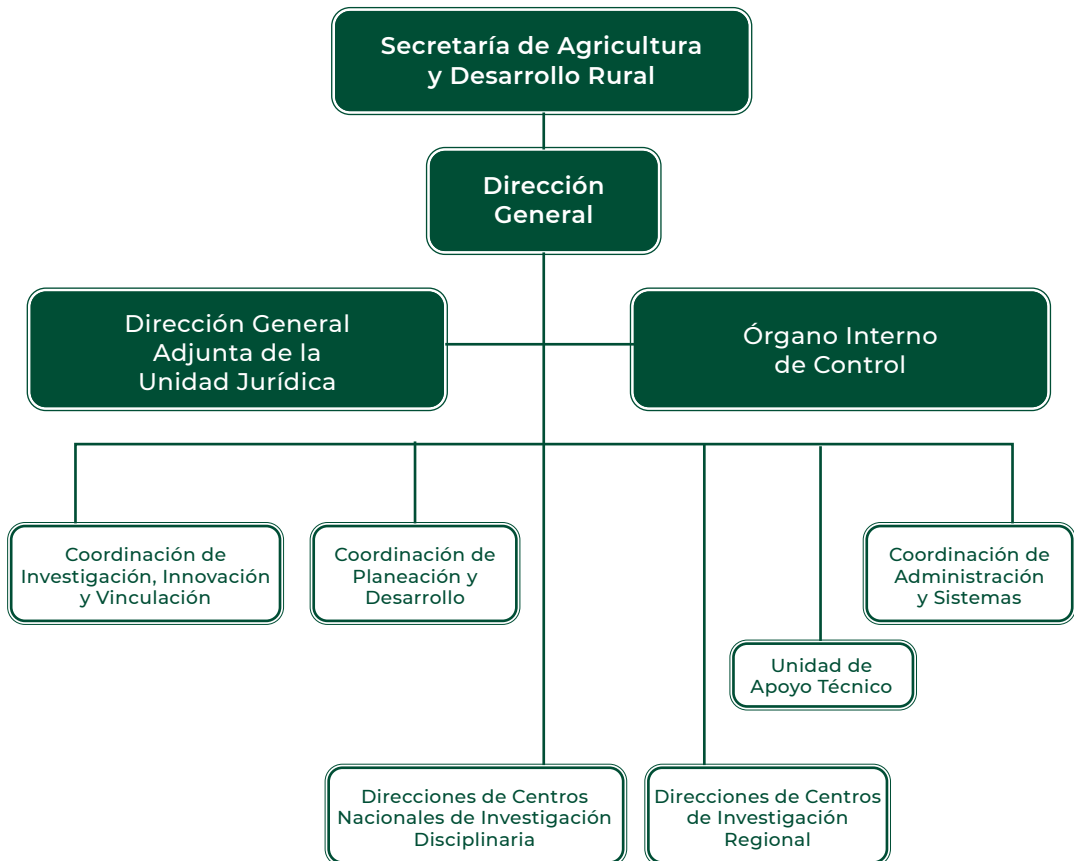
Para cumplir con su Mandato, Misión y alcanzar su Visión, el INIFAP cuenta con una base científica, constituida por talento humano de alto nivel, infraestructura, laboratorios, campos y unidades experimentales con cobertura nacional.

## Origen y Misión

La principal fortaleza del Instituto es su recurso humano, en particular su personal científico. Este capital es de suma importancia en la actividad económica del país, ya que tiene a su cargo la tarea de generar soluciones tecnológicas que contribuyan a la atención de la demanda y al mejoramiento de la calidad de vida de la población que habita en zonas rurales, mediante el incremento de la productividad, competitividad y sostenibilidad de sus procesos productivos.

En la actualidad, el INIFAP cuenta con una plantilla de 875 investigadores activos, distribuidos en ocho Centros de Investigación Regional (82%) y seis Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (18%). El personal investigador con doctorado (403) respresenta 46% de su plantilla; con maestría (363) 41%; y con licenciatura (109) 13%. Asimismo, 24% del personal científico pertenece al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT; de ellos, 27.9% son Candidatos a Investigador

## Organigrama del INIFAP



Nacional, 58.6% Nivel I, 8.6% Nivel II y 4.9% Nivel III; un investigador tiene el reconocimiento de Investigador Nacional Emérito.

Del total de la plantilla del personal investigador, 59% atiende demandas agrícolas, principalmente en las áreas de mejoramiento genético, manejo agronómico, conservación de recursos genéticos, sanidad vegetal, tecnología de producción de semillas, calidad industrial y nutricional, y transferencia de tecnología; 22% asisten demandas pecuarias en temas relacionados con la salud animal, nutrición, reproducción, mejoramiento genético, producción pecuaria, forrajes y pastizales, conservación de los recursos genéticos y transferencia de tecnología; 12% atiende demandas relacionadas con el subsector forestal, principalmente manejo forestal sustentable, plantaciones forestales, recursos genéticos, protección forestal, dendroenergía e industrialización de productos forestales; y 7% aborda temáticas multisectoriales que abarcan temas sobre sostenibilidad de los recursos naturales (agua, suelo, clima, manejo integral de cuencas y recursos genéticos) e innovación tecnológica (socioeconomía y transferencia de tecnología), mismas que demandan la interrelación de varios subsectores.

Para mantener el nivel de excelencia como CPI y estar a la vanguardia del conocimiento, el INIFAP cuenta con un programa de capacitación y actualización permanente de su personal. Cada año, alrededor de 10% del personal científico se forma en programas de posgrado con reconocimiento nacional e internacional, de los cuales el 80% cursa estudios de doctorado. De esta manera, los investigadores se capacitan en temas prioritarios para el país, para que a su reincorporación, contribuyan al compromiso, atención y desarrollo de alternativas de solución de los principales problemas que enfrentan las y los productores forestales, agrícolas y pecuarios del país.

El INIFAP mantiene una operación eficiente, mediante una estructura orgánica basada en

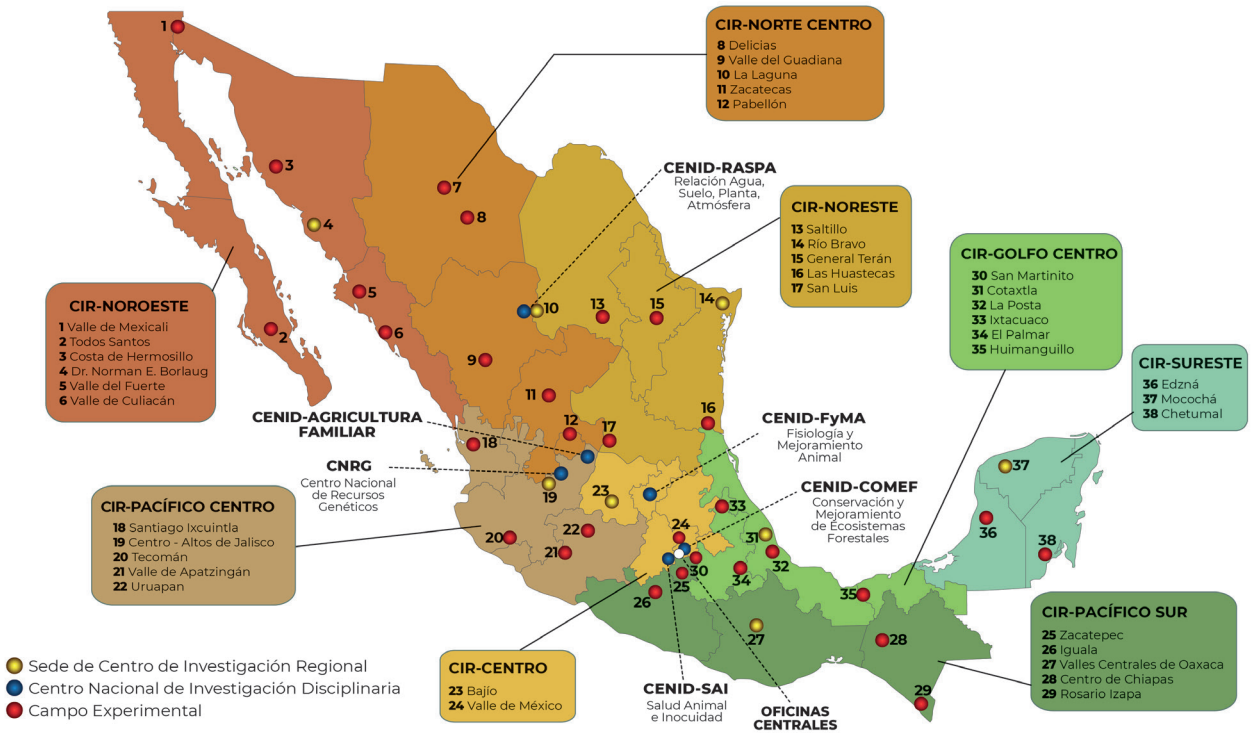
dos niveles. A nivel central, cuenta con una Dirección General, una Dirección General Adjunta de la Unidad Jurídica, un Órgano Interno de Control, una Coordinación de Investigación, Innovación y Vinculación, una Coordinación de Planeación y Desarrollo, una Coordinación de Administración y Sistemas y una Unidad de Apoyo Técnico; adicional a ello tiene dos estructuras foráneas: Direcciones de Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria y Direcciones de Centros de Investigación Regional.

La estructura foránea se conforma por ocho Centros de Investigación Regional (CIR) los cuales administran 77 Campos y Sitios Experimentales, donde laboran investigadores (as) altamente capacitados (as) en diversas disciplinas, quienes a través de los proyectos de investigación generan soluciones a los problemas agropecuarios y forestales. Como apoyo a los CIR, se cuenta también con una Coordinación de Vinculación en cada entidad federativa.

Además, el INIFAP tiene seis Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (CENID), los cuales se caracterizan por su alto grado de especialización en una disciplina en particular. En estos centros se concentra personal científico especializado, que genera conocimientos y metodologías de vanguardia.

Para desarrollar los proyectos de investigación, los Campos Experimentales de los CIR y los CENID poseen una infraestructura de laboratorios, maquinaria, equipo, bancos de germoplasma y unidades experimentales para atender la demanda de las cadenas agroalimentarias y sistemas forestales. Así genera conocimientos, soluciones tecnológicas y promueve la transferencia y adopción de tecnología. Con esta fortaleza el Instituto contribuye a incrementar la productividad, competitividad y sostenibilidad del campo mexicano. Destaca la cobertura nacional, regional y estatal del INIFAP, que le permite abarcar los diferentes ambientes agroecológicos del país: árido, semiárido, trópico seco, trópico húmedo y templado.

## Distribución de los Centros de Investigación y Campos Experimentales del INIFAP



## Evaluación

Para evaluar el desempeño y el impacto de las acciones, el INIFAP como CPI celebró un Convenio de Administración por Resultados en el marco de la LCyT con la dependencia coordinadora del sector, que para este caso es la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, CONACYT, y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de la Función Pública.

El Convenio de Administración por Resultados 2020-2024 del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias contribuye a los objetivos y estrategias prioritarias del Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural (PSADR) 2020-2024 y al Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024.

En este sentido, las actividades del INIFAP se enmarcan en el CAR 2020-2024, con el objetivo de atender y dar solución de una manera más eficaz, eficiente y económica a los principales problemas del sector agroalimentario y forestal. El CAR 2020-2024 está compuesto por cinco anexos\*.

Asimismo, con base en las disposiciones establecidas por el Gobierno Federal, el INIFAP opera bajo un sistema transparente y efectivo en la ejecución del gasto público eficaz y eficiente, para contribuir en la implementación del Presupuesto basado en Resultados (PbR) y el Sistema de Evaluación del Desempeño, a través de la Matriz de

Indicadores para Resultados. Esta matriz contiene los indicadores estratégicos y de gestión para medir el desempeño Institucional de la investigación, desarrollo tecnológico e impulso a la innovación.

Para organizar en forma representativa y homogénea las asignaciones de recursos y del gasto federalizado asignado para el cumplimiento de sus objetivos y metas, el INIFAP opera el Programa presupuestario, bajo el enfoque PbR, E006 "Generación de Proyectos de investigación", cuyo objetivo es "Contribuir a aumentar la producción de alimentos para la autosuficiencia alimentaria y el bienestar en el sector rural"; opera en términos de eficiencia y uso

racional de los recursos públicos y su ejecución se circunscribe en el ámbito de la investigación científica y transferencia de tecnología que realiza el INIFAP en su carácter de CPI.

El diseño de la intervención del INIFAP en un área de enfoque identificada, es la forma en que actúa para llevar a cabo el plan de ejecución de proyectos. Para esto, debe analizar las demandas y problemas de las cadenas agroalimentarias y forestales, y en atención a ellas, proponer alternativas de solución que se deriven de los proyectos de investigación.

Los principales usuarios del conocimiento y tecnología generada por el INIFAP son los

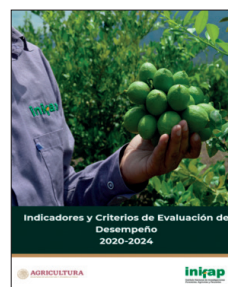
### \*Anexos del Convenio de Administración por Resultados 2020-2024 del INIFAP



**Anexo 1.**  
Programa Institucional 2020-2024 del INIFAP



**Anexo 2.**  
Programa Anual de Trabajo 2020



**Anexo 3.**  
Indicadores y Criterios de Evaluación de Desempeño 2020-2024



**Anexo 4.**  
Compromisos e indicadores del INIFAP con relación al Programa Nacional de Combate a la Corrupción y a la Impunidad y de Mejora de la Gestión Pública



**Anexo 5.**  
MIR del Programa Presupuestario E006 "Generación de Proyecto de Investigación"

## Origen y Misión

productores de los subsectores forestal, agrícola y pecuario, empresas del sector privado e instituciones afines. Destaca también, la atención del INIFAP hacia Programas prioritarios del Gobierno Federal, entre los que destacan: Producción para el Bienestar, Fertilizantes, Maíz para México, Frijol para México y Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec.

En respuesta a las demandas de las cadenas agropecuarias y forestales, el INIFAP genera y adapta conocimientos científicos, con lo cual desarrolla tecnología para el sector, y busca su transferencia a través de productos y servicios. Entre los productos generados destacan: semillas para básicos alimentarios, hortalizas,

oleaginosas y cultivos industriales, material vegetativo para reproducción de frutales, forrajes, insumos sustentables para la agricultura e insumos para la reproducción de animales.

El INIFAP ofrece los siguientes servicios: análisis de laboratorio, evaluaciones, asesorías, diagnósticos y dictámenes técnicos, actividades de capacitación y certificación de maquinaria agrícola entre otros.

Nuestras tecnologías ofrecen mayor producción, sostenibilidad, calidad y uso eficiente de recursos naturales. A lo largo de 35 años, el INIFAP ha generado un importante número de tecnologías de alto impacto económico, social y ambiental.



Fotografía: *Demostración de frijol*, Luis Reyes Muro, Campo Experimental Pabellón



## Capítulo 2

# INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS



Fotografía  
Curador del BAGENO,  
Flavio Aragón Cuevas  
Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca



Fotografía  
*Alimentando a mi alimento,*  
Valentín A. Esqueda Esquivel  
Campo Experimental Cotaxtla

## CAPÍTULO 2

### INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Dr. José Fernando De La Torre Sánchez<sup>1</sup>  
Dr. Víctor Manuel Rodríguez Moreno<sup>2</sup>  
Dr. Juan Estrada Ávalos<sup>3</sup>  
Dr. Luis Felipe Guzmán Rodríguez<sup>1</sup>  
Dr. José Villanueva Díaz<sup>3</sup>

**E**l INIFAP se distingue entre las instituciones que realizan investigación en el ámbito agropecuario y forestal por su presencia nacional, que significa una gran fortaleza por la capacidad de respuesta para atender las demandas del sector en todas las regiones del país y en la mayoría de las cadenas agroalimentarias, sistemas forestales y temas estratégicos. Al mismo tiempo, representa un reto el mantenimiento de esta infraestructura para lograr el mayor provecho posible de la misma. En este capítulo se describe en forma resumida la infraestructura del INIFAP para desarrollar su actividad sustantiva.

El INIFAP cuenta con 77 Campos y Sitios Experimentales para realizar experimentos de campo y laboratorio. El Instituto dispone de 130 invernaderos, donde es posible controlar la temperatura, humedad, plagas y otros factores ambientales para ofrecer condiciones favorables al desarrollo de experimentos, multiplicación de semillas, producción y conservación de plantas. Algunos Campos Experimentales cuentan con diversos tipos de riego, entre ellos: presurizado por cintilla, tubería, compuertas, agua rodada, aspersión y goteo.

El Instituto cuenta con 21 laboratorios de biotecnología, 17 de sanidad vegetal, 12 de sanidad animal, 12 de suelo y agua, ocho de fisiología vegetal, ocho de fisiología animal, seis de informática, cuatro de productos bioracionales y otros 34 de diversas especialidades. A continuación, se describen cuatro de las instalaciones estratégicas del INIFAP.

#### **El Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID-RASPA)**

De sus bien equipados laboratorios, se describen los tres más importantes:

**A. Laboratorio de Dendrocronología.** Creado en 2001, este laboratorio se enfoca en la reconstrucción histórica del clima de México a partir del estudio de especies arbóreas. El registro de las variaciones climáticas ocurridas en el tiempo y expresadas en los anillos de crecimiento de los árboles permite entender y reconstruir el comportamiento histórico del clima de una región o ecosistema, establecer su condición actual y eventualmente conocer

<sup>1</sup>Centro Nacional de Recursos Genéticos

<sup>2</sup>Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos

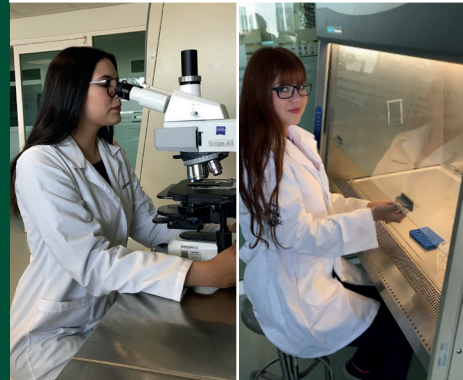
<sup>3</sup>CENID-Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera

el impacto provocado por el cambio climático y acciones de cambio de uso del suelo. El laboratorio colecta y resguarda núcleos de anillos de crecimiento y secciones transversales de árboles de todo el territorio mexicano, lo que ha permitido generar alrededor de 350 series cronológicas que involucran más de 90% de las coníferas de México, algunas especies de encino, ahuehuete y ciertas especies tropicales, entre 300 y 1000 años. Este laboratorio contiene el reservorio de información dendrocronológica más importante de México, con más de 30 reconstrucciones de precipitación, 20 de incendios forestales y 10 de escurrimientos superficiales para los principales ríos. Las series dendrocronológicas generadas por el laboratorio forman parte de la base de la reconstrucción del Atlas de Sequías Mexicano (Mexican Drought Atlas), cuya extensión temporal va del año 1400 al 2012 (<http://drought.memphis.edu/MXDA/>). Además, estas series han permitido reconstruir para Norteamérica, el Atlas del Índice Normalizado de Precipitación Estacional, invierno-primavera y de verano, (<http://drought.memphis.edu/NASPA>).

**B. Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Planta y Medio Ambiente.** Es uno de los laboratorios mejor equipados del norte del país, con instrumentación química-analítica para el desarrollo de conocimiento de frontera, instrumentación para la separación y cuantificación de moléculas a través de cromatografía líquida y de gases con detectores universales de masas; instrumentos de espectrofotometría molecular-elemental, tales como espectrómetro ultravioleta-visible, de infrarrojo y espectrometría de absorción atómica; análisis elemental mediante analizador LECO para las determinaciones de carbono-nitrógeno, y un espectrómetro de masas con plasma acoplado. Finalmente, en el área biológico-molecular se cuenta con el equipo e instrumentación necesarios para el aislamiento, reproducción, tipificación y caracterización de microorganismos provenientes de diferentes fuentes, para el análisis de patógenos y benéficos en diferentes matrices. La oferta analítica actual del laboratorio incluye más de 70 ensayos de analitos orgánicos e inorgánicos



Laboratorio de Dendrocronología



Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Planta y Medio Ambiente

para evaluar, de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas respectivas, la fertilidad y salinidad de los suelos; la nutrición vegetal; el análisis de composta terminada; lodos y biosólidos. También se realiza el análisis de agua y el análisis e interpretación del agua de riego, de acuerdo a los parámetros establecidos por la FAO. Actualmente se desarrollan metodologías que permiten evaluar el perfil de metabolitos de plantas sometidas a diferentes factores de estrés; cuantificación de principios activos de aceites esenciales; especiación de carbono; tasas de respiración de suelos calcáreos; cambios en la biodisponibilidad de metales contaminantes en función a enmiendas orgánicas y la naturaleza propia de los suelos; y la caracterización de actividades nitrificantes, solubilización de fósforo y promoción de crecimiento de microorganismos asociados a compostas.

**C. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de Agua y Suelo.** En operación desde 2007, atiende la problemática científica y tecnológica asociada a la comprensión del manejo sustentable de los recursos naturales. Se han abordado temas relacionados con el estudio y comprensión del ciclo del agua en diversas cuencas hidrológicas del país. El cambio del uso del suelo, la datación del agua subterránea, la definición de las zonas de recarga de acuíferos, la productividad del agua de los diversos sectores productivos

con énfasis en el sector agrícola y los aspectos socioeconómicos asociados a la disponibilidad y calidad del agua. Además, se ha investigado en el uso eficiente del agua de riego a nivel de predio, Módulo de Riego y Distrito de Riego. Para ello, se ha migrado al análisis de imágenes digitales de alta resolución espacial (pixel menor 25 x 25 cm), a través del uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), y cámaras de resolución multiespectral. Con las imágenes generadas por estos equipos y la toma de información en campo, se estudia la definición y calibración de métodos que permiten estimar el consumo de agua (evapotranspiración) y de nitrógeno en cultivos forrajeros.

Parte de los alcances de estas investigaciones, además de la generación de conocimiento científico y tecnológico, es el desarrollo de algoritmos y herramientas que coadyuven al incremento de la producción agrícola sin deterioro de los recursos naturales, para extrapolar estos hallazgos con el uso de imágenes satelitales de mayor cobertura espacial y de libre acceso como los satélites Landsat 8 (OLI) y Sentinel (2a y 2b). Con ello, se desarrollan herramientas que facilitan la toma de decisiones de los productores en materia del riego agrícola y la aplicación de fertilizante nitrogenado, que fomentan el uso de tecnologías digitales y por tanto la Agricultura 4.0.



Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de Agua y Suelo

## Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos (LNMySR)



Creado en 2003 en el Campo Experimental Pabellón, en Aguascalientes, el LNMySR tiene como propósito proveer servicios de infraestructura de datos para cartografía digital, datos meteorológicos, pronósticos del clima e información útil para toma de decisiones en agricultura, a través del desarrollo de servicios web, aplicaciones para dispositivos móviles y capacitación en línea y presencial. El laboratorio es un referente institucional, donde convergen recursos humanos altamente especializados en informática, estadística y probabilidad; cuenta con la tecnología e infraestructura para trabajar con grandes bases de datos, mediante la programación de tareas de cómputo en paralelo, almacenamiento en físico y uso de la nube, se diseñan los algoritmos necesarios para presentar al público información útil y fácilmente interpretable.

Los productos y servicios de este laboratorio maximizan el uso de los datos meteorológicos y los transforman en elementos de consulta para sustentar recomendaciones de buenas prácticas en los sistemas de producción. Se puede acceder a los recursos que ofrece el laboratorio en la siguiente liga: <https://clima.inifap.gob.mx/LNMySR>.

El LNMySR provee la infraestructura de datos necesarios para la realización de cartografía digital asociada a proyectos de investigación vinculados al campo de la ciencia de datos. El laboratorio engloba todos los procesos de análisis de datos e ingeniería de software para convertir en información útil y de valor los conjuntos de datos estructurados y no estructurados asociados al clima y al ecosistema de datos. El concepto central de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

es relacionar rápida y eficazmente bases de datos espaciales referidos al proceso de intercambio entre la cubierta del suelo y la atmósfera, generar índices cuantitativos y cualitativos, regionalizar y contrastar hipótesis espaciales y plasmar gráficamente los resultados. Los SIG conjuntan herramientas de investigación y análisis de datos que potencian la investigación aplicada en el campo de la toma de decisiones. Tienen una amplia aplicación en el servicio público, el análisis de tendencia, la determinación de escenarios de pronóstico y, fundamentalmente, como sustento para decidir con inteligencia. Por otra parte, la oferta de productos y servicios del laboratorio incluye pronósticos numéricos para modelar datos meteorológicos basados en parámetros de tiempo; pronóstico de corto plazo (horario y diario); pronóstico estacional (bimestral y trimestral); y el monitoreo meteorológico en tiempo cercano al real.

El pronóstico de corto plazo es de escala nacional, producto del reanálisis de 145 mil datos diarios, se actualiza diariamente y cubre un periodo de cinco días. El pronóstico numérico bimestral es de escala nacional, se actualiza mensualmente, y pronostica las condiciones esperadas de lluvia acumulada y temperatura del aire (promedio, mínima y máxima). El pronóstico estacional se genera por la técnica de años análogos, es de escala nacional, cubre un periodo de tres meses, y se actualiza mensualmente. El monitoreo de datos en tiempo cercano al real se hace a través de la administración de paquetes de datos de seis variables meteorológicas que se reciben cada 15 minutos, gracias a una red de estaciones climáticas distribuidas en todo el territorio nacional que transmiten datos en tiempo real al LNMySR.

### Mapa de estaciones climáticas



## Red de Bancos de Germoplasma

Se reconoce al INIFAP como la Institución que más accesiones de germoplasma vegetal, animal y microbiano alberga a nivel nacional. Se tiene registro de 66 bancos de germoplasma, que en su conjunto contabilizan más de 35 mil accesiones de bancos de germoplasma del INIFAP. Se cuenta con plantaciones *in vivo* de especies forestales (cedro, caoba y hule) y agrícolas (cultivos básicos, industriales, forrajes y frutales). Además, se cuenta con bancos de germoplasma *ex situ* sobre recursos agrícolas (cultivos básicos industriales, hortalizas, frutales y forrajes); forestales (cedro, caoba, coníferas y no maderables); pecuarios (bovinos, ovinos, caprinos y abejas); y microbianos (*Rhipicephalus microplus*, *Haemonchus contortus*, *H. placei*, *Cooperia pectinata*, *Duddingtonia*, *Arthrobotrys* spp., *Chlonostachys* spp., *Trichoderma* spp., *rickettsia*, *Anaplasma marginale* y *Babesia bovis*).



Fotografía: Banco de Germoplasma Viral, Germán Román Comenares Viladomat, CENID-SAI

## Centro Nacional de Recursos Genéticos

El Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) se crea como un elemento central del Sistema Nacional de Recursos Genéticos, para resguardar de forma apropiada y sistematizada las colecciones de germoplasma, en forma de semillas, plantas, tejidos, células, gametos, embriones y ADN como una reserva estratégica de conservación, mejoramiento e investigación para su uso racional en beneficio de la sociedad y, en caso de una catástrofe, para prevenir la pérdida irreparable de genes, a fin de asegurar la conservación de especies útiles a la población. El INIFAP tuvo a su cargo la construcción y equipamiento del CNRG y actualmente, es responsable de su operación. El CNRG, como una unidad operativa del INIFAP, fue inaugurado el 17 de marzo de 2012 y adquiere el estatus de Centro Nacional de Investigación Disciplinaria (CENID) en noviembre de 2018.



Tanque criogénico para almacenar muestras Centro Nacional de Recursos Genéticos

El CNRG desarrolla e implementa actividades encaminadas a la preservación y protección de los recursos genéticos importantes para México (nativos y adquiridos del exterior). Estas actividades se realizan mediante la operación de cinco laboratorios especializados que han sido diseñados de acuerdo a los tipos de recursos genéticos y sus características.

**1. Laboratorio Agrícola Forestal, Sección Semillas Ortodoxas.** Se analiza la calidad física y fisiológica de semillas de importancia agroalimentaria y forestal, su conservación y acondicionamiento en condiciones de baja temperatura y humedad.

**2. Laboratorio Agrícola Forestal, Sección Conservación *in vitro* y criopreservación.** Cuenta con áreas equipadas para manipular tejido vegetal de especies recalcitrantes, en las que se desarrollan protocolos de conservación *in vitro* a mediano plazo y criopreservación (largo plazo).

**3. Laboratorio de ADN y Genómicas.** Se tiene el equipamiento necesario para la extracción y cuantificación de ADN, a partir del cual se hace la caracterización molecular de germoplasma agrícola, forestal y pecuario por diferentes métodos.

**4. Laboratorio Acuático-Pecuario.** Resguarda semen, óvulos, embriones, larvas y células somáticas de especies animales, terrestres y acuáticas; cuenta con equipo de vanguardia para la colecta, evaluación y criopreservación de gametos y embriones.

**5. Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos.** Realiza la preservación a largo plazo de microorganismos (bacterias, hongos, levaduras, entre otros); cuenta con equipos para liofilización y criopreservación de cepas microbianas y ha desarrollado capacidades para los análisis genómicos y metagenómicos de microorganismos y consorcios microbianos con uso benéfico potencial para la agricultura y la industria alimentaria. La colección de microorganismos del CNRG tiene el reconocimiento como Autoridad Depositaria Internacional (ADI) para el depósito con fines de patente de organismos biológicos, bajo el Tratado de Budapest. Adicionalmente, dispone de un *Arboretum*, una biofábrica y un invernadero. La infraestructura de conservación del CNRG incluye una capacidad de 746 m<sup>2</sup>; los inventarios actuales de germoplasma se describen en el siguiente cuadro.

## Infraestructura de conservación de los recursos genéticos en el CNRG

Laboratorio	Núm. Especies	Núm. Acciones
Semillas ortodoxas	503 agrícolas 56 forestales	26 741 agrícolas 167 forestales
<i>In vitro</i>	34 agrícolas	220 agrícolas
ADN y Genómicas	52 agrícolas y forestales	28 556 UG vegetal 866 UG animal
Recursos Genéticos Acuático Pecuario	2 acuáticas 5 pecuarias	2079 UG acuáticas 23 859 UG pecuarias
Recursos Genéticos Microbianos	300 cepas	5400 UG

UG: Unidades de germoplasma.

## Servicios y productos

El INIFAP, además de ofrecer soluciones científicas y tecnológicas para el agro mexicano, tiene a disposición de los productores del campo y de la agroindustria una amplia variedad de servicios y productos, que en su mayoría se derivan de los resultados de la investigación y de la experiencia

y conocimientos de los investigadores. Los servicios y productos que ofrecen los Centros de Investigación Regional (CIR) y Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (CENID) se agrupan en el siguiente cuadro.

### Productos y servicios que ofrece el INIFAP en sus Centros

SERVICIO	NO	NC	NE	PC	CE	GC	PS	SE	COMEF	SAI	AF	RASPA	CNRG	FyMA
Agua (análisis de calidad)		🍌	🍌	🍌	🍌			🍌				🍌		
Almacenamiento de germoplasma en caja negra													🍌	
Análisis alimentos y bromatológico		🍌	🍌	🍌	🍌									🍌
Análisis de fertilizantes químicos y orgánicos	🍌		🍌	🍌	🍌							🍌		
Análisis de tejido vegetal		🍌	🍌	🍌	🍌							🍌		
Análisis soluciones nutrición				🍌	🍌							🍌		
Análisis toxicológico			🍌	🍌								🍌		
App para agricultura		🍌	🍌	🍌	🍌						🍌	🍌		
Biofertilizantes			🍌		🍌	🍌							🍌	
Calorimetría biomasa y carbón						🍌								
Capacitación (cursos, talleres y demostraciones)	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌	🍌
Caracterización bioquímica y genómica de bacterias y hongos										🍌			🍌	
Depósitos tratado de Budapest													🍌	
Determinación ácidos húmicos y flúvicos		🍌										🍌		
Determinación de hormonas por radioinmunoanálisis										🍌				
Diagnósticos bacteriológicos, virológicos y parasitarios en animales		🍌		🍌		🍌		🍌		🍌				
Diagnóstico HLB cítricos			🍌	🍌									🍌	
Diluyente para semen													🍌	
Dosis de semen						🍌								

Aportaciones del INIFAP al Campo Mexicano en 35 años

SERVICIO	NO	NC	NE	PC	CE	GC	PS	SE	COMEF	SAI	AF	RASPA	CNRG	FyMA
Ensayos de evaluación varietal en plantas	●	●	●	●	●	●	●	●						
Esquilmos y subproductos de la investigación	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●		●	●
Evaluación de aditivos en aves y cerdos														●
Evaluaciones de biológicos y agroquímicos	●	●	●	●	●	●	●	●		●				
Evaluación y certificación de maquinaria agrícola					●									
Evaluaciones genéticas en animales				●		●								●
Gestión de datos meteorológicos		●							●					
Identificación de plagas y enfermedades en plantas	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Mapas de potencial productivo y predicción de cosechas	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●		
Medios de cultivo para fertilización <i>in vitro</i>												●	●	
Monitoreo satelital y por VANT		●										●		
Pie de cría animales domésticos				●		●		●						●
Producción de plantas y plántulas		●	●	●		●	●	●	●					
Pronóstico de clima		●												
Protocolos de crecimiento mínimo y crío en plantas									●				●	
Semillas (básica, registrada, certificada, progenitores)	●	●	●	●	●	●	●	●						
Semillas nativas mejoradas					●	●	●	●						
Servicios de biotecnología y genética molecular		●	●	●	●	●	●		●	●			●	●
Servicio de criopreservación de semen y pruebas de aptitud reproductiva						●							●	
Servicios por contrato	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Suelo (análisis físico, fertilidad, salinidad)	●	●	●	●	●	●		●				●		
Trampeo de insectos		●	●	●										

CIR: NO= Noroeste; NC= Norte Centro; NE= Noreste; PC= Pacífico Centro; CE= Centro; GC= Golfo Centro; PS= Pacífico Sur; SE= Sureste.

CENID: COMEF= Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales; SAI= Salud Animal e Inocuidad; AF= Agricultura Familiar; RASPA= Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera; CNRG= Centro Nacional de Recursos Genéticos; FyMA= Fisiología y Mejoramiento Animal.



# Capítulo 3

## TECNOLOGÍAS DE ALTO IMPACTO



.....

Fotografía  
*Selección Genética*,  
Gabriela Chávez Villalba  
Campo Experimental Norman E. Borlaug



---

Fotografía  
*Control biológico natural,*  
Luis Martín Hernández Fuentes  
Campo Experimental Santiago Ixcuintla

# CAPÍTULO 3

## TECNOLOGÍAS DE ALTO IMPACTO

Dr. Efraín Cruz Cruz<sup>1</sup>

### Introducción

**E**l INIFAP ha generado conocimientos y tecnologías en todas las regiones agroecológicas del territorio nacional como respuesta a la solución de problemas en la producción agropecuaria y forestal. Estas tecnologías han sido adoptadas por los usuarios en sus procesos productivos en el campo mexicano. En el presente capítulo, se incluyen 120 tecnologías de alto impacto a nivel nacional o regional generadas durante los últimos 35 años y que han contribuido a incrementar la producción, rentabilidad, calidad, además de conservar los recursos naturales.

Las tecnologías están agrupadas por subsector (agrícola, pecuario y forestal) y sistema producto; incluyen información del problema que se atiende, la descripción e impacto de la tecnología. Si el lector tiene interés en obtener mayor información sobre alguna en particular, se ofrecen referencias bibliográficas y datos de los responsables de la generación de las mismas.

Las tecnologías **agrícolas** incluyen nuevas variedades y manejo agronómico en cultivos básicos, hortalizas, gramíneas, industriales, oleaginosas y frutales. Estas tecnologías aumentan la producción de alimentos, reducen los riesgos fitosanitarios, hacen un uso eficiente

del agua y ofrecen la oportunidad de obtener mejores precios en el mercado y producir productos alimenticios con valor agregado.

Las tecnologías **pecuarias** inciden en los sistemas de producción de abejas-miel, bovinos para carne, bovinos para leche, caprinos y cerdos. Estas tecnologías han contribuido a mejorar la producción y la calidad de los alimentos de origen animal, así como en incrementar los ingresos de los ganaderos.

Las tecnologías **forestales** incluyen el manejo sustentable, plantaciones, protección e industrialización de los recursos forestales en zonas tropicales, templadas y áridas. Estas tecnologías mejoran el aprovechamiento y conservación de los recursos forestales maderables y no maderables.

El INIFAP seguirá con el compromiso de generar, validar y transferir tecnologías en beneficio de los productores, transformadores y comercializadores de productos agrícolas, pecuarios y forestales, además de asumir su corresponsabilidad para incrementar la producción, la calidad de los alimentos y contribuir en la conservación de los recursos naturales de México.

<sup>1</sup>Coordinación de Investigación, Innovación y Vinculación, Oficinas Centrales



Fotografía  
*Pasado y futuro del bosque,*  
Julián Cerano Paredes  
CENID-RASPA

# ÍNDICE DE TECNOLOGÍAS DE ALTO IMPACTO

## TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS

### Cultivos Básicos

	Pág.
El Silverio: variedad de arroz de grano grueso tolerante a enfermedades y de alta calidad .....	41
Azufrado Higuera, variedad de frijol para Sinaloa .....	42
Variedad de frijol Pinto Saltillo .....	43
Variedad de frijol Junio León .....	44
Variedad de frijol Flor de Mayo Eugenia .....	45
V-560, variedad precoz de maíz .....	46
V-409 (compuesto precoz) y VS-440, variedades de maíz para temporal .....	47
VS-529, variedad de maíz tolerante a condiciones críticas de humedad .....	48
VS-536, variedad sintética de maíz de gran adaptabilidad e impacto en el sureste de México .....	49
H-443A, híbrido de maíz de grano amarillo .....	50
H-520, híbrido de maíz de alto rendimiento para el sureste de México .....	51
Híbridos de maíz H-40, H-48 y H-50 de alto impacto en Valles Altos de México .	52
Híbridos de maíz de grano blanco y amarillo para el subtrópico de México .....	53
H-515, híbrido de maíz para regiones cálidas subhúmedas .....	54
H-516, híbrido de maíz de alto rendimiento para regiones cálidas y semicálidas de México .....	55
H-563, híbrido de maíz tolerante al complejo de la enfermedad mancha de asfalto .....	56
H-565, híbrido de maíz con alto potencial de rendimiento y tolerante a la mancha de asfalto .....	57
H-383: híbrido de maíz blanco forrajero para riego en el norte-centro y occidente de México .....	58
Labranza vertical reducida para mayor adopción de la agricultura de conservación en maíz .....	59
Tecnología de producción de maíz para los Valles Altos de Querétaro .....	60
Biología, ecología y manejo de plagas de la raíz, barrenadores del tallo, picudos y gusano cogollero .....	61
Control y prevención de aflatoxinas en Tamaulipas .....	62
CIRNO C2008: Variedad de trigo cristalino para el noroeste de México .....	63
ATIL C2000, variedad de trigo cristalino .....	64





	Pág.
Kronstad F2004, variedad de trigo harinero para el noroeste de México .....	65
Júpare C2001, variedad de trigo para el noroeste de México .....	66
Producción de semilla de Alondra F2014, variedad de trigo harinero de gluten fuerte para El Bajío .....	67
Anatoly C2011, variedad de trigo cristalino para El Bajío .....	68
Cortazar S94, variedad de trigo harinero para El Bajío .....	69
Luminaria F2012, variedad de trigo harinero de gluten fuerte para El Bajío .....	70

### Hortalizas

Variedad de chile habanero Mayapán .....	71
Variedad de chile habanero Jaguar .....	72
Calakmul: variedad mejorada de chile habanero de fruto rojo .....	73
Manejo integrado de mosca blanca en chile y tomate .....	74
Biosolarización con melaza y microorganismos para la supresión de patógenos en el suelo .....	75
Granate: variedad de papa roja .....	76
Rosita: variedad de papa rosa .....	77
Malinche, variedad de papa blanca .....	78
Norteña, variedad de papa blanca .....	79
Tecnologías para producción de semilla de papa en México .....	80
Producción de semilla de calabaza chihua “Edzná” en Campeche .....	81

### Oleaginosas

Aztecan, Canomex y Centenario nuevas variedades de canola mexicanas .....	82
Variedad de soya Huasteca 200 .....	83
Variedad de soya Huasteca 400 .....	84
Control del gusano terciopelo de la soya con <i>Baculovirus anticarsia</i> .....	85
Control químico del picudo de la soya .....	86

### Gramíneas

Variedad de cebada Esmeralda .....	87
Variedad de cebada Esperanza .....	88



Karma, variedad de avena de amplia adaptación en temporal para la producción de grano y forraje .....	89
Turquesa, avena de alto rendimiento para la producción de grano y forraje en México .....	90
Uso de bajas densidades de población en sorgo de temporal .....	91
Biofertilización de sorgo mediante el uso de micorriza INIFAP .....	92
Manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo .....	93
Manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en El Bajío .....	94
Manejo integrado de maleza de hoja ancha en sorgo y maíz .....	95

## Frutales

Manejo Integrado del barrenador de ramas del aguacate .....	96
Uso eficiente del agua y nutrición en cítricos mediante fertirriego .....	97
Limón mexicano Colimex .....	98
Inducción a floración y producción forzada en limón 'Persa' .....	99
Manejo integrado de antracnosis en limón mexicano .....	100
Manejo integrado de limón mexicano en un escenario de alta incidencia de HLB .....	101
Portainjertos para limón mexicano .....	102
<i>Tamarixia radiata</i> , parasitoide para el control biológico del psílido asiático de los cítricos .....	103
Aplicación de insecticidas en hileras alternadas para el manejo sostenible del psílido asiático de los cítricos .....	104
Aspersiones de detergentes para el control de la escama blanca del mango .....	105
Zafiro, selección de mango Ataulfo del Soconusco Chiapas .....	106
Adelanto de la floración y cosecha de mango Manila .....	107
Densidades de plantación y niveles de nutrición en piña Cayena Lisa y MD-2, acorde a las demandas del mercado .....	108
Mejoramiento de los suelos ácidos cultivados con piña en México .....	109
Producción de vitroplantas de plátano y banano .....	110
Productos biorracionales para el control de plagas del nogal .....	111

## Industriales

Manejo integrado de picudo del maguey mezcalero mediante feromonas .....	112
Aplicación de auxinas para el enraizamiento de estacas de café robusta .....	113



Oro Azteca: variedad de café resistente a la roya anaranjada .....	114
Fertirrigación de caña de azúcar con riego por goteo .....	115
Colmex 94-8, nuevo híbrido de caña de azúcar .....	116
Manejo integrado de barrenadores del tallo en caña de azúca .....	117
Híbridos de cocotero resistentes al amarillamiento letal .....	118
Tecnología para la polinización en olivo para incrementar producción en el cultivar manzanilla .....	119
Producción intensiva de vainilla .....	120

### Otras tecnologías

Agricultura de conservación en suelos vertisoles .....	121
Agricultura de conservación para el estado de San Luis Potosí .....	122
Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF): sistema conservacionista multipropósito para suelos de ladera .....	123
Esquema de manejo integral de cuencas para la adaptación al cambio climático .....	124
Plataforma IRRIMODEL® para mejorar la gestión del servicio de riego .....	125
Sistema de alerta fitosanitaria del estado de Guanajuato .....	126
Potencial productivo de especies vegetales por municipio en Nayarit .....	127
Escuelas de campo, modelo de capacitación y acompañamiento técnico para comunidades indígenas .....	128
Transferencia y adopción del sistema de riego tipo válvula alfallera .....	129

## TECNOLOGÍAS PECUARIAS

### Bovinos

Mejoramiento genético de ganado Holstein productor de leche basado en evaluaciones genéticas y genómicas .....	130
Utilización de vacas cruzadas para la producción comercial de carne de bovino .	131
Calendario sanitario en bovinos de pastoreo .....	132
Control integrado de la garrapata en bovinos .....	133
Identificación de bovinos tuberculosos anérgicos mediante un ensayo inmunoenzimático .....	134
Control de la tuberculosis bovina mediante el empleo de la vacuna BCG de <i>Mycobacterium bovis</i> .....	135



## Caprinos

Uso del efecto macho y suplementación para el empadre de invierno en cabras en condiciones semiáridas .....	136
Mantenimiento de la producción de leche de cabra durante la sequía en condiciones semiáridas .....	137
Sensibilidad y especificidad de la prueba de tarjeta al 3%, para el diagnóstico de brucelosis caprina .....	138

## Porcinos

Vacuna PAV-250 contra la fiebre porcina clásica .....	139
---	-----

## Abejas

Mejoramiento genético para el manejo de la africanización de colonias de abejas melíferas .....	140
---	-----

## Transferencia de tecnología

El modelo GGAVATT: una estrategia de validación y transferencia de tecnología pecuaria .....	141
--	-----

## TECNOLOGÍAS FORESTALES

### Manejo sustentable

Potencial productivo y zonificación forestal en bosques templados .....	142
Metodología para establecer unidades productoras de germoplasma forestal en la Península de Yucatán .....	143
Micorrización controlada en la producción de planta en vivero .....	144
Sitios permanentes de investigación silvícola (SPIS) para conocer la dinámica de bosques y selvas de México .....	145
Coefficientes de forma y ecuaciones de volúmenes para ocho especies forestales tropicales .....	146
Ecuaciones de volumen total, fustal y ramas para diez especies forestales tropicales de las UMAFOR 2301 y 2302 de Quintana Roo .....	147
Sistema volumétrico eco-regional para la UMAFOR 1005 "Santiago Papasquiario y anexos" en Durango .....	148
Método estadístico para estimar parámetros de interés forestal en el contexto del Inventario Nacional Forestal de México .....	149
Tablas de volumen maderable para el manejo sustentable de cuatro especies de pino en Tlaxcala .....	150

Pág.



Criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad del manejo de bosques templados .....	151
Monitoreo y estimación de la producción natural del hongo blanco del pino <i>Tricholoma magnivelare</i> .....	152
Predicción del rendimiento de hoja seca de orégano en poblaciones naturales de Coahuila .....	153
Cuantificación de gases de efecto invernadero en México .....	154
Micropropagación y producción <i>in vitro</i> de cactáceas ornamentales amenazadas .....	155

## Plantaciones

Pastización y forestación en el vaso del ex Lago de Texcoco .....	156
Crecimiento e incremento de plantaciones forestales de caoba .....	157

## Protección

Definición de unidades de manejo del fuego .....	158
Sistema para el cálculo de combustibles forestales 'SICCO' .....	159

## Industrialización

Secador solar para madera en la pequeña y mediana industria forestal .....	160
--	-----

## EL SILVERIO: VARIEDAD DE ARROZ DE GRANO GRUESO TOLERANTE A ENFERMEDADES Y DE ALTA CALIDAD

**Dr. Leonardo Hernández Aragón, Biól. Leticia Tavitas Fuentes,**  
Campo Experimental Zacatepec.

La variedad de arroz El Silverio reporta los siguientes resultados: en la etapa de plántula, debido al excelente vigor del follaje, compite favorablemente con las malezas; la altura de la planta es de 92 cm; su ciclo vegetativo de la nacencia a la madurez del grano es de 135 días, es resistente a la “quema del arroz” (*Pyricularia oryzaea*) y a “manchado del grano” (*Helminthosporium oryzae*), y moderadamente resistente al complejo sogata-VHB (virus de la hoja blanca). Su rendimiento medio en condiciones de temporal es de 6 t/ha, mientras que bajo riego es de 7.5 t/ha. En ambas condiciones de cultivo supera en 2 t/ha a la variedad Milagro Filipino, que en temporal rinde 4 t/ha y bajo riego 5.5 t/ha. El grano de El Silverio es grueso mediano con ligera “panza blanca”; su calidad molinera es de 55% de recuperación de granos pulidos enteros, y la calidad culinaria es satisfactoria y del gusto del consumidor nacional.



La variedad El Silverio puede sembrarse en las diferentes zonas arroceras del país, tanto en condiciones de temporal en los trópicos sub-húmedo y húmedo para donde fue liberada, así como bajo riego de ambos ecosistemas y en el trópico seco, donde se ubican los estados de Tamaulipas, Veracruz, Michoacán, Tabasco, Campeche, Nayarit, Colima y Jalisco.

Entre 2012 y 2018 el INIFAP a través del Campo Experimental Zacatepec, ha producido y proporcionado semilla registrada a los productores arroceros de los estados de Nayarit, Colima, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Jalisco y Michoacán para la producción de semilla certificada, la cual ha sido sembrada tanto en condiciones de temporal como de riego en esas mismas entidades, y así, paulatinamente, está sustituyendo a la variedad Milagro Filipino que por muchos años se ha cultivado en México. De acuerdo con información del Sistema Nacional Producto Arroz en 2018, 2019 y 2020 se sembraron con El Silverio a nivel comercial 10 700, 17 000 y 22 000 hectáreas, respectivamente. Los rendimientos reportados en 2018 y 2019 fueron de 5.5 t/ha en condiciones de temporal y de 7.4 t/ha bajo riego, por lo que, de acuerdo con esta tendencia, se estima que en 2020 se cosecharán 132 mil toneladas de grano de esta variedad con un rendimiento medio de 6 t/ha, ya que se considera que por su buen comportamiento su cultivo seguirá aumentando y en poco tiempo desplazará a Milagro Filipino.

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

- García, A. J.L., L. Hernández A. y L. Tavitas F. 2010. “El Silverio” nueva variedad de arroz de grano grueso para áreas de temporal en el trópico mexicano. INIFAP-CIRPAS, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Folleto Técnico No. 25 Oaxaca, México. 35 p.
- García A. J.L., L. Hernández A. y L. Tavitas F. 2011. El Silverio: Nueva variedad de arroz para el trópico mexicano. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 2(4):607-612.

## AZUFRADO HIGUERA, VARIEDAD DE FRIJOL PARA SINALOA

*M.C. Fco. Javier Navarro Sandoval, M.C. Franklin G. Rodríguez Cota, M.C. Rafael A. Salinas Pérez (†), Campo Experimental Valle del Fuerte; M.C. Isidoro Padilla Valenzuela, Campo Experimental Norman E. Borlaug.*

En Sinaloa, el cultivo de frijol representa una importante alternativa de cultivo durante el ciclo otoño-invierno, en el que inciden problemas en la producción de índole fitosanitario y de manejo, que ocasionan mermas en el rendimiento e incrementan los costos y riesgos de producción. El mejoramiento genético es la vía más económica para resolver problemas complejos como incrementar el rendimiento, mejorar calidad de grano, así como la resistencia o tolerancia a plagas, enfermedades, entre otros. Lo anterior, en conjunto con la mejora de las prácticas agronómicas ayudará a incrementar el rendimiento de los cultivos.



El INIFAP en Sinaloa ha generado variedades y tecnología de producción para el cultivo de frijol. En 1995, con el fin de incrementar los rendimientos a menores costos y riesgos de producción, generó la variedad Azufrado Higuera, para las áreas productoras de frijol del estado de Sinaloa; sin embargo, debido a su amplio rango de adaptación, esta se cultiva en diferentes áreas de riego del país durante el otoño-invierno. El proceso para obtener la variedad Azufrado Higuera representó una inversión a las instituciones de financiamiento y de investigación, de alrededor de 16.7 millones de pesos durante el periodo 1982 a 1995. Invertir en ciencia y tecnología es altamente provechoso, si se compara con el valor agregado que generó la tecnología, en alrededor de 40 mil hectáreas sembradas con Azufrado Higuera de 2001 a 2010 en Sinaloa, se generaron unos 1600 millones de pesos, producto del mayor rendimiento y las ventajas en reducción de costos en el manejo agronómico de dicha variedad.

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Rodríguez-Cota, F.G., F.J. Navarro-Sandoval y R. A. Salinas-Pérez. 1994. Azufrado Higuera, nueva variedad de frijol para las áreas de riego del estado de Sinaloa. Memorias 11 Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso Nacional de Fitogenética. 303 p.

Salinas-Pérez, R.A., F.J. Navarro-Sandoval, F.G. Rodríguez-Cota e I. Padilla-Valenzuela. 1995. Azufrado Noroeste y Azufrado Higuera, nuevas variedades de frijol para Sinaloa. INIFAP-CIRNO-CEVAF. Folleto Técnico No. 11.

## VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO

**M.C. Issac Sánchez Valdéz\***, Campo Experimental Saltillo;  
**Dr. Jorge A. Acosta Gallegos**, Campo Experimental Bajío;  
**Dr. Francisco Javier Ibarra Pérez**, Campo Experimental Cotaxtla;  
**Dr. Rigoberto Rosales Serna, M.C. Evenor Idilio Cuéllar Robles\***,  
Campo Experimental Valle del Guadiana.

Pinto Saltillo es una variedad mejorada de frijol generada por el INIFAP, su grano tiene testa (cáscara) de color crema claro que se oscurece en mayor tiempo que otras de su tipo. Su desarrollo solucionó el problema de las variedades tradicionales de tipo pinto con reducida vida de anaquel por el oscurecimiento de la testa. Esta variedad tolera las enfermedades como antracnosis y roya y muestra susceptibilidad intermedia a bacteriosis común. El rendimiento promedio es de 1434 kg/ha, y se han obtenido rendimientos de hasta 3431 kg/ha.



Las innovaciones más importantes de la variedad de frijol Pinto Saltillo son la resistencia a la sequía intermitente y el oscurecimiento lento del grano. Esta última característica le proporcionó mayor vida de anaquel y solucionó el problema de depreciación que tenían las variedades de grano tipo pinto. Otra característica es el reducido tiempo de cocción, lo que disminuye el consumo de gas en los hogares y en las empresas que comercializan frijol cocido. Con la variedad Pinto Saltillo los productores incrementaron el rendimiento y los beneficios económicos obtenidos. Esta variedad actualmente se siembra en todo el Altiplano Mexicano, principalmente en condiciones de temporal de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Chihuahua, con superficie de siembra de 390 mil hectáreas, y un impacto económico cercano a los 5 mil millones de pesos anuales. Pinto Saltillo es uno de los principales logros científicos y tecnológicos del INIFAP, que proporciona sustento y bienestar a productores, comercializadores y consumidores de frijol en México.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Sánchez-Valdéz I., J.A. Acosta-Gallegos, F.J. Ibarra-Pérez, R. Rosales-Serna, and S.P. Singh. 2004. Registration of 'Pinto Saltillo' common bean. *Crop Science* 44(5):1865-1866 <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1865a>

Rosales, S.R., E.I. Cuéllar R. y L.M. Salazar S. 2015. Variedades para incrementar el rendimiento y la calidad del frijol. Desplegable para Productores No. 70. Campo Experimental Valle del Guadiana. CIRNOC-INIFAP, Durango, Dgo.

\*Ex investigador del INIFAP.

## VARIEDAD DE FRIJOL JUNIO LEÓN

**Dr. Jorge Alberto Acosta Gallegos, M.C. Yanet Jiménez Hernández,  
Dr. Víctor Montero Tavera, M.C. Bertha María Sánchez García,  
Dr. Salvador Horacio Guzmán Maldonado, Campo Experimental Bajío;  
M.C. Ángel Cid Ríos, Campo Experimental Zacatecas.**



En las regiones del Altiplano y El Bajío, principalmente en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas, el frijol tipo Flor de Junio se produce durante el ciclo primavera-verano bajo riego y temporal. Junio León es una variedad con mayor resistencia a las enfermedades de raíz y del follaje como el Virus del Mosaico Común (BCMV), roya (*Uromyces appendiculatus*), bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).

El INIFAP registró la variedad Junio León en 2012, posee alto potencial de rendimiento en riego y temporal, es de ciclo intermedio, la madurez se

presenta entre 95 y 110 días después de la siembra. La planta es de hábito indeterminado, postrado, con abundante follaje por un alto número de ramas primarias y secundarias con flores blancas. El color y tamaño de su grano es atractivo y su tiempo de cocción similar al de las variedades comerciales en su tipo. El tamaño del grano es de 34 g/100 granos, posee dos colores, fondo crema y franjas rosa, su forma es oval-alargada. Su rendimiento bajo temporal favorable en el Altiplano es de 1.5 t/ha y hasta de 4 t/ha en El Bajío. En los últimos tres años, la superficie de siembra de Junio León, en Guanajuato y Zacatecas, es de alrededor de 20 mil hectáreas/año.

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Cid R., J.A., H. Reveles M., M. Herrera D. y J.A. Acosta G. 2014. Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 57. CIRONOC-INIFAP, Campo Experimental Zacatecas. 35 p.

Acosta Gallegos, J.A., Y. Jiménez Hernández, V. Montero Tavera y S.H. Guzmán Maldonado 2015. Junio León, nuevas variedades de frijol para el Altiplano mexicano. Folleto Técnico No. 29, INIFAP-CIRCE-CEBAJ. 24 p.

## VARIEDAD DE FRIJOL FLOR DE MAYO EUGENIA

**Dr. Jorge Alberto Acosta Gallegos, M.C. Yanet Jiménez Hernández, M.C. Bertha María Sánchez García, M.C. Francisco M. Mendoza Hernández, Dra. María Guadalupe Herrera Hernández, Dr. Mario González Chavira, Campo Experimental Bajío; M.C. Rafael A. Salinas Pérez (†), Campo Experimental Valle del Fuerte.**



El grano de frijol tipo Flor de Mayo es de alta demanda en las regiones centro, El Bajío y centro-occidente de México. Aquí se presentan problemas de enfermedades de la raíz ocasionadas por *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* y *Macrophomina phaseolina*. Por estos problemas y la demanda de grano grande y alargado, el INIFAP liberó la variedad Flor de Mayo Eugenia (FME) en 2012.

El rendimiento promedio de FME en temporal varía de 0.8 a 2 t/ha y en riego 3.8 t/ha.

El peso promedio es de 32 g/100 semillas y en riego 35 g/100 semillas. La planta de FME es de hábito indeterminado postrado tipo III, con una altura del dosel de 35 a 40 cm. Bajo condiciones de riego es de ciclo intermedio con 55 días a la floración y 105 días a la madurez fisiológica; en condiciones de temporal, su ciclo se acorta en respuesta a las condiciones climáticas y puede alcanzar la madurez en alrededor de 95 días. Durante el último quinquenio, la superficie sembrada con la variedad es de aproximadamente 30 mil ha/año.



Cid R., J.A., H. Reveles M., M. Herrera D. y J.A. Acosta G. 2014. Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 57. CIRNOC-INIFAP, Campo Experimental Zacatecas. 35 p.

Acosta Gallegos, J.A., Y. Jiménez Hernández, J.L. Anaya López, V. Montero Tavera y B.Z. Guerrero Aguilar. 2017. Variedad de frijol y producción de semilla en Guanajuato. Folleto Técnico No. 2. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. 37 p.

## V-560, VARIEDAD PRECOZ DE MAÍZ

Dr. Bulmaro Coutiño Estrada, Campo Experimental Centro de Chiapas.



En muchas regiones del país, con precipitaciones menores a los 600 mm durante la estación de crecimiento del cultivo de maíz de temporal, o donde se presentan sequías intraestivales o canículas muy severas durante los meses de julio y agosto, se pueden tener pérdidas en el rendimiento de grano de 50% o más, sobre todo cuando coincide la sequía y las altas temperaturas con el periodo de floración de las plantas, o bien, se interrumpe el llenado normal del grano formado; las pérdidas se observan en la menor cantidad de carbohidratos, menor tamaño y peso de los granos.

En 2015, el INIFAP liberó una variedad precoz de maíz llamada V560, proveniente de la antigua V424 (la cual se sembró desde Sonora

hasta Chiapas). Las plantas de V560 crecen en promedio 171 cm y la mazorca se inserta a los 82 cm; la liberación de polen inicia a los 53 días y alcanza su madurez fisiológica entre 105 y 110 días y puede rendir 5.2 t en temporal y 6.8 t en siembras de riego. Se produjo y vendió semilla registrada a nueve empresas semilleras, las cuales comercializaron semilla certificada para cultivar 5800 hectáreas.

En 2020 en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Chiapas, se distribuyó a los productores 4740 kg de semilla certificada de esta variedad.

**35** AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Coutiño-Estrada B., N. Gómez-Montiel, G. Vázquez-Carrillo y V. Vidal-Martínez 2008. 'V-560', nueva variedad precoz de maíz para regiones tropicales. *Rev. Fitotec. Mex.* 37(2):187-188.

Coutiño, E.B. 2013. V-560, nueva variedad precoz de maíz. Desplegable para productores. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Centro de Chiapas, Ocozocoautla, Chiapas.

## V-409 (COMPUESTO PRECOZ) Y VS-440, VARIEDADES DE MAÍZ PARA TEMPORAL

M.C. César Augusto Reyes Méndez, Campo Experimental Río Bravo.

En áreas con altitudes menores de mil metros en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, durante la década de los 80, se sembraban anualmente 70 mil hectáreas de maíz en el ciclo de primavera-verano (P-V), con predominancia de las siembras de temporal en 80%. Actualmente, la superficie sembrada con este cultivo se ha reducido a la mitad. El ciclo P-V se caracteriza por sequías recurrentes y alta incidencia de plagas y enfermedades; por lo que, la mayor parte de la superficie se siembra con variedades nativas de bajo rendimiento y se maneja con poca tecnología, con rendimientos medios de grano de 2.7 y 1 t/ha, en riego y temporal, respectivamente. La mayor parte de la producción se utiliza para autoconsumo; por ello, el maíz tiene alta importancia socioeconómica en este ciclo para esas regiones.

El INIFAP, para contribuir en el incremento del rendimiento de maíz en el ciclo P-V, generó las variedades de maíz de polinización libre V-409 (originalmente denominada VS-409) y VS-440. La primera de ellas llega a la floración a los 47 días, alcanza la madurez fisiológica a los 105 días y produce 3.8 y 2.2 t/ha, en riego y temporal, respectivamente. La variedad VS-440 llega a floración a los 52 días después de la siembra, alcanza su madurez fisiológica a los 115 días, y el rendimiento de grano es de 4.4 y 2.5 t/ha, en riego y temporal, respectivamente. Ambas variedades toleran la sequía y las altas temperaturas. Su altura varía de 1.6 a 2.2 m. El



grano es de textura semidentada y se obtienen tortillas de buena calidad. Ambas variedades tienen buena adaptación en altitud de hasta 1000 m5z en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, en donde en el periodo 2009-2020 se sembraron 115 mil hectáreas con semilla certificada. Por ser de polinización libre, los agricultores pueden seleccionar y producir su propia semilla por varios años, lo cual les genera un ahorro por concepto de este insumo de 800 pesos por hectárea. La semilla básica y registrada de V-409 y VS-440 está disponible para su venta en el INIFAP.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Reyes, M. C.A. 1987. Compuesto Precoz (VS-409) nueva variedad de maíz para el Noreste de México. Fitotecnia. México. 10:34-49.

Reyes, M. C.A. 1993. VS-440. Nueva variedad de maíz para el Norte y Centro de Tamaulipas. Folleto Técnico No. 12. INIFAP-CIRNE-CERIB, Río Bravo, Tamaulipas. 12 p.

## VS-529, VARIEDAD DE MAÍZ TOLERANTE A CONDICIONES CRÍTICAS DE HUMEDAD

*Dr. Noel O. Gómez Montiel*, Campo Experimental Iguala;  
*Ing. Juan Cañedo Castañeda\**, *M.C. Pablo Murillo Navarrete\**.



La variedad de maíz VS-529 registrada en 1987, tuvo éxito porque fue de las primeras que liberó INIFAP para el Trópico subhúmedo con porte bajo, por lo que participó en el programa kilo por kilo del Gobierno de México en 1999 y 2000. Se caracterizó por su tolerancia a las condiciones adversas de humedad; tiene un porte de planta de 260 a 270 cm, grano semidentado con calidad tortillería para la industria tradicional, nixtamal-masa-tortilla. Tiene un rendimiento medio de 4.0 t/ha.

Su área de adaptación es la región cálida subhúmeda de los estados de la vertiente del Pacífico Sur; fue de los últimos productos que se entregó a PRONASE y aún tiene vigencia, porque participa en el híbrido varietal HV-240, recién registrado en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.

En el periodo de mayor comercialización, se produjeron en promedio 1500 kg/año de semilla registrada, con una cobertura aproximada a 11 mil hectáreas anuales con semilla certificada.

 **35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Gómez, M. N.O., J. Cañedo C. y P. Murillo N. 1987. VS-529 "Nuevo compuesto", reciente variedad de maíz para las regiones cálidas del estado de Guerrero y áreas similares. Folleto Técnico. No. 2. CEIGUA-CIFAGRO-INIFAP. 11 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## VS-536, VARIEDAD SINTÉTICA DE MAÍZ DE GRAN ADAPTABILIDAD E IMPACTO EN EL SURESTE DE MÉXICO

*Ing. Flavio A. Rodríguez Montalvo, Dr. Mauro Sierra Macías,*  
Campo Experimental Cotaxtla.

En el trópico húmedo de México se siembran anualmente 2.5 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 2 t/ha. Sin embargo, solo en 20% de dicha superficie se usa semilla certificada, razón por la que existe una gran demanda de esta categoría por parte de los productores de maíz, sobre todo en los estados de potencial productivo medio y bajo, donde las variedades sintéticas tienen un buen comportamiento agronómico y rendimiento. Además, si el productor hace una buena selección de su semilla, puede usarla por varios ciclos de siembra, sin que se afecte su rendimiento de grano y también es más fácil producir su propia semilla.

Para mejorar el rendimiento de grano y contribuir en el incremento del uso de semillas mejoradas en esta región, el INIFAP desarrolló en 1992 la variedad sintética de maíz VS-536. Para promocionar su adopción, se capacitaron cerca de 10 mil productores y técnicos. Durante el período de 2003 al 2019, la variedad VS-536 se sembró en 1.1 millones de hectáreas, con un impacto económico estimado en 5574 millones de pesos, un rendimiento de grano promedio de 5 t/ha, 150% mayor al rendimiento medio regional, y una relación Beneficio/Costo de 1.4:1. Después de 28 años de liberada, esta variedad sigue siendo una de las más demandadas en la región Sur-Sureste de México.



### AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Sierra, M.M., F.A. Rodríguez M., R.A. Castillo G., R.E. Preciado O. y F. Márquez S. 1992. VS-536, variedad sintética de maíz para el trópico de Veracruz y regiones similares (Descripción varietal). Folleto Técnico No. 2, CIRGOC-INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla. 11 p.

Sierra-Macías, M., F.A. Rodríguez-Montalvo, A. Palafox-Caballero y A. Espinosa-Calderón. 2016. Adopción e impacto de la variedad sintética de maíz VS-536 en la región tropical del sureste de México. Rev. Des. Econ. 2016. 32-40 p.

---

## H-443A, HÍBRIDO DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO

**M.C. César Augusto Reyes Méndez**, Campo Experimental Río Bravo;

**Dr. Miguel Ángel Cantú Almaguer**, Campo Experimental Iguala;

**Dr. Hugo Córdova Arellano (f)**, CIMMYT;

**M.A. Manuel de la Garza Caballero**, Sitio Experimental Las Adjuntas;

**Dra. María Gricelda Vázquez Carrillo**, Campo Experimental Valle de México.

---

En México, 90% de la producción de maíz es de grano blanco. En este rubro, el país es autosuficiente, el resto de la demanda corresponde a maíz amarillo, del cual existe un amplio déficit. En promedio, durante el período 2016-2019 se produjeron, anualmente, 3.4 millones de toneladas de grano de maíz amarillo y Tamaulipas ocupó el tercer lugar. En ese período, para satisfacer la demanda de la industria pecuaria, aceites, almidones y de frituras, el país importó 14.9 millones de toneladas por año, lo que representó un gasto de 2700 millones de dólares anuales.

Como resultado de trabajos de investigación conjunta entre el INIFAP-Campo Experimental Río Bravo y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en el año 2008 se liberó el híbrido trilineal de maíz amarillo H-443A con número de registro MAZ-950-260608 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales

(CNVV). Este híbrido es de ciclo intermedio, en otoño-invierno alcanza 50% de la floración masculina a los 77 días, se cosecha a los 145 días después de la siembra; su grano es amarillo y textura cristalina, excelente calidad sanitaria, cobertura de mazorca y tolerante a las aflatoxinas. Por su calidad, el grano es adecuado para la industria de la harina nixtamalizada, elaboración de frituras, botanas y alimentación de aves; sobresale su contenido de lisina con un valor de 0.4%. El rendimiento promedio de grano es de 7.9 t/ha, con rango de 4 a 10 t/ha. Este híbrido tiene buena adaptación en condiciones de riego y temporal y crece hasta 800 msnm en el trópico y subtrópico de México. En estas regiones, en el período 2009-2020 se han sembrado 100 mil hectáreas con semilla certificada, la cual es 20 a 50% más barata que la de compañías extranjeras. El INIFAP dispone para su venta, semilla básica y registrada de los progenitores del híbrido H-443A.



---

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Reyes, M. C.A. y M. A. Cantú A. 2009. H-443A, híbrido de maíz de grano amarillo para el Noreste de México. Rev. Fitotec. Mex. 32:331-333.

Cantú, A. M.A., C.A. Reyes M., M de la Garza C. y V. Carrillo G. 2009. H-443A, híbrido de maíz amarillo para el noreste de México. INIFAP-CIRNE, Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico No. 42. Río Bravo, Tam., México. 34 p.

## H-520, HÍBRIDO DE MAÍZ DE ALTO RENDIMIENTO PARA EL SURESTE DE MÉXICO

**Ing. Flavio A. Rodríguez Montalvo, Dr. Mauro Sierra Macías,  
Ing. Francisco Javier Ugalde Acosta,** Campo Experimental Cotaxtla.

En el área tropical de México, se siembran anualmente alrededor de 2.5 millones de hectáreas de maíz, en suelos con potencial productivo alto y medio (>5 t/ha), donde solo en 26% de dicha superficie se usa semilla de variedades mejoradas, razón por la que es factible usar los híbridos de maíz, tanto de cruza doble como trilineal o simples, por su alto potencial de rendimiento de grano.

Los bajos rendimientos de maíz están asociados con el uso de materiales nativos y a la poca adopción de la tecnología para producir maíz en esta área agroecológica. Para atender esta problemática, el INIFAP generó el híbrido de maíz H-520, de cruza trilineal, la cual se liberó en 2004 para la región sur-sureste de México. Las principales características de este híbrido son: alto potencial de rendimiento (8 t/ha), grano

blanco dentado, ciclo vegetativo intermedio con 53 días, altura de planta intermedia con 254 cm, resistente a las principales enfermedades de planta, mazorca y con amplia adaptación en las áreas tropicales de México. De 2008 a 2013, se capacitaron cerca 5 mil productores y técnicos del sureste del país y se distribuyeron 8.7 toneladas de semilla registrada, con un impacto en la siembra comercial acumulada de 84 940 ha. En cuanto a la producción de grano, el impacto económico de la tecnología generada por el INIFAP y adoptada por los productores se estimó en 89.5 millones de pesos en el Sur-Sureste de México durante este periodo, con una relación Beneficio/Costo de 1.82:1. El híbrido H-520 es de los más demandados por los productores y es una alternativa viable para incentivar la producción comercial de maíz en el trópico mexicano.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Sierra-Macías, M., A. Palafox C., F. Rodríguez M., A. Espinosa C., N. Gómez M., F. Caballero H., S. Barrón F., A. Zambada M. y G. Vásquez C. 2008. H-520, híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México. *Agríc. Téc. Méx.* 34(1).

Sierra-Macías, M., F.A. Rodríguez M., A. Palafox C., A. Espinosa C., P. Andrés M, N.O. Gómez M. y R. Valdivia B. 2016. Productividad de semilla y adopción del híbrido de maíz H-520, en el trópico de México. *Agríc. Soc. Des.* 2016. Vol. 13 (1, enero-marzo): 19.

## HÍBRIDOS DE MAÍZ H-40, H-48 y H-50 DE ALTO IMPACTO EN VALLES ALTOS DE MÉXICO

*Dr. Alejandro Espinosa Calderón, Dr. Gustavo Adrián Velázquez Cardelas,  
M.C. Juan Virgen Vargas, Campo Experimental Valle de México.*

En la región centro del país en condiciones de Valles Altos (2100 a 2600 msnm) y Zona de Transición (1801 a 2100 msnm) se siembran en promedio 1.6 millones de hectáreas de maíz. De esta superficie, en 700 mil hectáreas se cultivan bajo riego. En esta región, los híbridos de maíz H-40, H-48 y H-50 han tenido buena aceptación porque producen más que las tradicionales, cumplen con las preferencias de los productores y fortalecen a las microempresas productoras de semilla.

Durante 22 años, estos híbridos fueron los más sembrados en todos los Valles Altos y llegaron a producirse por más de 40 empresas de semillas; las cuales, aún se mantienen 16. La producción promedio de semilla certificada es de 1300 toneladas anuales, lo que permite la siembra de 65 mil hectáreas para la producción de grano. La superficie anterior representa 9.3% del total, con alto potencial de rendimiento para el cultivo de maíz en los Valles Altos centrales de México.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

- Espinosa, C.A., M. Tadeo R., J. Lothrop, S. Azpíroz R., Tut y C. Couoh y Y. Salinas M. 2003. H-50, híbrido de maíz de temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm). *Agríc. Téc. Méx.* 29(1): 89-92.
- Velázquez, C. G.A., Tut y C. Couoh, J. Lothrop, J. Virgen V. y Y. Salinas M. 2005. H-40, híbrido de maíz de grano blanco para los valles altos de México. Folleto Técnico No. 21. INIFAP, Campo Experimental Valle de México. 23 p.
- Espinosa, C.A., M. Tadeo R., J. Lothrop, S. Azpíroz R., R. Martínez M., J.P. Pérez C., Tut y C. Couoh, J. Bonilla B., A. Ramírez M. y Y. Salinas M. 2003. H-48, nuevo híbrido de maíz de temporal para los Valles Altos del Centro de Méx. *Agríc. Téc. en Méx.* Vol. 29 (1): 85-87.

## HÍBRIDOS DE MAÍZ DE GRANO BLANCO Y AMARILLO PARA EL SUBTRÓPICO DE MÉXICO

**Dr. José L. Ramírez Díaz, Dr. José Ron Parra (†), Dr. J. de Jesús Sánchez González, M.C. Margarito Chuela Bonaparte\*, Dr. José B. Maya Lozano (†), Ing. Rosalío Ramírez Zamora, M.C. Hipólito Venegas Solorio, Dr. Alejandro Ledesma Miramontes, M.C. Ivone Alemán de la Torre, Dra. Yolanda Salinas Moreno, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco; M.C. Humberto L. Vallejo Delgado, Campo Experimental Uruapan; Dr. Noel O. Gómez Montiel, Campo Experimental Iguala; Dr. Víctor A. Vidal Martínez, M.C. Roberto Valdívila Bernal, Campo Experimental Santiago; Dr. César A. Reyes Méndez, Campo Experimental Río Bravo; M.C. Aarón Morfín Valencia, Campo Experimental Tecomán.**

En México, la demanda de maíz supera a la oferta nacional, en 2019-2020 la producción de maíz fue de 27.1 millones de toneladas (MT) y la demanda de 44.1 MT, para cubrir el déficit se importaron 16.658 MT. La semilla de variedades mejoradas es un insumo estratégico para elevar la producción de maíz, pero es insuficiente y cara, en 2019 representó entre 14 y 18% del costo de producción. Hasta 1991 se trabajó con el modelo INIFAP-PRONASE, con el cambio de Ley, ese año, se autorizó el usufructo de semillas públicas a terceros, y el uso de semillas públicas cambió al modelo INIFAP-EMPRESA-PRODUCTOR. Como apoyo a la producción de maíz, el Programa de Mejoramiento Genético de Maíz (PMGM) de la Región Pacífico Centro, de 1985 a 2020 liberó 11 híbridos de grano blanco y siete amarillos, los cuales han servido para: 1) apoyar la producción de maíz en programas nacionales del sector como: kilo x kilo, campañas contra el hambre y crear la oferta de maíces amarillos, entre otras; 2) apoyar la creación y consolidación de la Industria Nacional de Semillas, a quienes se les dotó de semilla básica y registrada de los híbridos, capacitó en producción de semillas y se creó el vínculo de transferencia PMGM-empresas;

lo anterior permitió, equilibrar más el precio de la semilla en el mercado, pues la semilla nacional se oferta hasta 50% más barata porque se subsidia la investigación; 3) atender regiones productoras de maíz donde no había acceso a semillas mejoradas y atender demandas de semilla de gobiernos municipales para programas locales. Además, se creó la base genética que garantiza la continuidad del PMGM y el apoyo a la soberanía alimentaria nacional. De 2014-2019, se suministró a las empresas de semillas 93 310 kg de semilla registrada de grano blanco y amarillo, cuya producción en semilla certificada se estimó en 21 014 t, con la cual se sembraron 955 211 ha.



**55 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Ramírez, D. J.L., M. Chuela B., V. A. Vidal M., H.L. Vallejo D., R. Ramírez Z., A. Peña R., A. Ortega C., H. Córdova O., A. Morfín V., N.O. Gómez M., F. Caballero H., M. Ramírez M., M.G. Vázquez C., J.A. Ruiz C., J. Ron P., J.J. Sánchez G. y L. Soltero Díaz. 2010. H-377. Híbrido de maíz de grano blanco para riego y buen temporal para la zona Centro-Occidente de México. Folleto Técnico No. 3. CIRPAC-INIFAP, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. . 36 p.

Ramírez, D. J.L., I. Alemán de la T., M. Chuela B., V.A. Vidal M., A. Ledesma M., H.L. Vallejo D., R. Ramírez Z., N.O. Gómez M., S. Ruíz R., A. Peña R., C.A. Reyes M., Y. Salinas M., M.G. Vázquez C., J.A. Ruiz C., A. Trujillo C. y R.E. Preciado O. 2017. H-386A. Híbrido trilineal de maíz de grano amarillo para la zona subtropical de México. Folleto Técnico No. 5. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jal. 32 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## H-515, HÍBRIDO DE MAÍZ PARA REGIONES CÁLIDAS SUBHÚMEDAS

*Dr. Noel O. Gómez Montiel, Ing. Juan Cañedo Castañeda\*,*  
Campo Experimental Iguala.



El híbrido de maíz H-515 se registró en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas en 1995, con el número 846-MAZ 304-050995. Presenta hojas semierectas, porte de planta bajo con 270 cm de altura y grano cristalino de alto peso específico; la Asociación de Molineros de Morelos lo consideró en su tiempo, como el mejor maíz para tortilla por su alto rendimiento en masa; es de ciclo biológico intermedio con 120 días a la cosecha. Tiene una adaptación regional en áreas cálidas semisecas y se caracteriza por soportar temporales escasos; su rendimiento de grano es de 4.5 a 7.5 t/ha.

El híbrido H-515 se recomienda para áreas cálidas-semisecas con baja humedad relativa, de los estados de Guerrero, Morelos, Estado de México, Michoacán y Oaxaca, con 400 a 1000 m de altitud y 750 a 900 mm de precipitación. Aunque en cantidades más bajas aún se siembra comercialmente. En los últimos 10 años se han comercializado en promedio 200 kg/año de semilla registrada, que permiten sembrar aproximadamente 1500 hectáreas anuales con semilla certificada.

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Gómez, M. N.O. y J. Cañedo C. 1996. H-515, maíz híbrido para las regiones cálidas subhúmedas de buen potencial productivo. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP. Folleto para Productores No. 7. 15 p.

González, C.M., N.O. Gómez N., P. Murillo N. y M. Manjarrez S. 2013. Variedades e híbridos de maíz del INIFAP para el estado de Guerrero. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP. Desplegable para Productores No. 9 (2ª. Edición).

\*Ex investigador del INIFAP.

## H-516, HÍBRIDO DE MAÍZ DE ALTO RENDIMIENTO PARA REGIONES CÁLIDAS Y SEMICÁLIDAS DE MÉXICO

**Dr. Noel O. Gómez Montiel**, Campo Experimental Iguala;  
**Dr. J. Luis Ramírez Díaz**, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco;  
**Dr. Antonio Turrent Fernández**, Campo Experimental Valle de México.



H-516 es un híbrido de maíz de alto potencial productivo y amplia adaptación; se registró en SNICS en 1999, con el número 1214 MAIZ-494-200799/C. Sus ventajas comparativas son: alto potencial de rendimiento de grano, estabilidad, calidad y peso específico del grano. Tiene un porte medio de planta de 270 cm, ciclo biológico de 125 días, un rendimiento medio de 7 t/ha con potencial genético cercano a 10 t/ha, tiene mazorca gruesa de grano semicristalino y se adapta a regiones cálidas y semicálidas con baja humedad relativa.

El H-516 se adapta a altitudes de 400 hasta 1600 m, precipitaciones de 800 a 1100 mm y se establece tanto en el ciclo PV de temporal, como OI de riego, de los estados de Guerrero, Morelos, Puebla, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, la Península de Yucatán y Jalisco, entre otros. Es uno de los maíces que más comercializa el INIFAP con microempresas semilleras. En los últimos 10 años se han comercializado 650 kg cada año de semilla registrada, que permiten sembrar 5 mil hectáreas anuales con semilla certificada.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Gómez, M. N.O., J. L. Ramírez D. y A. Turrent F. 2001. H-516, maíz de alto rendimiento para regiones cálidas y semicálidas de México. Folleto Técnico No. 8. 20 p. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP.

González, C.M. y N.O. Gómez, N. 2006. Alternativas tecnológicas para cultivar maíz en áreas de alto potencial productivo del estado de Guerrero. Desplegable para Productores No. 4 (2ª Edición). CEIGUA-CIRPAS-INIFAP.

---

## H-563, HÍBRIDO DE MAÍZ TOLERANTE AL COMPLEJO DE LA ENFERMEDAD MANCHA DE ASFALTO

*Dr. Noel O. Gómez Montiel*, Campo Experimental Iguala;

*Dr. Mauro Sierra Macías*, Campo Experimental Cotaxtla;

*M.C. Marino González Camarillo\**, *Dr. Miguel A. Cantú Almaguer*, Campo Experimental Iguala;

*Dr. Alfonso Ramírez Fonseca\**, *M.C. José de Jesús Wong Pérez\**,

*Dr. Margarito Manjarrez Salgado\**.

---



El híbrido H-563 fue el primer maíz que se generó con tolerancia a la enfermedad mancha de asfalto en Guerrero y otros estados del país. Se identificó como sobresaliente en 2001 y se registró en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales en 2006 con el número MAS-795-150806. Además de la resistencia a la mancha, tiene un alto potencial productivo que puede alcanzar 10 t/ha si las condiciones son favorables. Tiene un porte de planta de 280 cm, un ciclo biológico de 125-130 días y presenta mazorca gruesa con granos cristalinos. Se adapta a regiones cálidas húmedas y subhúmedas del trópico de México.

El H-563 se adapta a altitudes desde el nivel del mar hasta 1200 m, de los estados de Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Campeche, Morelos, Veracruz y la Península de Yucatán. Su auge fue de 2005 a 2015, ya que prácticamente era el único maíz resistente a la mancha de asfalto. Actualmente el INIFAP comercializa en promedio 200 kg/año de semilla registrada, que permiten sembrar cerca de 1500 hectáreas anuales con semilla certificada.

---

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Gómez, M. N.O., M. Sierra M., M. González C., M.A. Cantú A., A. Ramírez F., J. de J. Wong P. y M. Manjarrez S. 2005. H-563, híbrido de maíz de alta productividad y resistente al Complejo "Mancha de asfalto". Folleto Técnico No. 12. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP. 20 p.

González, M.C., N.O. Gómez M., J. Pereyda H. y J. Muñiz E. 2008. Híbridos de maíz elotero tolerantes al complejo "Mancha de asfalto" en el estado de Guerrero. Folleto Técnico No. 17. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP. 36 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## H-565, HÍBRIDO DE MAÍZ CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y TOLERANTE A LA MANCHA DE ASFALTO

**Dr. Noel O. Gómez Montiel, Dr. Miguel A. Cantú Almaguer, Dr. César del Ángel Hernández Galeno, Campo Experimental Iguala; Dr. Mauro Sierra Macías, Campo Experimental Cotaxtla; Dra. Ma. Gricelda Vázquez Carrillo, Dr. Alejandro Espinosa Calderón, Campo Experimental Valle de México; M.C. Marino González Camarillo\*.**



El H-565 se generó a partir del H-507, el híbrido más exitoso en el trópico de México, ahora con mejores características agronómicas, mantiene la estabilidad del rendimiento de grano, amplia adaptación y alta calidad de grano para el sistema tradicional “nixtamal-masa-tortilla”. Se registró en el SNICS en 2009 y se aprobó con el número MAZ-987-210509, tolera la enfermedad “mancha de asfalto” y tiene un potencial genético para producir más de 10 t/ha; su altura de planta promedio es de 280 cm y un ciclo biológico de 130 días.

Se adapta a todo el trópico de México con altitudes menores a 1000 m y precipitación de 900 a 1200 mm, en los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Morelos, Nayarit, Veracruz y la Península de Yucatán. Actualmente es el híbrido que el INIFAP más comercializa en esta región. En los últimos 10 años se han comercializado 1100 kg/año de semilla registrada, que permiten sembrar 16 mil hectáreas anuales con semilla certificada.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

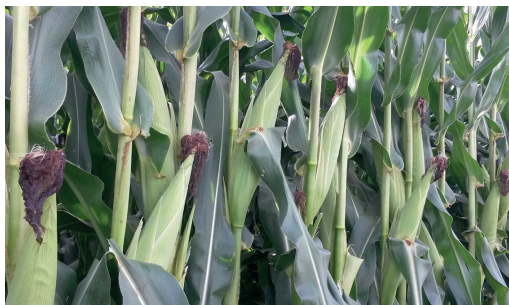
Gómez, M. N.O., M.A. Cantú A., M. Sierra M., C. del A. Hernández G, Ma. G. Vázquez C., A. Espinosa C. y M. González C. 2013. H-565: Nueva alternativa de maíz para el trópico bajo de México. Folleto Técnico No. 19. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP. 49 p.

Gómez, M. N.O., M.A. Cantú A., M. Sierra M., C. de A. Hernández G., A. Espinosa C., y M. González C. 2013. Maíz híbrido H-565, Nueva versión del H-507 para el trópico bajo de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 4(5):819-824

\*Ex investigador del INIFAP.

# H-383: HÍBRIDO DE MAÍZ BLANCO FORRAJERO PARA RIEGO EN EL NORTE-CENTRO Y OCCIDENTE DE MÉXICO

Dr. Alfonso Peña Ramos, Dr. Omar Iván Santana, Dra. Dolores Briones Reyes,  
Campo Experimental Pabellón.



En la región norte-centro y occidente de México, hay una alta demanda de forraje de maíz para silo para la alimentación de vacas lecheras. En esta región se siembran más de 150 mil hectáreas de maíz para forraje que representan cerca de 70% de la superficie sembrada en el país. El maíz es un cultivo de alta producción de materia seca, alto valor energético, y es la fuente más barata de nutrimentos y fibra en las dietas de las vacas lecheras en producción. En el mercado de semillas existen híbridos competitivos en producción, pero pocos se caracterizan por tener alta calidad forrajera y tolerancia a las enfermedades más comunes que afectan la producción, como es la pudrición del tallo causada por *Fusarium* spp., la cual se ha diseminado por gran parte del área cultivada en los últimos años.

Derivado de lo anterior, el INIFAP, liberó el híbrido de maíz H-383 de grano blanco en el

2012, tolerante a *Fusarium* spp. del tallo, de alta producción de forraje y alta calidad nutricional, con adaptación a las áreas de riego de La Laguna, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y Jalisco. Su producción promedio es de 28 t/ha de materia seca, con altos niveles de digestibilidad, y alto impacto en la producción de leche por hectárea.

Como apoyo a la transferencia de tecnología el INIFAP organizó más de 35 eventos demostrativos para productores y dueños de empresas semilleras. El impacto económico generado con el híbrido adoptado por los productores se estima en 344.2 millones de pesos, solamente en las 9 mil hectáreas sembradas con el híbrido anualmente. Con el uso del híbrido se obtiene una relación Beneficio/Costo de 1.7:1; es decir, por cada peso invertido en el cultivo, los productores de maíz obtuvieron una ganancia de 1.7 pesos.



Peña, R.A., I. Santana O., D. Briones R., J.L. Ramírez D., V.A. Vidal M. y A. Ledesma M. 2015. H-383: Híbrido de maíz blanco intermedio de grano y forraje con alta calidad para el Norte Centro y Occidente de México. Folleto Técnico No. 73. INIFAP, Campo Experimental Pabellón. 21 p.

Peña, R.A., I. Santana O., D. Briones R., J.L. Ramírez D., V.A. Vidal M. y A. Ledesma M. 2017. H-383: Híbrido de maíz para grano y forraje para el Norte Centro y Occidente de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 8(8):1891-1896.

## LABRANZA VERTICAL REDUCIDA PARA MAYOR ADOPCIÓN DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN MAÍZ

*Dr. Manuel Mora Gutiérrez*, Sitio Experimental Querétaro.

La tecnología de labranza de conservación se ha impulsado desde hace más de 30 años en el país y en Querétaro desde 1992; sin embargo, su grado de adopción ha sido mínima. Una de las razones principales es que esta práctica requiere de una sembradora específica de labranza cero que la mayoría de los productores no disponen.

Se ha observado en algunos terrenos que la capa superficial del suelo está compactada y no permite una profundidad de siembra uniforme con algunas sembradoras para labranza cero. En estos casos, la labranza vertical reducida representa una buena alternativa. Con esta tecnología en siete años de investigación en maíz de riego, en un suelo Feozem del estado de Querétaro se han obtenido rendimientos de más de 10 t/ha, similar al obtenido con labranza convencional. La tecnología de labranza vertical reducida consiste en dejar alrededor de 30% de los residuos de cosecha al nivel de la superficie

del suelo y realizar, como preparación del suelo para la siembra, solo una labor de cinceleo a 10 cm de profundidad y enseguida sembrar con la sembradora convencional que tienen los productores, sin que se requiera una sembradora específica de labranza cero. Además, se obtiene una buena profundidad de siembra de la semilla, que asegura una adecuada densidad de población. El uso de esta tecnología ha permitido la mayor adopción en un corto plazo. La labranza vertical reducida ha sido viable de implementarse en el cultivo de maíz en las zonas de riego y temporal del estado en más de 30 mil hectáreas. Esto ha permitido el ahorro en el costo de preparación del terreno en alrededor de 7% y ha contribuido a disminuir la contaminación al medio ambiente, por el menor número de labores de preparación del suelo. La tecnología se ha implementado en programas de extensionismo de los gobiernos federal y estatal.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Mora, G.M. 2014. Agricultura de conservación en el cultivo de maíz con la maquinaria disponible por el productor. Anuario Estadístico de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Querétaro.

## TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA LOS VALLES ALTOS DE QUERÉTARO

*Dr. Alfredo Tapia Naranjo, Dr. Manuel Mora Gutiérrez,*  
Sitio Experimental Querétaro.



El maíz es el cultivo más importante en la zona de Valles Altos de Querétaro, que comprende principalmente los municipios de Amealco y Huimilpan. En el municipio de Amealco, en el año 2018 se reportó una superficie sembrada de 17 088 ha, que representó más de 80% de la superficie agrícola del municipio. De estas, 10 998 ha se sembraron en temporal y 6090 ha en punta de riego. El rendimiento promedio de las variedades tradicionales fue de 1.5 y 3.6 t/ha en temporal y punta de riego, respectivamente. El valor de la producción reportado fue de 64.9 millones de pesos en temporal y 81.4 millones en punta de riego. La región se caracteriza por un clima templado subhúmedo, temperatura media anual de 15 °C, de 2200 a 2500 m de altitud y precipitación media anual mayor a 600 mm de mayo a septiembre, con un período de estiaje en agosto. Los suelos, en su mayoría son tipo Feozem, con profundidad menor a un metro, excepto los de la rivera del Lerma. Alrededor de 60% presentan problemas de acidez y son pobres en materia orgánica; asimismo, existen algunas áreas degradadas por la erosión eólica e hídrica.



Con información obtenida en parcelas de productores cooperantes de los Valles Altos de los últimos 15 años, se ha generado un paquete tecnológico de manejo que incorpora variedades de ciclo intermedio generadas por el INIFAP (H-40, H-48, H-50, H-52) y otras comerciales, biofertilizantes y nutrición del cultivo con base en análisis de suelo, que permiten obtener rendimientos de más de 8 t/ha bajo punta de riego.

Los eventos demostrativos en parcelas de productores con la participación de funcionarios públicos ha sido clave para la implementación del paquete tecnológico en los programas de apoyo de los gobiernos estatal y municipal en los últimos cinco años. Esto ha permitido a los productores beneficiados incrementar sus rendimientos entre 39 y 150% en superficies de 1000 a 1500 hectáreas.

 **35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Tapia, N. C.A. y M. Mora G. 2019. Tecnología de producción de maíz con punta de riego en la región de Valles Altos Querétaro. Folleto para Productores No. 1. INIFAP-CIRCE, Sitio Experimental Querétaro.

Tapia, N. C.A., M. Mora G. y U. Mora M. 2019. Validación del híbrido de maíz H-50 con riego punteado en los Valles Altos de Querétaro. En: Memoria de las Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuicola Pesquera, 23-26 de octubre de 2019. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

# BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y MANEJO DE PLAGAS DE LA RAÍZ, BARRENADORES DEL TALLO, PICUDOS Y GUSANO COGOLLERO

**Dr. Juan Francisco Pérez Domínguez, Dr. Salvador de la Paz Gutiérrez\*,  
Ing. Heriberto Valdés Martínez\*, Biól. Miguel Bernardo Nájera Rincón,  
M.C. Rebeca Álvarez Zagoya,** Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.

Cuando se iniciaron los estudios sobre plagas de raíz, se tenía información muy limitada sobre daños solamente en maíz y se había visto que también afectaban al sorgo. Con carencias de conocimiento sobre estas plagas en biología, ecología y distribución, entre otros temas; no se conocía la efectividad, ni el momento de aplicación de los insecticidas.

El INIFAP ha generado información y tecnologías en biología, ecología, distribución, daños y manejo de especies plaga de la raíz (gusano alfilerillo, gallinas ciegas), barrenadores de tallo, picudos y gusano cogollero, entre las plagas de mayor importancia económica. Investigadores del INIFAP han tenido participación en la generación de dosis, épocas de aplicación y formulaciones de insecticidas usadas actualmente por los

productores de maíz, caña y sorgo para el control de barrenadores y plagas de la raíz en Jalisco. La mayor parte de esa información y tecnología se ha generado en Jalisco y se difunde en diversas publicaciones (folletos, artículos científicos, capítulos de libros). Destaca el libro "Plagas del Suelo", publicación más importante sobre el tema a nivel nacional. Como apoyo a la divulgación de la información y transferencia de las tecnologías generadas, se han realizado en Jalisco, Nayarit y Michoacán, más de 70 eventos de capacitación para productores y técnicos. Los paquetes tecnológicos generados por INIFAP han sido adoptados por muchos productores, con un impacto positivo en 7600 hectáreas sembradas con maíz, caña y sorgo en los tres estados mencionados.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Loera, G. J.F. Pérez D. y L.A. Rodríguez del Bosque. 2010. Control Químico. 197-213 pp. En: Plagas del suelo. L.A. Rodríguez del Bosque y M. A. Morón Ríos (Eds.). Editorial Mundi-Prensa. México, D.F. 417 p. ISBN 978-607-7699-06-4.

Álvarez, C.M., J.F. Pérez D., H.E. Flores L. y J.C. García P. 2016. Paquete tecnológico para el manejo integrado de barrenador de tallo en caña de azúcar en zonas cañeras del occidente de México. Folleto Técnico No. 14 Tecomán, Col. 38 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## CONTROL Y PREVENCIÓN DE AFLATOXINAS EN TAMAULIPAS

M.C. César Augusto Reyes Méndez, Dr. Luis A. Rodríguez del Bosque,  
Campo Experimental Río Bravo.

En el norte de Tamaulipas entre 1989 y 1990, 95% de la producción total de grano de maíz cultivado bajo condiciones de riego, equivalente a 878 mil toneladas, resultó no apto para consumo debido a la contaminación del grano en precosecha con aflatoxinas, en concentraciones por arriba de los niveles permisibles para consumo humano (20 µg/kg) y animal (100 µg/kg). Las aflatoxinas, son metabolitos producidos por hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, considerados actualmente, entre los agentes cancerígenos naturales más peligrosos, producidos durante su crecimiento en sustratos como granos de maíz, pistache y cacahuete.

En 1990, se iniciaron trabajos orientados a estudiar el impacto del clima y las prácticas culturales sobre las aflatoxinas. La mejor estrategia para minimizar los riesgos de contaminación es usar el paquete tecnológico desarrollado por el INIFAP, el cual lo implantó la SARH (SADER) en Tamaulipas a partir de 1991, adaptándose su aplicación a otras regiones agroecológicas similares del país. El paquete consiste en la selección y preparación del terreno, sembrar del 20 de enero al 15 de febrero, controlar los insectos de la mazorca y la maleza, aplicar un riego de presiembra y tres de auxilio, uso de variedades adaptadas con buena cobertura de mazorca, una densidad de 70 mil plantas/ha a cosecha, fertilización balanceada, iniciar la cosecha con 22% de humedad en el grano y ajustar las trilladoras para evitar

quebrar los granos y eliminar al máximo las impurezas. El uso de este paquete permitió que la SSA autorizara continuar sembrando maíz, el cultivo más rentable bajo riego en la región. Las temperaturas altas y la sequía favorecen la contaminación, especialmente en las etapas de floración y llenado del grano. Los factores agronómicos más asociados a la presencia de aflatoxinas son la fecha de siembra, el control de insectos y la irrigación. También se desarrolló un modelo de predicción de aflatoxinas, el cual ha demostrado su eficiencia. En el periodo de 1991 a 2019, la superficie total de siembra de maíz en el norte de Tamaulipas bajo riego fue de 2.2 millones de hectáreas y se cosecharon 11.5 millones de toneladas de grano de maíz apto para consumo humano y animal. El beneficio económico de la tecnología en dicho periodo se estima en 40 353 millones de pesos.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Rodríguez del Bosque, L.A., C.A. Reyes-Méndez, S. Acosta-Núñez, R. Girón Calderón, I. Garza Cano y R. García-Villanueva. 1995. Control de aflatoxinas en maíz en Tamaulipas. INIFAP-CIRNE-CERIB, Río Bravo, Tamaulipas. Folleto Técnico 17:1-20.

Rodríguez del Bosque, L.A. 1996. Impact of agronomic factors on aflatoxin contamination in preharvest field corn in northeastern México. Plant Dis. 80 (9):988-993.

## CIRNO C2008: VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO PARA EL NOROESTE DE MÉXICO

**Dr. Miguel Alfonso Camacho Casas\*, M.C. Alberto Borbón Gracia,**  
Campo Experimental Norman E. Borlaug.



CIRNO C2008 es una variedad de trigo cristalino (*Triticum durum* L.) de hábito de crecimiento primaveral; en promedio, el espigamiento se presenta de 74 a 89 días y madurez fisiológica a 122 días después de la siembra. Durante los ciclos 2006-2007 al 2008-2009, esta variedad mostró rendimiento experimental promedio de 5.6 ton/ha con dos riegos de auxilio y de 6.3 t/ha con tres riegos de auxilio, con un rendimiento 8% superior a la variedad Júpate C2001. Las principales áreas potenciales de producción de la variedad CIRNO C2008 se ubican en los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur.

Respecto a la calidad del grano, CIRNO C2008 produce grano con un peso específico promedio de 83 kg/hL y a 12% de humedad contiene un promedio de 14.1% de proteína en grano. La intensidad de pigmento amarillo en el endospermo del grano es de 21.5 puntos en la

escala b de Minolta. En este parámetro de calidad, así como el de proteína es ligeramente superior al Júpate C2001. Al momento de su liberación CIRNO C2008 mostró resistencia a roya de la hoja y moderada resistencia a roya amarilla. Con respecto a carbón parcial, presenta un nivel menor de 1% de grano infectado, que le confiere el grado de resistencia. Durante el periodo 2012 a 2017, la mayor parte de la superficie con trigo en el sur de Sonora fue sembrada con la variedad CIRNO C2008, debido a sus ventajas técnico-productivas y económicas sobre la variedad antecesora (Júpate C2001). Durante los ciclos 2010 a 2019 se sembró un total de 1.5 millones de hectáreas de CIRNO C2008 en el sur de Sonora, lo que incrementó el valor de la producción en 3370 millones de pesos y se dejaron de aplicar 1.15 millones de litros de fungicidas para el control de enfermedades, lo que representó un ahorro de 1400 millones de pesos.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Figuroa-López, P., J.L. Félix-Fuentes, G. Fuentes-Dávila, V. Valenzuela-Herrera, G. Chávez-Villalba y J.A. Mendoza-Lugo. 2010. CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):739-744.

González-Estrada, A., M.Á. Camacho-Casas y H.E. Villaseñor Mir. 2019. Impactos económicos, sociales y ambientales de la variedad de trigo CIRNO. *Publicación Técnica No. 31.* INIFAP, Campo Experimental Valle de México. 67 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## ATIL C2000, VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO

*Dr. Miguel Alfonso Camacho Casas\**, *M.C. Alberto Borbón Gracia*,  
Campo Experimental Norman E. Borlaug.

ATIL C2000 es una variedad de trigo cristalino (*Triticum durum* L.) de hábito de crecimiento primaveral. El espigamiento ocurre entre los 77 y 95 días, y la madurez fisiológica del grano ocurre entre los 117 y 149 días después de la siembra; es decir, cinco a seis días más tardía que el testigo ALTAR C84. En los ciclos de evaluación de 1997-1998 y 1999-2000, la variedad ATIL C2000 rindió en promedio 1400 kg/ha más que el testigo ALTAR C84, razón por la cual fue rápidamente adoptada por los productores del sur de Sonora.

Respecto a la calidad del grano ATIL C2000 produce grano con un peso específico promedio de 82.5 kg/hL a 12% de humedad; contiene un promedio de 12.5% de proteína en grano. La intensidad de pigmento amarillo, de acuerdo al parámetro b en el medidor de color Minolta, promedia 19.5 puntos, similar a la variedad ALTAR C84. Desde su liberación, la variedad ATIL C2000 mostró susceptibilidad a la roya de la hoja; aun así, los productores la adoptaron por ser una de las variedades de mayor potencial de rendimiento en la historia del Valle del Yaqui. Para el ciclo 2009-2010 en el estado de Sonora la superficie sembrada con esta variedad representó 29.6% de un total de 291 mil hectáreas de trigo en Sonora. Desde 2003 a 2010 generó ingresos adicionales por 732 millones de pesos a los agricultores del estado de Sonora en una superficie de siembra acumulada en este período de 190 mil hectáreas.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Camacho-Casas, M.A., P. Figueroa-López, J. Huerta-Espino, J.J. Martínez-Santana y P. Félix-Valencia. 2001. Tarachi F2000 y Atil C2000, nuevas variedades de trigo para el noroeste de México. Folleto Técnico No. 43. INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug.

Hernández-Vázquez, B., J.I. Alvarado-Padilla y A. Valenzuela-Palafox. 2011. Descripción de las variedades de trigo para el Valle de Mexicali BC y norte de Sonora. Folleto Técnico No. 18 ISBN: 978-607-425-674-1. Campo Experimental Valle de Mexicali, Mexicali, Baja California.

\*Ex investigador del INIFAP.

## KRONSTAD F2004, VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA EL NOROESTE DE MÉXICO

**Dr. Miguel Alfonso Camacho Casas\*, M.C. Alberto Borbón Gracia,**  
Campo Experimental Norman E. Borlaug.

La variedad KRONSTAD F2004 es de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), de crecimiento en primavera. El espigamiento ocurre entre los 72 y 92 días después de la siembra, y la madurez fisiológica del grano puede ocurrir en un intervalo entre los 113 y 144 días después de la siembra. En los ciclos de evaluación de 1999-2000 y 2003-2004, la variedad KRONSTAD F2004 rindió en promedio entre 100 y 300 kg/ha más que el testigo RAYÓN F89. La siembra de esta variedad estuvo recomendada durante varios años para la región del Noroeste de México, que comprende parte de los estados de Baja California Sur, Baja California, Sinaloa y Sonora.

En los ciclos de evaluación, KRONSTAD F2004 mostró reacción moderadamente resistente a moderadamente susceptible a la roya de la hoja y es moderadamente susceptible al carbón parcial del grano. KRONSTAD F2004 fue una opción, con alto potencial de rendimiento y calidad excepcional para la elaboración de pan. En el periodo 2006 al 2010, permitió a los agricultores ahorrar 40 millones de pesos por su resistencia a roya de la hoja y por un mayor rendimiento de ingresos adicionales de 15 millones de pesos, en una superficie de siembra acumulada de 80 mil hectáreas, solo en el estado de Sonora.



KRONSTAD F2004



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Camacho-Casas, M.A., P. Figueroa-López, M. V Ginkel, R.J. Peña-Bautista y G. Fuentes-Dávila. 2007. KRONSTAD F2004: Nueva variedad de trigo harinero para el noroeste de México. Folleto Técnico No. 55. INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug. 20 p.

Camacho-Casas, M.A., P. Figueroa-López, G. Fuentes-Dávila, G. Chávez-Villalba, R.J. Peña-Bautista, V. Valenzuela-Herrera, G. Chávez-Villalba y J.A. Mendoza-Lugo. 2010. Kronstad F2004, nueva variedad de trigo harinero para el sur de Sonora. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1(1): 111-113.

\*Ex investigador del INIFAP.

## JÚPARE C2001, VARIEDAD DE TRIGO PARA EL NOROESTE DE MÉXICO

Dr. Miguel Alfonso Camacho Casas\*, M.C. Alberto Borbón Gracia,  
Campo Experimental Norman E. Borlaug.



JÚPARE C2001 es una variedad de trigo cristalino (*Triticum durum* L.). La planta es de un hábito de crecimiento de primavera, el espigamiento se presenta entre los 77 y 91 días y la madurez fisiológica del grano de JÚPARE C2001 puede ocurrir a los 116 y 139 días después de la siembra, alrededor de dos a tres días más tardía que el testigo ALTAR C84. En los ciclos de evaluación de 1997-1998 y 1999-2000, la variedad JÚPARE C2001 rindió en promedio 600 kg/ha más que el testigo ALTAR C84.

Respecto a la calidad del grano, JÚPARE C2001 produce grano con un peso específico

promedio de 84.4 kg/hL a 12% de humedad, y contiene un promedio de 13.4% de proteína en grano. La intensidad de pigmento amarillo, de acuerdo al parámetro b en el medidor de color Minolta, promedia 15.7 puntos. Desde su liberación, la variedad JÚPARE C2001 mostró resistencia a la roya de la hoja, por lo que los productores la adoptaron de manera muy rápida. En el periodo 2003 a 2010 esta variedad generó ingresos adicionales a los agricultores por 1312 millones de pesos y ahorros, al evitar aplicaciones de fungicidas, estimados en 450 millones de pesos en una superficie acumulada de 900 mil hectáreas con esta variedad en dicho periodo.

 35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Camacho-Casas, M.A., P. Figueroa-López y J. Huerta-Espino. 2004. Júpare C2001, nueva variedad de trigo duro para su cultivo en el noroeste de México. Folleto Técnico No. 47. INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug.

Hernández-Vázquez, B., J.I. Alvarado-Padilla y A. Valenzuela P. 2011. Descripción de las variedades de trigo para el Valle de Mexicali BC y norte de Sonora. Folleto Técnico No. 18. Campo Experimental Valle de Mexicali, Mexicali, Baja California.

\*Ex investigador del INIFAP.

## PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALONDRA F2014, VARIEDAD DE TRIGO HARINERO DE GLUTEN FUERTE PARA EL BAJÍO

**Dr. Ernesto Solís Moya, Ing. Aquilino Ramírez Ramírez,** Campo Experimental Bajío;  
**Dr. Julio Huerta Espino, M.C. Patricia Pérez Herrera\*, Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir,**  
Campo Experimental Valle de México.

La producción de trigo panificable en el país es deficitaria, anualmente una sola industria importa más de 600 mil toneladas por año. En El Bajío no se cuenta con oferta de variedades de gluten fuerte, ya que las existentes son susceptibles a roya lineal amarilla o son demasiado tardías.

Alondra F2014 es una alternativa para cubrir esta demanda por tratarse de una variedad de ciclo intermedio, más resistente a roya lineal amarilla y por superar en rendimiento a las variedades Urbina S2007 con 7.9%, a Luminaria F2012 con 9.8% y a Nana F2007 con 26.9%. La semilla básica de Alondra F2014 estuvo disponible después de su registro en

diciembre de 2014. A partir de esa fecha, las ventas de esta variedad fueron de 1870, 4050, 1800 y 250 kg de semilla básica de 2015 a 2018, para un total de 7970 kg vendidos. Esta semilla se sembró en 80 ha a una densidad de 100 kg/ha durante los ciclos 2015/2016 a 2018/2019. Como resultado se produjeron 400 toneladas de semilla de la categoría registrada, las cuales a su vez se sembraron en 2667 ha a una densidad de 150 kg/ha para una producción de 13.3 t de semilla certificada. La semilla certificada de Alondra F2014 se sembró en 66 667 ha a una densidad de siembra de 200 kg/ha. Los cálculos se hicieron estimando un rendimiento de 5 t/ha.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Solís, M.E., J. Huerta E., P. Pérez H., H.E. Villaseñor M., A. Ramírez R., M.L. De Cruz G. 2016. Alondra F2014, nueva variedad de trigo harinero para el Bajío, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7(5): 1225-1229.

Solís, M.E., J. Huerta E., P. Pérez H., H.E. Villaseñor M., A. Ramírez R., M.L. De Cruz G., L. Ledesma R. y M. P. Suaste F. 2016. Alondra F2014, nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte para El Bajío, México.

\*Ex investigador del INIFAP.

## ANATOLY C2011, VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO PARA EL BAJÍO

**Dr. Ernesto Solís Moya, Ing. Aquilino Ramírez Ramírez**, Campo Experimental Bajío;  
**Dr. Julio Huerta Espino, Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir, M.C. Patricia Pérez Herrera\***,  
Campo Experimental Valle de México.



Entre los principales problemas del trigo cristalino en El Bajío está la baja calidad del grano que se cosecha con porcentajes altos de la enfermedad conocida como “panza blanca”, así como por el uso de variedades susceptibles a roya de la hoja (*Puccinia triticina*) y la escasez de agua para su producción bajo riego.

Con la siembra de Anatoly C2011, variedad con mayor calidad industrial, eficiencia en el uso de agua e insumos, comparada con la testigo, se incrementa el rendimiento en El Bajío y norte de México aproximadamente en 700 kg/ha, que a un precio medio de 4200 pesos/t tiene un beneficio de 2940 pesos/ha. Se estima que desde 2011 hasta 2019 se han sembrado aproximadamente 7 mil hectáreas con la variedad Anatoly C2011, lo que resulta en un impacto económico que asciende a 20.6 millones de pesos en beneficio de más de 300 productores.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Solís, M.E., J. Huerta E., H.E. Villaseñor M., P. Pérez H., A. Ramírez R. y M.L. De la Cruz G. 2011. Anatoly C2011. Nueva variedad de trigo cristalinos para El Bajío y Norte de México. Folleto Técnico No. 11. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. 40 p.

Solís, M.E., J. Huerta E., H.E. Villaseñor M., P. Pérez H., A. Ramírez R. y M.L. De la Cruz G. 2012. Anatoly C2011, nueva variedad de trigo cristalino para siembras en El Bajío y el Norte de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc., 3(4): 821-827.

\*Ex investigador del INIFAP

## CORTAZAR S94, VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA EL BAJÍO

**Dr. Ernesto Solís Moya, M.C. Jesús Narro Sánchez\***, Campo Experimental Bajío;  
**Dr. Alfredo Salazar Zazueta\***, Campo Experimental Valle de México.

En la región de El Bajío, que comprende parte de Guanajuato, Michoacán y Jalisco, se siembran en promedio 120 mil hectáreas de trigo. La problemática principal son enfermedades como la roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis*), los altos costos de producción y la baja disponibilidad de agua.

En 1994 se liberó la variedad de trigo Cortazar S94 con resistencia a roya lineal amarilla y rendimiento 7.4% superior a las variedades comerciales en uso. Con la siembra de esta variedad rendidora y eficiente en el

uso del agua e insumos que la variedad testigo se incrementó el rendimiento del trigo en El Bajío en aproximadamente 600 kg/ha, que a un precio medio de 4200 pesos por tonelada, tiene un beneficio de 2520 pesos/ha.

Se estima que en el periodo 2009-2019 se ha sembrado en El Bajío 500 mil hectáreas con la variedad Cortazar S94, lo que ha beneficiado a más de 4 mil productores con un impacto económico estimado en más de 1260 millones de pesos.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Solís, M.E., A. Salazar Z. y J. Narro S. 1996. Cortazar S94: nueva variedad de trigo harinero para El Bajío. Folleto Técnico No. 2. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. 18 p.

Solís, M.E., A. Salazar Z., J. Huerta E., H.E. Villaseñor M., E. Espitia R. y A. Ramírez R. 2003. Bárcenas S2002; nueva variedad de trigo harinero para El Bajío. Folleto Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. 24 p.

\*Ex investigador del INIFAP

## LUMINARIA F2012, VARIEDAD DE TRIGO HARINERO DE GLUTEN FUERTE PARA EL BAJÍO

*Dr. Ernesto Solís Moya*, Campo Experimental Bajío;  
*Dr. Julio Huerta Espino, Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir, M.C. Patricia Pérez Herrera\**,  
Campo Experimental Valle de México;  
*Ing. Aquilino Ramírez Ramírez*, Campo Experimental Bajío.

En El Bajío de México, el tipo de trigo que se produce en mayor superficie y en mayores volúmenes es el harinero de gluten suave, no obstante que el trigo con mayor demanda en el país es el trigo harinero de gluten fuerte. La preferencia de los productores de esta región por los trigos suaves, se debe, entre otras causas, a que el ciclo biológico de estas variedades se adapta mejor a la rotación trigo-sorgo en El Bajío. Ni los trigos harineros de gluten fuerte, ni los cristalinos han tenido aceptación debido a que su ciclo es más tardío y provoca el desfaseamiento de la fecha óptima de siembra de los cultivos de verano, sorgo o maíz.

La nueva variedad Luminaria F2012 es de ciclo precoz, como las variedades de gluten suave que se siembran en la región. Esta variedad supera el rendimiento de Cortazar S94 y Bárcenas S2002, las cuales ocupan la mayor superficie en El Bajío con 19.8% y 8%, respectivamente. Se estima que desde su liberación, se han sembrado con la variedad Luminaria F2012 aproximadamente 9 mil hectáreas, que han beneficiado a más de 400 productores y su impacto económico asciende a 20.8 millones de pesos.



 **35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Solís, M.E., J. Huerta E., H.E. Villaseñor M., P. Pérez H., A. Ramírez R., Ledesma R., L. y M.L. De La Cruz G. 2013. Luminaria F2012 nueva variedad de trigo harinero para riego restringido en El Bajío. 2013. Folleto Técnico No. 21. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. 32 p.

Solís, M.E., J. Huerta E., H.E. Villaseñor M., P. Pérez H., A. Ramírez R., Ledesma R., L. y M.L. De La Cruz G. 2014. Luminaria F2012, nueva variedad de trigo harinero para riego restringido en El Bajío. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5(2): 325-330.

\*Ex investigador del INIFAP

## VARIEDAD DE CHILE HABANERO MAYAPÁN

**Dr. Raúl Díaz Plaza, M.C. Jorge Trujillo Aguirre, M.C. Wilson Avilés Baeza,  
Dr. Omar Gutiérrez Alonso,** Campo Experimental Mocochá.



El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una de las principales hortalizas de la Península de Yucatán, es el cultivo ícono que identifica a la región. A finales de 1994 el INIFAP inició el rescate de materiales criollos de chile habanero debido a la pérdida de germoplasma causada por la epidemia de virosis transmitida por la mosca blanca. Esto dio inicio al proceso de mejoramiento genético para la obtención de una variedad de origen criollo, que manifestara resistencia o tolerancia a virosis y conservara las características típicas del chile habanero criollo de la región. El CIR-Sureste del INIFAP generó en 2011 la variedad de chile habanero Mayapán con número de registro CHL-009-170908 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.

La variedad Mayapán produce frutos con elevada pungencia, forma acampanulada con tres lóculos, tamaño entre 4.5 a 5.5 cm de

largo y 3 a 3.5 cm de ancho, fruto firme, ápice agudo, verde esmeralda cuando termina su crecimiento y naranja intenso al madurar. Estas características hacen que la variedad Mayapán sea una de las dos variedades que cumplen con las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-189-SCFI-2017, que ampara la denominación de origen del chile habanero de la Península de Yucatán. El material es sumamente competitivo, con potencial de 35 t/ha a cielo abierto y 90 t/ha en invernadero. Otro beneficio de la variedad es que el costo de la plántula para trasplante, es de aproximadamente 14 mil pesos menor por hectárea, en relación a los híbridos comerciales (20 mil pesos por hectárea). Actualmente, la superficie que se siembra con Mayapán en la región es de alrededor de 100 hectáreas, lo que representa un ahorro en el costo de la plántula para el productor de 1.4 millones de pesos.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Godínez, H.Y., J.L. Anaya L., R. Díaz P., M. Gonzáles Ch., I. Torres P., E.F. Rivera B. and R.G. Guevara G. 2001. Characterization of Resistance to Pepper Huasteco Geminivirus in Chili Peppers from Yucatán, México. HortScience 36(1):139-142.

Tut, P.F. de J., F. Santamaría B., M.J. Zavala L., M. Berny y T. J.C. 2013. Características de materiales mejorados de chile habanero para la Península de Yucatán. INIFAP. Folleto Técnico No. 13. Mocochá, Yucatán.

## VARIEDAD DE CHILE HABANERO JAGUAR

M.C. Moisés Ramírez Meraz, Campo Experimental Las Huastecas.

En México se siembran más de 1300 ha de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), cuya zona tradicional de producción se ubica en la Península de Yucatán, donde se establece 90% de este cultivo en el país. Debido a la alta demanda del producto, en el mercado nacional y de exportación, la siembra del chile habanero se extendió a otras regiones del país; sin embargo, hace una década se carecía de variedades mejoradas y se dependía casi exclusivamente de materiales nativos para su producción, los cuales presentan serios problemas de adaptación, bajos rendimientos y limitada calidad comercial.

Para atender la problemática citada, el Programa de Mejoramiento Genético del INIFAP, con sede en el Campo Experimental Las Huastecas, desarrolló la variedad Jaguar, con registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales No. CHL-008-101109 y Título de Obtentor No. 0664. Esta variedad incrementó el rendimiento en más de 100%, en comparación con los materiales nativos, conservando el aroma, pungencia y sabor característico del verdadero habanero, dado su origen de germoplasma nativo. De esta forma, se contribuye con la denominación de origen del Chile Habanero de la Península de Yucatán, por lo que en 2012 se firmó un convenio de colaboración del INIFAP con el gobierno del estado de Yucatán y el Sistema-Producto Chile Yucatán para la producción de semilla. Por su alta aceptación en el mercado para consumo en fresco y uso industrial, cubre más de 70% de la superficie de chile habanero en el país. La variedad Jaguar puede producir de 18 a 24 t/ha a campo abierto, rendimiento que se



potencializa en agricultura protegida hasta 36 t/ha en macrotúneles y más de 45 t/ha en invernadero. Una característica de alto valor de la variedad Jaguar es su elevado grado de pungencia de fruto (>200 mil USC), por lo que es muy apreciado en la industria para extracción de concentrados, oleorresinas y capsaicinoides en Yucatán, Sonora y Baja California, para su envío a mercados de exportación.



Ramírez, M.M., G. Arcos C., H. Mata V., E. Vázquez G. y R. Méndez A. 2015. Variedades e híbridos de chile y su manejo para el sur de Tamaulipas. CIRNE-INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas. Folleto Técnico No. 40. 47 p.

Ramírez, M.M., G. Arcos C. y R. Méndez A. 2018. Jaguar, cultivar de chile habanero para México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 9(2):487-492.

## CALAKMUL: VARIEDAD MEJORADA DE CHILE HABANERO DE FRUTO ROJO

*Ing. Felipe de Jesús Tut Pech, M.C. Manuel Jesús Zavala León, Dr. Felipe Santamaría Basulto,*  
Campo Experimental Mocochá.

Los bajos rendimientos de chile habanero obtenidos por los productores de la Península de Yucatán, se deben al bajo nivel tecnológico utilizado, la alta incidencia de virosis transmitidas por mosca blanca y el uso de variedades mejoradas no adaptadas a la región, cuyo rendimiento varía de 12 a 14 t/ha. Además, la demanda de fruto para consumo en fresco y sobre todo para la industria, no ha sido cubierta por la producción regional. Particularmente, la industria demanda materiales de chile con frutos que maduren en color rojo. Para atender esta demanda, el Centro de Investigación Regional Sureste del INIFAP generó la variedad Calakmul, la cual posee Título de Obtentor con número de registro 1090.

La variedad Calakmul produce frutos verde pajizo al inicio del crecimiento y rojo intenso cuando madura, se adapta a suelos pedregosos y mecanizables de las zonas productoras de

Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Esta variedad puede producirse, tanto a cielo abierto, como en estructuras protegidas (casa sombra e invernaderos); tiene tolerancia a virosis transmitidas por mosca blanca y potencial de rendimiento de 35-40 t/ha a cielo abierto y de 70-90 t/ha en invernadero. El uso de semilla de la variedad Calakmul ha reducido el costo de producción, ya que el valor de la semilla está por debajo de los híbridos comerciales (0.15 centavos por semilla de la variedad por 1.4 pesos por semilla de los híbridos). Tan solo por concepto de costo de semilla se tiene un ahorro de aproximadamente 25 mil pesos por hectárea. Además, su uso ha permitido un incremento de 26 toneladas de fruto/ha, en una superficie de 44 hectáreas que se pueden utilizar para siembra de fruto de color rojo, lo que resulta en una producción de 1144 toneladas por año con un impacto económico de aproximadamente 25 millones de pesos.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Zavala-León, M.J., F.J. Tut Pech, F. Santamaría Basulto y J.C. Berny Mier y Terán. 2016. Calakmul, variedad de chile habanero de fruto rojo para la Península de Yucatán. Desplegable para Productores No. 11. INIFAP, Campo Experimental Mocochá.

Tut-Pech, F.J., F. Santamaría-Basulto, M.J. Zavala-León y J.C. Berny-Mier y Terán. 2013. Características de materiales mejorados de chile habanero para la Península de Yucatán. Folleto Técnico No. 13. INIFAP, Campo Experimental Mocochá. 38 p.

## MANEJO INTEGRADO DE MOSCA BLANCA EN CHILE Y TOMATE

M.C. Joel Ávila Valdez\*, Campo Experimental Las Huastecas.

En los años ochenta y noventa, la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se convirtió en una de las plagas más importantes en los cultivos de chile y tomate de Tamaulipas. Los daños directos del insecto y por la transmisión de geminivirus, que ocasionan amarillamiento y enchinamiento en las plantas, puede ocasionar pérdidas de hasta 100%. El control químico, por si solo, no es la solución más adecuada al problema, dado que este método obliga al productor a repetir las aplicaciones o a utilizar varios productos en una sola aplicación. Esto ocasiona incremento en los costos de producción y problemas derivados del uso excesivo de los insecticidas, como la generación de resistencia de la mosca blanca a los productos agroquímicos en poco tiempo.

Para atender el problema de la mosca blanca y geminivirus en los cultivos de chile y tomate en Tamaulipas, el INIFAP desarrolló un manejo integrado que consiste en: 1) destrucción de los residuos de cosecha inmediatamente terminado el ciclo, previa aplicación de un insecticida de contacto; 2) utilizar épocas de siembra más “tempranas”; 3) eliminar los hospederos silvestres dentro y fuera de los lotes, ya sea de forma mecánica o mediante la aplicación de herbicidas sistémicos o de contacto; 4) sembrar lejos de los cultivos preferidos por el insecto; 5) utilizar barreras vegetales; 6) dejar periodos libres de cultivo entre los ciclos de producción; 7) utilizar trampas alrededor de los cultivos; 8) establecer altas densidades de siembra; 9) aplicar bioinsecticidas, depredadores como la crisopa



y alternar surcos con plantas reservorios de parásitos; 10) aplicar insecticidas selectivos para evitar dañar a la fauna benéfica; y 11) alternar el uso de insecticidas y dejar como última opción los piretroides. Esta tecnología redujo el riesgo de pérdida total en la producción de chile y tomate en 80%, tanto en la región de Las Huastecas como en el trópico de México, y se ha utilizado en aproximadamente 4 mil hectáreas cada año, en los últimos 30 años.

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Ávila-Valdéz, J. e I. Hinojosa R. 2000. Manejo integrado de mosca blanca. Folleto Técnico No. 16. INIFAP, Campo Experimental Sur de Tamaulipas. 61 p.

Arcos-Cavazos, G. y M. Ramírez M. 2007. Manejo integrado y su efecto en la incidencia de mosca blanca y enfermedades virales en chile serrano en el sur de Tamaulipas. Cuarta Convención Mundial del Chile 2007. 152-157 pp.

\*Ex investigador del INIFAP.

## BIOSOLARIZACIÓN CON MELAZA Y MICROORGANISMOS PARA LA SUPRESIÓN DE PATÓGENOS EN EL SUELO

M.C. Salvador Villalobos Reyes, Dr. Enrique González Pérez, M.C. Heriberto Godoy Hernández, Campo Experimental Bajío.

La producción orgánica de hortalizas en invernadero que se realiza en suelo en el centro de México, tiene como limitantes las enfermedades provocadas por sus patógenos que incluyen hongos, bacterias y nematodos. Estas llegan a afectar severamente el nivel de productividad de las plantas si no se implementa el manejo antes de la siembra o trasplante.

El uso de la melaza con la biosolarización representa una opción viable que, además de ser permitida en el esquema de producción orgánica, mejora las condiciones de fertilidad y sanidad del suelo.

La melaza genera subproductos como ácidos orgánicos y otros gases que, combinados con la población microbiana nativa del suelo, contribuyen a reducir la población de los patógenos a niveles manejables con los productos existentes en el mercado. El rendimiento de fruto de las plantas mejora, en pimiento rojo aumenta en 16%, en jitomate saladette aumenta en 20%, en pepino aumenta a 15%, en chile ancho aumenta en 17%. En promedio se mejora la rentabilidad (Beneficio/Costo) en 14%. También, se reduce en 20% la cantidad de insumos empleados en el manejo de bacterias, hongos y nematodos, con lo que se contribuye a la reducción del riesgo de contaminación del suelo y del aire. La tecnología es utilizada por 30% de los productores de hortalizas en suelo en invernadero en Guanajuato y también es utilizada en otros estados como Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y Michoacán.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

González, P.E. and S. Villalobos R. 2016. Evaluation of four treatments for management of Root-knot caused by *Meloidogyne* spp. on Tomato in Celaya, México, 2015. Plant Disease Management Reports (PD MR), volumen 10, 2016.

## GRANATE: VARIEDAD DE PAPA ROJA

*Ing. J. Víctor Magallanes González, Dr. Román Flores López,  
Dr. Humberto A. López Delgado, Sitio Experimental Metepec.*



En México, en la década de 2000 al 2010, la falta de variedades de papa nacional con calidad industrial para hojuela, junto con la presencia de las enfermedades punta morada de la papa y el tizón tardío producían bajos rendimientos a un alto costo, debido a que se hacían hasta 25 aplicaciones de fungicidas para el control de estas enfermedades, con graves consecuencias al ambiente y a la salud de los consumidores.

Granate fue liberada en 2014 en el Estado de México, con el propósito de contar con una variedad especializada de calidad industrial y capaz de tolerar el daño de la punta morada de la papa y el tizón tardío. Su ciclo es precoz de 70 a 90 días y su forma oval corta permite obtener

rebanadas de hojuelas con la calidad que la industria demanda, su hojuela es amarilla y con alto gusto para el consumidor.

En la actualidad, Granate se cultiva en 2 mil hectáreas anuales en los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Ciudad de México y Estado de México. Granate también es considerada como una alternativa de la medicina para controlar problemas de tipo cancerígeno, debido a los pigmentos que tiene y a sus características organolépticas. Esta variedad se considera la primera con tolerancia al complejo de la punta morada de la papa a nivel mundial.

## ROSITA: VARIEDAD DE PAPA ROSA

**M.C. Manuel Villareal González, Dr. Mateo Cadena Hinojosa, M.C. David Montelongo (†),  
Ing. Julián Víctor Magallanes González, Sitio Experimental Metepec.**

La variedad Rosita del INIFAP se generó como alternativa de variedades rojas para enfrentar al tizón tardío y al nematodo dorado. Es reconocida a nivel mundial como una variedad de amplia adaptación que va desde 50 hasta 4500 msnm y con tolerancia estable al tizón tardío de la papa. Rosita llegó a constituirse en la principal variedad de papa roja en México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Nicaragua, Colombia, Ecuador y Bolivia. Rosita se caracteriza por su piel rosada, forma redonda a oval-corto, ojos semi-profundos y pulpa de color crema.



La variedad Rosita se cultivó en México en más de 30 mil hectáreas, en los estados de Puebla, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz, Chiapas y la Ciudad de México, por su tolerancia a tizón tardío supera a las variedades extranjeras rojas como: Spunta, Spartan, Comander, Red Pontiac, Lady Rossette, Sangre y otras, en 220% y por su rendimiento superior a 50 t/ha a criollas como Leona, Amarilla de Puebla, Betabel, Chata roja, Yema y López, en 100%. También tolera el daño del nematodo dorado y palomilla de la papa. Rosita es una variedad con alta calidad para consumo en fresco y también en climas cálidos tiene calidad para industria a la francesa. En el presente, Rosita se cultiva en 3 mil hectáreas del centro de México.



### AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

INIFAP. 1995. Caracterización morfológica y agronómica de 1244 accesiones del banco de germoplasma de papa mexicano con resistencia a punta morada, nematodo dorado, tizón tardío y con calidad industrial.

INIFAP. 2019. Banco de germoplasma *in vitro* que se mantiene en el Laboratorio de Biotecnología de papa.

INIFAP. 2000. Manual para la producción de papa en las sierras y Valles Altos del Centro de México.

## MALINCHE, VARIEDAD DE PAPA BLANCA

*Ing. J. Víctor Magallanes González, Dr. Román Flores López, M.C. Carlos Díaz Hernández,  
Dr. Oswaldo A. Rubio Covarrubias, Biol. Telésforo Zavala Quintana,  
Ing. Ramiro Rocha Rodríguez, Dr. Víctor Parga Torres, Sitio Experimental Metepec.*

En México se procesa anualmente un volumen de 800 mil toneladas, por parte de la industria de frituras en hojuela, tanto en banda como en casos en talleres domésticos; sin embargo, se carece de suficientes variedades con este propósito. Malinche, variedad de papa blanca, fue liberada en 2001, en el Estado de México, con el objetivo de tener variedades especializadas para industria en hojuela, su ciclo es intermedio de 90 a 110 días y su forma oval permite al rebanar tener hojuelas con la calidad que la industria demanda. Su contenido de materia seca es de 21% y en banda industrial tuvo una utilidad de 94%, igualando a Snowden y Atlantic, variedades preferentes para la industria. Malinche tolera al tizón tardío, nematodo dorado y por su hábito de cobertura no tiene pérdida por verdeo.



En la actualidad Malinche se cultiva en más de 3 mil hectáreas anuales en los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz, Coahuila, Michoacán, Ciudad de México y Estado de México. Malinche tiene un rendimiento medio de 50 t/ha, en tanto que Snowden rinde 35 t/ha y Atlantic solo 25 t/ha, además se requieren 11 aplicaciones de fungicidas contra 32 en Snowden y 25 en Atlantic, es decir, supera a la primera en 30% y a la segunda en 50%, en producción y reduce el costo en fungicidas en 64 y 44%, respectivamente. Malinche es considerada por la industria como una variedad preferente. Sin embargo, se carece de un programa de producción de semilla sana.



- INIFAP. 1999. 500 Tecnologías llave en mano: división agrícola tomo 1. Cómo cultivar papa en el centro de México.
- INIFAP. 1999. 500 Tecnologías llave en mano: división agrícola tomo 1. Producción de papa con variedades mexicanas resistentes al tizón tardío.
- INIFAP. 2006. Catálogo de productos y servicios. CIRCE: Malinche variedad de papa de alta rentabilidad con alto rendimiento, calidad para consumo en fresco e industria y tolerante a tizón tardío.
- INIFAP. 2014. Manual de producción de papa apta para siembra en invernaderos rústicos. CIRCE.

## NORTEÑA, VARIEDAD DE PAPA BLANCA

**Dr. Víctor Parga Torres, Dr. Francisco Xavier Flores Gutiérrez, Ing. Ramiro Rocha Rodríguez, Ing. Arturo Paredes Tenorio, Ing. J. Víctor Magallanes González, Sitio Experimental Metepec.**

Norteña, variedad de papa blanca, se liberó en el estado de Coahuila en 1992, con el objetivo de contar con una variedad mexicana adecuada para la industria en hojuela y resistente a tizón tardío. Tiene un rango de adaptación de los 1600 a 4500 msnm y se cultiva en México, Colombia, Bolivia, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá y Nicaragua. En México, esta variedad, con productores líderes de los estados de Coahuila, Estado de México, Hidalgo, Veracruz y Ciudad de México, tuvo la mayor capacidad en volumen de producción hasta hoy registrado, 90 t/ha. Su contenido de materia seca es del 19.5% y tiene un alto contenido de almidón.

La variedad Norteña se sembró en más de 10 mil hectáreas anuales en los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz, Coahuila, Ciudad de México y Estado de México, durante la década de los años noventa. Fue la principal variedad mexicana destinada a fritura y supera a la Alpha en calidad industrial. Por su resistencia al tizón tardío, Norteña solo requiere de siete aplicaciones de fungicidas preventivos, en tanto que Snowden, Fianna y Atlantic requieren de 25 a 32 aplicaciones, lo que ocasiona una mayor contaminación de suelo y agua y su costo de producción es mayor en 350 a 450%. En cuanto a rendimiento por hectárea, Norteña las supera entre 225 y 360%.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

- INIFAP. 2000. Manual para la producción de papa en las sierras y Valles Altos del Centro de México.
- INIFAP. 2003. Informe del proyecto transferencia de paquetes tecnológicos flexibles y rentables para la producción de papa en Estado de México.
- INIFAP. 2005. Desplegables para Productores 2, 3 y 4 control de plagas y enfermedades de papa para los sistemas de producción sierras temporal, sierras riego y valles temporal.

## TECNOLOGÍAS PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA EN MÉXICO

**Dr. Román Flores López, Dr. Humberto A. López Delgado, Dr. Mateo Cadena Hinojosa, M.C. Telésforo Zavala Quintana, M.C. Jesús Fernández Elguezabal, M.C. Carlos Díaz Hernández, Ing. Víctor Magallanes González, M.C. Manuel Villarreal González, Sitio Experimental Metepec; Ing. Ramiro Rocha Rodríguez, Campo Experimental Bajío.**

En las décadas de los ochenta y noventa, la disponibilidad de semilla de papa era uno de los principales factores que limitaban la producción de este tubérculo en México. A nivel nacional se cultivaban cada año de 60 mil a 80 mil hectáreas con rendimientos de 13 a 21 t/ha. En la década de los ochenta, el INIFAP, en el Sitio Experimental Metepec, se validaron las tecnologías de obtención de plantas libres de virus, su multiplicación por micropropagación y producción de minitubérculos en invernadero, así como su manejo en campo, mismas que se consideraron en la Norma Oficial Mexicana para la producción de material propagativo de papa, NOM 041 Fito 2002.



Este sistema de producción de semilla fue transferido a productores y técnicos mediante cursos, seminarios y demostraciones. Actualmente se producen más de 35 millones de minitubérculos (semilla prebásica II) cada año. El rendimiento promedio nacional del cultivo se ha incrementado de 13.7 t/ha en 1980 hasta 30.8 t/ha en 2019. El uso de semilla sana permite rendimientos de hasta 55 t/ha. Actualmente se estima que se cubre con semilla certificada alrededor de 15.5% de la superficie nacional.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Flores-López, R., T. Zavala Q., V. Magallanes G., J. Fernández E., C. Díaz H., F.X. Flores G. y R. Rocha R. 1997. Métodos de producción de semilla de papa en México. INIFAP, Tema Didáctico No. 4. 32 p.

Flores-López, R., O. Rubio C. y E. Sotelo R. 2014. Manual de papa apta para siembra en invernaderos rústicos. INIFAP. Folleto Técnico No. 1. 44 p.

## PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CALABAZA CHIHUA “EDZNÁ” EN CAMPECHE

**M.C. Antonio Villalobos González**, Campo Experimental Edzná;  
**M.C. José Ángel García Sandoval**, Campo Experimental Chetumal.

La calabaza Chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber), es muy demandada en la industria de alimentos. En 2014 en Campeche, la siembra de esta especie fue 13 197 ha, con rendimiento promedio de semillas seca de 0.4 a 0.5 t/ha, con incidencia de plagas y enfermedades. Ante esa situación, el Campo Experimental Edzná actualizó el paquete tecnológico del cultivo, iniciando con identificación de materiales de mejor rendimiento en distintas densidades de siembra.

En condiciones de temporal, densidad de 5 a 6 mil plantas/ha, siembra en la primera semana

de mayo, semilla de las mejores accesiones, estrategia de prevención de barrenadores, defoliadores y adecuada nutrición de plantas, se obtuvo un rendimiento promedio de 912 kg/ha de semilla seca, que representa un incremento de 200% del valor obtenido en la región. La tecnología es utilizada por 400 productores en el estado de Campeche, los cuales se han beneficiado con un incremento en la cosecha de 600 kg, al pasar de 300 a 900 kg/ha bajo condiciones de temporal. Lo anterior representa un beneficio económico de 10 mil pesos/ha en comparación con el uso de la tecnología tradicional.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

García, S. J.A. y A.Villalobos G. 2018. Evaluación productiva de la diversidad genética de calabaza Chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber Var. *argyrosperma*) en la Península de Yucatán. Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria. UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. 52-57 p.

Villalobos, G.A., M.A. Rangel F., J.A. García S. y J.I. Tucuch H. 2018. Accesiones de calabaza Chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en primavera-verano en Campeche, México. Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria. UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. 37-41 p.

## AZTECAN, CANOMEX Y CENTENARIO NUEVAS VARIETADES DE CANOLA MEXICANAS

**M.C. Rogelio Fernández Sosa, Ing. Israel Rojas Martínez,**  
Campo Experimental Valle de México, Sitio Experimental Tlaxcala;  
**M.C. Nemesio Castillo Torres,** Campo Experimental Norman E. Borlaug;  
**Dr. Miguel Hernández Martínez,** Campo Experimental Bajío.

La canola es un cultivo alternativo para los productores en áreas de mediana y baja productividad de maíz. Actualmente, en el mercado nacional existe una escasa disponibilidad de cultivares, ya que la única variedad sembrada hasta 2011 en la región centro de México era Hyola-401 originaria de Canadá. Además, el precio de la semilla es muy elevado, ya que ha alcanzado un precio de hasta 25 dólares por kg, lo que incrementa el costo de producción. El cambio climático ha reducido el periodo libre de heladas y por ende el ciclo de producción, por lo que se requiere de variedades precoces de polinización libre y que superen al híbrido Hyola-401.

El INIFAP ha generado las variedades AZTECAN, CANOMEX y CENTENARIO con un rendimiento promedio de 2.3 t/ha y presentan una precocidad mayor de 10 a 15 días, en

comparación con el híbrido Hyola-401. Las tres nuevas variedades cumplen con los requisitos de la norma de calidad exigida por la industria aceitera; es decir, grano con más de 40% de contenido de aceite y menos de 2% de ácido erúxico. De 2008 a 2012, el INIFAP apoyó la transferencia de tecnología de estas variedades a través de demostraciones de campo, cursos, talleres; en los que participaron productores, técnicos, autoridades del sector e industriales. El impacto económico de la tecnología generada por el INIFAP es aplicable en 10 mil hectáreas en el estado de Tlaxcala, con una producción de 25 mil toneladas que contribuyen a disminuir la importación de esta oleaginosa. Estas variedades se consideraron en el componente de reconversión productiva del Programa de Alianza para el Campo de la SAGARPA (hoy SADER) de 2010 a 2012.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Fernández, S.R., N. Castillo T. y M. Hernández M. 2010. Avances en la generación de variedades mexicanas de canola. Desplegable para Productores No. 11. INIFAP-CIRCE, Campo Experimental Tlaxcala. 2 p.

Castillo, T.N. y R. Fernández S. 2017. Producción de canola (*Brassica napus* L.) para la reconversión de maíz en el estado de Tlaxcala. Folleto para Productores No. 6. INIFAP, Campo Experimental Tlaxcala. 19 p.

## VARIEDAD DE SOYA HUASTECA 200

**M.C. Nicolás Maldonado Moreno; M.C. Guillermo Ascencio Luciano,**  
Campo Experimental Las Huastecas.

Para incrementar la superficie y producción de soya en el trópico mexicano, el Sistema-Producto Oleaginosas demanda nuevas variedades de alta productividad; adaptadas a las condiciones del temporal y suelos de esta zona agroecológica; con características de baja sensibilidad al fotoperiodo corto, para que puedan sembrarse en un periodo amplio de siembra en el verano; además de ser resistentes a enfermedades y alto de proteína y aceite, que requiere la industria aceitera del país.

La variedad Huasteca 200, proviene del cruzamiento de F81-5344 x Santa Rosa, realizado en el Campo Experimental Las Huastecas, en el ciclo primavera-verano en 1986. Esta variedad se distingue por su porte alto de planta, alrededor de 1 m de altura, abundante follaje y madura a los 125 días después de la siembra. Por su baja sensibilidad al fotoperiodo corto del trópico puede sembrarse en un periodo

amplio de siembra en el verano, es tolerante a temporales erráticos y lluvias escasas. También es resistente al desgrane y acame. El rendimiento de grano en temporal regular es de 2700 kg/ha y en temporal excelente es de 3190 kg/ha. En relación con las variedades anteriores, la siembra de Huasteca 200 significó un incremento del rendimiento de 15 a 20%, lo que ha beneficiado la economía de más de 3 mil productores del trópico. De las 50 mil hectáreas que anualmente se sembraron con soya en la región sur de Tamaulipas, de 1997 hasta 2005 (450 mil hectáreas), 90% de esta superficie (estimada en 405 mil hectáreas), se sembró con Huasteca 200. En la actualidad, esta variedad se continúa sembrando en una superficie importante en la planicie Huasteca (sur de Tamaulipas, oriente de San Luis Potosí y norte de Veracruz) y su adopción se ha ampliado al Sur-Sureste del trópico mexicano en los estados de Campeche y Yucatán.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Maldonado, M.N. 1994. Huasteca 100 y Huasteca 200 nuevas variedades de soya para el sur de Tamaulipas. Folleto Técnico No. 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRNE-CESTAM. 21 p.

Maldonado, M.N. y G. Ascencio L. 2010. Huasteca 200, variedad de soya de baja sensibilidad al fotoperiodo corto para el trópico de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1(5):62-69.

## VARIEDAD DE SOYA HUASTECA 400

*M.C. Nicolás Maldonado Moreno, M.C. Guillermo Ascencio Luciano,*  
Campo Experimental Las Huastecas.



Para incrementar la superficie y producción nacional de soya y sustituir importaciones de esta oleaginosa, los productores e integrantes del Sistema-Producto Oleaginosas demandan nuevas variedades de alta productividad para el trópico del país con características de baja sensibilidad al fotoperiodo corto para que puedan utilizarse en varias regiones, y en un periodo amplio de siembra en el verano, resistentes a enfermedades foliares, y grano con contenido de proteína y aceite que demanda la industria.

La variedad Huasteca 400 se generó a partir de un compuesto de plantas seleccionadas en el material genético Dois Marcos 301 introducido de Brasil en 1998. Esta variedad se distingue por ser de semilla pequeña, con un promedio de 12.7 g/100 semillas y ciclo intermedio de 115 días a la madurez fisiológica. Tiene baja sensibilidad al fotoperiodo corto del trópico, por lo que logra

una altura de planta de 90 cm, y adaptación a las siembras “tardías” del verano y al ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego. Huasteca 400 es tolerante a enfermedades foliares y a plagas como mosca blanca. El rendimiento de grano en temporal regular es de 2610 kg/ha (similar al de la variedad Huasteca 200) y en temporal excelente es de 3960 kg/ha; en estas condiciones su potencial de rendimiento supera a la variedad Huasteca 200 en 24%, lo que ha beneficiado la economía de los productores. Por su adaptación, en el trópico se puede sembrar en una amplia gama de ambientes de esta zona agroecológica de México, desde el sur de Tamaulipas hasta los estados del Sur-Sureste del país. Actualmente, en la región de Las Huastecas se siembra en 50% de la superficie que se cultiva con esta oleaginosa en condiciones de temporal y riego, lo que equivale a 300 mil hectáreas sembradas con esta variedad en los últimos años.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Maldonado, M.N. y G. Ascencio L. 2005. Huasteca 400, nueva variedad de soya para el sur de Tamaulipas. Folleto Técnico No. 18. CIRNE-INIFAP, Campo Experimental Sur de Tamaulipas. 18 p.

Maldonado, M.N., G. Ascencio L. y H.R. Gill L. 2010. Huasteca 400, variedad de soya para el sur de Tamaulipas, oriente de San Luis Potosí y norte de Veracruz. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1(5):42-47.

## CONTROL DEL GUSANO TERCIOPELO DE LA SOYA CON *Baculovirus anticarsia*

M.C. Joel Ávila Valdéz\*, Campo Experimental Las Huastecas.

Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque, Campo Experimental Río Bravo.

El complejo de larvas defoliadoras en soya es uno de los principales problemas del cultivo, debido a que ocasionan entre 35 y 40% de reducción de los rendimientos, si no se aplica un control oportuno. La especie más importante de este complejo es el gusano terciopelo *Anticarsia gemmatalis* Hübner, el cual conforma el 80% del total de la población larvaria, lo que representa una ventaja para llevar a cabo un manejo integrado con base en el control biológico.

*Baculovirus anticarsia* es un virus de poliedrosis nuclear que solo afecta a *A. gemmatalis*, que causa la momificación de la larva. Las larvas secas liberan más virus que vuelve a infectar la siguiente generación. La aplicación comercial de *Baculovirus* puede controlar 100% de las larvas de

*A. gemmatalis* con una sola aplicación de 20 g/ha, protegiendo la entomofauna benéfica. Los costos de investigación y transferencia de tecnología de *Baculovirus* es de 2.3 millones de pesos, con beneficios de 61.7 millones de pesos y una relación Beneficio/Costo de 27:1. De 1999 a 2010, con el uso de *Baculovirus* en un total de 92 500 hectáreas, se evitó la aplicación de 92 mil litros de insecticidas, la eliminación de más de 10 mil millones de depredadores benéficos y la ocurrencia de plagas secundarias. El uso de *Baculovirus* actualmente se implementa en unas 3 mil hectáreas en el sur de Tamaulipas, pero potencialmente puede utilizarse hasta en 100 mil hectáreas en otras regiones productoras de soya del país. El producto comercial se puede conseguir en el Campo Experimental Las Huastecas, en presentaciones con dosis para cinco hectáreas.



35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Ávila-Valdéz, J. y L.A. Rodríguez del Bosque. 2004. Control biológico del gusano terciopelo con el nucleopoliedrovirus de *Anticarsia gemmatalis* en soya. Folleto Técnico No. 7. INIFAP, Campo Experimental Sur de Tamaulipas. 44 p.

Ávila-Valdéz, J., L.A. Rodríguez del Bosque y F. Moscardi. 2015. Impacto económico y ecológico del uso comercial del nucleopoliedrovirus de *Anticarsia gemmatalis* (AgMNPV) (Lepidoptera: Noctuidae) en soya. En: Arredondo Bernal, H.C. y Rodríguez del Bosque L.A. (eds). Casos de Control Biológico en México. Vol. 2. 93-100 pp.

\*Ex investigador del INIFAP.

## CONTROL QUÍMICO DEL PICUDO DE LA SOYA

Dr. Antonio Palemón Terán Vargas (†), Campo Experimental Las Huastecas.

El picudo de la soya (*Rhyssomatus nigerrimus*, familia Curculionidae), es una plaga nueva que en el ciclo primavera-verano 2015 afectó cerca de 2400 hectáreas en Tamaulipas y dañó hasta 60% de las vainas y 2600 hectáreas en el Soconusco, Chiapas, lo que perjudica en 50% las partes vegetativas y reproductivas. En los primeros estados vegetativos de la soya, los adultos se alimentan de la yema apical de las plántulas, que causa muerte y deformaciones, después ataca tallos, ramificaciones y pedúnculos de hojas tiernas. En el estado reproductivo del cultivo se alimentan de flores y vainas, y las hembras ovipositan en el interior de las vainas. Las larvas se alimentan del grano hasta destruirlo parcial o completamente.



El uso de insecticidas para el control del picudo de la soya es actualmente la única tecnología disponible para su manejo. El insecticida recomendado por el INIFAP para el control de este insecto es el fipronil en dosis de 10 gramos de ingrediente activo por hectárea. Si la producción es para grano, se recomienda aplicar en dos épocas: de la nacencia a la etapa V4 y en la época de formación de vainas y llenado de grano (R4 a R7), siempre y cuando se encuentre uno o más picudos por metro lineal. Si la producción es para semilla, las aplicaciones se realizarán en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, cuando se encuentre un picudo por metro lineal. Con este manejo se reducen las pérdidas del rendimiento hasta en 90% y los costos por concepto de control disminuyen hasta en 50% con las aplicaciones en las épocas señaladas. Actualmente, esta tecnología se utiliza en unas 50 mil hectáreas cada año en Las Huastecas, pero se puede utilizar en todas las regiones productoras de soya en México.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

López-Guillén, G., J. Gómez-Ruiz, L. Cruz-López y A.P. Terán-Vargas. 2012. El picudo mexicano de la soya (*Rhyssomatus nigerrimus*): una plaga nueva del trópico. *Agroproductividad* 5(6): 9-14.

Terán-Vargas, A.P. y G. López-Guillén. 2014. El picudo de la soya *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus 1837 (Coleoptera: Curculionidae). Folleto Técnico No. 38. INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas. 28 p.

## VARIEDAD DE CEBADA ESMERALDA

**Dr. Mauro Zamora Díaz**, Campo Experimental Valle de México;  
**Dr. Luis A. Márquez Cedillo\***, **Ing. Félix Ramírez Pérez (†)**, **Dra. Ana María Ibáñez Carranza\***.

El cultivo de la cebada en México, si bien data del siglo XVI, sigue siendo un cereal económicamente importante en los Valles Altos de la Mesa Central de México. Durante la segunda mitad del siglo XX, la mayoría de las variedades de cebada sembradas en esta región fueron generadas por el INIFAP, siendo Esmeralda una de las más importantes.

Esmeralda se generó mediante un cruzamiento simple realizado a principios de la década de 1980 y fue aceptada comercialmente en 1992. Es la primera variedad desarrollada para las áreas de temporal de los Valles Altos de la Mesa Central de México, con tolerancia a roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*). Esta variedad superó en 28% el rendimiento de grano a Centinela y Puebla, las variedades más sembradas en esa época; además, se reduce 12% los costos de producción en comparación con las tradicionales, debido a que Esmeralda no requiere aplicación de fungicidas.

El mayor logro obtenido con la variedad Esmeralda fue que se salvó la producción de cebada en los estados de Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. Lo anterior debido a que antes de la introducción de la variedad Esmeralda, las variedades utilizadas eran susceptibles a roya lineal amarilla, enfermedad que a partir de 1987 ocasionó grandes pérdidas económicas en el sector agrícola.

El Beneficio/Costo es de 15:1; es decir, por cada peso invertido en la generación y difusión de Esmeralda en el país, se obtienen 15 pesos en beneficios económicos netos para la agricultura de la región. Desde su liberación, Esmeralda se ha sembrado en más de 2 millones de hectáreas con un promedio de 180 mil hectáreas por año. Asimismo, se tienen beneficios ambientales no cuantificados debido a que la tolerancia de esta variedad a la roya lineal amarilla ha evitado la aplicación de por lo menos un millón de litros de fungicida en los últimos 15 años.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

González, E.A., M. Zamora, D., L.A. Márquez C., F. Ramírez P., A.M. Ibáñez C., J. Islas G., y S. Wood. 2006. Impacto económico del mejoramiento genético de la cebada en México: Variedad Esmeralda. Serie: Estudios de evaluación del impacto económico de productos del INIFAP. Publicación Técnica No. 19.

Zamora, D.M., L.A. Márquez C., F. Ramírez P. y A.M. Ibáñez C. 1997. Esmeralda: variedad de cebada maltera para los Valles Altos. Folleto Técnico No. 5. CEVAMEX-INIFAP, Chapingo, México.

\*Ex investigador del INIFAP

## VARIEDAD DE CEBADA ESPERANZA

**Ing. Félix Ramírez Pérez (†), Dr. Mauro Zamora Díaz,**

Campo Experimental Valle de México;

**Dr. Luis A. Márquez Cedillo\*, Dra. Ana María Ibáñez Carranza\*.**

La región de El Bajío, que comprende parte de los estados de Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Jalisco, es la segunda más importante en cuanto al cultivo de cebada en México; donde se destina una superficie superior a 80 mil hectáreas para su cultivo en el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego. Las variedades más rendidoras en ésta región han sido generadas por INIFAP; entre ellas, se encuentra la variedad semi-enana Esperanza.

Esperanza se adapta a las condiciones edafológicas y climáticas de El Bajío. Además de su tolerancia a las enfermedades más comunes de la región, también presenta resistencia al acame y al desgrane. Esta variedad se originó de un cruzamiento múltiple que se realizó en los Campos Experimentales Bajío y Valle de México. Esperanza es la primera variedad semi-enana obtenida en México, con potencial de rendimiento superior a las 8 t/ha; además de ser tolerante a la roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*), enfermedad que en 1988 afectó las siembras comerciales de cebada en el país. Con el desarrollo y la siembra de esta variedad se logró salvar la producción de cebada maltera en las áreas de riego en México, además se obtienen 1.3 toneladas más de grano por hectárea que sus predecesoras y se reducen los costos de producción directos e indirectos debido a su tolerancia a roya lineal amarilla, lo que hace innecesaria la aplicación de fungicidas.

La tasa Beneficio/Costo es de 15.8:1; es decir, por cada peso invertido en la generación y difusión de esta variedad se obtienen 15.8 pesos en beneficios económicos netos, para la agricultura de la zona de producción. Desde su liberación en 1989, esta variedad se ha sembrado en más de un millón de hectáreas y a partir de 1998, Esperanza se ha sembrado en una superficie promedio de 80 mil hectáreas por año. Además, se tienen beneficios ambientales por la reducción en aplicaciones de fungicida, estimada en 539 millones de pesos de ahorro a los agricultores de la región.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

González, E.A., S. Solano H., F. Ramírez P., M. Zamora D., L.A. Márquez C., A.M. Ibáñez C., J. Islas G. y S. Wood. 2006. Impacto económico del mejoramiento genético de la cebada en México: Variedad Esperanza. Serie: Estudios de evaluación del impacto económico de productos del INIFAP. Publicación Técnica No. 20.

Ramírez, P.F., M. Zamora D., L.A. Márquez C., y A.M. Ibáñez C. 1997. Esperanza: variedad de cebada maltera para El Bajío. Folleto Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya. Gto., México.

\*Ex investigador del INIFAP

## KARMA, VARIEDAD DE AVENA DE AMPLIA ADAPTACIÓN EN TEMPORAL PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE

**Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir, Dr. Eduardo Espitia Rangel, C. Carlos Márquez Gutiérrez (†),**  
Campo Experimental Valle de México

La avena se ha destinado para la producción de forraje en temporal. En las últimas cuatro décadas se ha sembrado como cultivo emergente, cuando ya no es conveniente sembrar maíz, trigo, cebada y frijol, o cuando estos se siniestran. La siembra del cultivo se incrementó aproximadamente de 450 mil a 900 mil hectáreas de 1985 a 2017. Las sequías, temperaturas bajas y las enfermedades, son las principales limitantes para su producción; la roya del tallo en ocasiones causa pérdidas en el rendimiento de hasta 70%. La siembra de nuevas variedades generadas por mejoramiento genético ha sido la forma como el productor ha reducido los efectos negativos de los factores adversos de su producción.

El Programa de Mejoramiento Genético de Avena del INIFAP-CEVAMEX inició en 1960 y ha sido responsable de la generación de un gran número de variedades sembradas en México. La variedad Karma se liberó en 1998 y se ha sembrado bajo condiciones de temporal en prácticamente todas las regiones



productoras de avena en México, destaca por su alta producción de grano, tolerancia a enfermedades, ciclo corto, amplia adaptación y tolerancia a temperaturas bajas en etapas de llenado de grano. Karma se transfirió a partir de 1999, a través de múltiples demostraciones. Su semilla básica se ha ofertado desde ese año a diversas empresas para su comercialización y en la actualidad es una de las variedades más sembradas a nivel nacional.

En diferentes estudios de investigación, Karma superó de 27 a 40% en producción a siete variedades testigo, mostrando mayores ventajas en condiciones críticas de producción. Se estima que de Karma ha incrementado el rendimiento de grano en promedio 20%, en aproximadamente 500 mil hectáreas en 20 años, con un rendimiento medio de grano de 1500 kg/ha y un precio medio rural de 5 mil pesos la tonelada, lo que representa un beneficio a favor de los agricultores de 750 millones de pesos.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Villaseñor, M. H.E., E. Espitia R. y C. Márquez G. 1998. Karma: nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Chapingo, Estado de Méx., México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Folleto Técnico No. 11. 14 p.

Espitia, R.E., H.E. Villaseñor M. and C. Márquez G. 2000. Registration of Karma OAT. Crop Science 41: 266-266.

## TURQUESA, AVENA DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE EN MÉXICO

**Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir, Dr. Eduardo Espitia Rangel, Dr. Julio Huerta Espino,**  
Campo Experimental Valle de México;  
**M.C. Leodegario Osorio Alcalá,** Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.

La avena es un cultivo que en la última década se ha sembrado en una superficie promedio anual de 750 mil hectáreas, desde Oaxaca hasta Chihuahua. Se siembra en temporales con clima templado a semiárido, generalmente en julio, con precipitación irregular de 250 mm y con la presencia de bajas temperaturas a final del ciclo y de enfermedades como la roya del tallo, causada por *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*, lo que ocasiona pérdidas en el rendimiento hasta de 75%, en siembras con variedades susceptibles.

El uso de variedades generadas por mejoramiento genético han sido la forma en que los productores han reducido los efectos negativos de la roya, las sequías y las bajas temperaturas. El Programa de Avena del INIFAP-CEVAMEX, inició con el mejoramiento genético en 1960 y ha sido el responsable de la generación de las variedades sembradas en México.

La variedad Turquesa se liberó en 2005 y diferentes estudios de investigación indicaron que superó en promedio de 13 a 57% con respecto a las 10 variedades testigo, con las que se comparó. La mejor respuesta se obtuvo en ambientes en donde se presentó roya del tallo y con buen comportamiento aun en ambientes de baja precipitación. Turquesa se ha sembrado prácticamente en todas las regiones productoras de avena en México, sobresale por su alta relación grano-paja, tolerancia a las diferentes razas de roya del tallo, tolerancia a la sequía y mayor calidad forrajera.



Se estima que, en promedio la siembra de Turquesa ha contribuido a incrementar el rendimiento de grano en un 33%, en aproximadamente 540 mil hectáreas de 2006 a 2018, con un rendimiento medio de grano de 1500 pesos por kilogramo por hectárea, a un precio medio rural de 5 mil pesos la tonelada, arroja un beneficio a favor del agricultor de 1350 millones de pesos.

AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Villaseñor, M. H.E., E. Espitia R., J. Huerta E., L. Osorio A. y J. López H. 2009. TURQUESA: Nueva variedad de avena para producir grano y forraje en México. Folleto Técnico No. 35. Chapingo, Méx., México. SAGAR-INIFAP-CEVAMEX. 21 p.

Villaseñor, M. H.E., E. Espitia R., J. Huerta E., L. Osorio A. y J. López H. 2009. Turquesa, Nueva Variedad de Avena para la Producción de Grano y Forraje en México. Agricultura Técnica en México. 35 (4): 487-492.

## USO DE BAJAS DENSIDADES DE POBLACIÓN EN SORGO DE TEMPORAL

Dr. Noé Montes García, M.C. Héctor Williams Alanis\*, Campo Experimental Río Bravo.



En el norte de Tamaulipas durante la década de los noventa, las condiciones climáticas adversas de escasez de precipitación y temperaturas altas se agravaron; lo cual, originó que los rendimientos de grano de sorgo obtenidos en el área de temporal se redujeran en más de 60%; aunado a esta reducción en el rendimiento, se incrementó la presencia de la pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina*, lo que empeoró la situación, con una menor rentabilidad del cultivo.

Como resultado de esta situación, el INIFAP desarrolló estudios relacionados con el manejo sustentable del sorgo en áreas con sequía, los cuales mostraron que uno de

los factores principales era la alta densidad de población de plantas (superior a las 250 mil por ha), cantidad demasiado alta para las condiciones agroclimáticas presentes. La propuesta tecnológica del INIFAP fue el uso de una menor cantidad de plantas, de 125 mil a 150 mil por hectárea, la cual fue adoptada por los productores a través de cursos y demostraciones. El incremento en el rendimiento de grano de sorgo se estimó en 650 kg/ha. Asimismo, se redujo el gasto en semilla utilizada hasta en 50%, lo que significó un ahorro promedio de 450 pesos por hectárea, que generó un ahorro de más de 200 millones de pesos anuales en la semilla de sorgo utilizada en el norte de Tamaulipas.



Montes, G.N. y H. Williams A. 2007. Densidad de población para sorgo de grano. Folleto para Productores No. 17. Campo Experimental Río Bravo. 16 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## BIOFERTILIZACIÓN DE SORGO MEDIANTE EL USO DE MICORRIZA INIFAP

**Dra. María de los Ángeles Peña del Río\***, Campo Experimental General Terán;  
**M.C. Arturo Díaz Franco\***, Campo Experimental Río Bravo.

La limitante en el uso de fertilizantes en la producción de sorgo es su alto costo, ya que representa 30% de los costos de producción. Una alternativa viable para disminuir estos costos es el uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) para la conservación y la fertilidad de los suelos. Estos hongos originan una simbiosis que demuestra ser fundamental en los agroecosistemas, debido a que interactúan con el suelo, la planta, los patógenos y otros microorganismos del suelo, y así mejoran la nutrición y la productividad de los cultivos. La Micorriza INIFAP®, cepa *Rhizophagus intraradices* (M), ha sido utilizada como bioinoculante dentro del contexto de la agricultura sostenible.

Debido a que en Tamaulipas se siembra la mayor superficie de sorgo en el país, de 2007 a la fecha se realizaron múltiples actividades de investigación, validación y transferencia de la tecnología del uso de micorriza en el cultivo. Cuando se comparó la siembra de semilla con

y sin el inoculante micorrízico en diferentes agroambientes, se observó que *R. intraradices* incrementó la biomasa radical, la longitud de la panoja y el rendimiento de grano de sorgo en 7.6 g, 3.3 cm y 524 kg/ha, respectivamente. Los HMA tienen efectos favorables al reducir las necesidades de fertilización química, incrementar la rentabilidad de la producción y abatir los efectos ambientales consecuentes. La fertilización química convencional (FQ-100%) y la mitad del fertilizante químico más el inoculante micorrízico (FQ 50% + M) en sorgo mostraron similares características de planta y rendimiento, solo que en este último la relación Beneficio-Costo fue mayor al reducir los costos de producción. Por lo anterior, se considera que un manejo de fertilidad alternativo y eficiente que incluya FQ-50% más HMA, tiene una mayor viabilidad económica y ambiental. La Micorriza INIFAP®, se ha utilizado en un total de 734 896 ha, en los últimos 13 años con un promedio anual de 56 530 hectáreas.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Díaz, F.A., H. Cortinas E., J. Valadéz G. y M. Peña R. 2014. Micorriza arbuscular como alternativa en la producción de sorgo en Tamaulipas, México. Invest. Cienc. 62:56-69.

Díaz, F.A., M. Espinosa R. y F.E. Ortíz C. 2019. Reducción de la fertilización inorgánica mediante micorriza arbuscular en sorgo. Rev. Int. Contam. Ambie. 35:683-692.

\*Ex investigador del INIFAP.

## MANEJO INTEGRADO DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO

**Dr. Luis A. Rodríguez del Bosque**, Campo Experimental Río Bravo;  
**Dr. Antonio Palemón Terán Vargas (†)**, Campo Experimental Las Huastecas.

En noviembre de 2013 se detectó una alta infestación de pulgón en parcelas de sorgo durante el ciclo primavera-verano en Tamaulipas. Los daños provocados por esta plaga fueron severos y las pérdidas en las cosechas variaron entre 30 y 100%. Este insecto fue identificado como el “pulgón amarillo” *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae). En pocos meses, el pulgón amarillo se dispersó a todos los estados de la República Mexicana, donde se siembra sorgo y se convirtió en la plaga más importante del cultivo. El origen de esta especie se localiza en África y actualmente se distribuye en diversos países del mundo.

Desde la invasión del pulgón amarillo en el país, el INIFAP desarrolló una serie de estudios tendientes al manejo integrado de la plaga. De

esta forma, se generaron diversas tecnologías como: métodos de muestreo de la infestación y daño; métodos de aplicación de insecticidas; métodos para el control químico, cultural y biológico, así como tolerancia varietal. Como apoyo a la transferencia de estas tecnologías, el INIFAP organizó 55 eventos, entre ellos demostraciones, cursos, talleres, simposios y conferencias magistrales, donde se capacitó a cerca de seis mil productores y técnicos en todo el país. El impacto económico de las tecnologías generadas por el INIFAP y adoptadas por los productores se estimó en 4240 millones de pesos, solamente en el Norte de Tamaulipas durante el período 2014-2017, con una relación Beneficio/Costo de 684:1; es decir que, por cada peso invertido en investigación sobre esta plaga, los productores de sorgo obtuvieron una ganancia de 684 pesos.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Rodríguez-del-Bosque, L.A. and A.P. Terán V. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pest in Mexico. *Southwestern Entomologist* 40:433-434.

Rodríguez del Bosque, L.A. y A.P. Terán V. 2018. Manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en Tamaulipas. Folleto Técnico No. MX-0-310304-45-0309-72. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. 72 p.

## MANEJO INTEGRADO DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO EN EL BAJÍO

**Dr. Víctor Pecina Quintero, Dr. Juan Ángel Quijano Carranza, Dr. Ricardo Yáñez Pérez, Dr. Miguel Hernández Martínez, Dr. Rafael Bújanos Muñiz\***, Campo Experimental Bajío.

En el ciclo primavera-verano (PV) de 2014 se detectaron en Guanajuato algunas colonias del pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*), sin embargo, no fue sino hasta el ciclo PV de 2015, que esta plaga afectó gran parte de la superficie establecida con sorgo en El Bajío (Guanajuato, Jalisco y Michoacán). Se estima que las pérdidas en rendimiento fueron de 30 a 100%.

El Campo Experimental Bajío del INIFAP desarrolló un sistema de manejo integrado para el control del pulgón amarillo desde 2017, el cual se ha utilizado hasta la actualidad. El esquema de manejo incluye: a) control cultural;

b) respetar las fechas de siembra establecidas para El Bajío; c) utilizar genotipos tolerantes; d) tratar la semilla con insecticida antes de la siembra; y e) uso de un insecticida sistémico cuando se rebase el umbral económico de más de 50 pulgones por hoja. Con esta tecnología se redujeron las pérdidas de grano en 100%, a un costo de 1200 pesos por hectárea. La tecnología se utiliza en más de 150 mil hectáreas, que se cultivan de sorgo en Guanajuato y es promovida por la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del estado de Guanajuato, así como por la Fundación Guanajuato Produce y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG).



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Pecina, Q.V., C. Herrera C., R. Bújanos M. y M. Hernández M. 2016. Evaluación del comportamiento agronómico y resistencia de híbridos comerciales de sorgo al pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) en diferentes fechas de siembra en Guanajuato. Memoria del II Simposio Nacional del pulgón amarillo del sorgo. Guadalajara, Jal., 7 al 12 de noviembre. XXXIX Congreso Nacional de Control Biológico.

Quijano, C. J.A., V. Pecina Q., R. Bújanos M., A. Marín J. y R. Yáñez L. 2017. Guía 2017 para el Manejo del pulgón amarillo del sorgo. Folleto para Productores No. 1. Febrero de 2017. FGP.

\*Ex investigador del INIFAP.

## MANEJO INTEGRADO DE MALEZA DE HOJA ANCHA EN SORGO Y MAÍZ

**Dr. Enrique Rosales Robles\***, **M.C. Ricardo Sánchez de la Cruz\***, Campo Experimental Río Bravo.

Las malezas son un serio problema en la producción de sorgo para grano y maíz en Tamaulipas y Nuevo León. Las principales especies son de hoja ancha e incluyen al girasol silvestre o “polocote” (*Helianthus annuus* L.), la hierba amargosa (*Parthenium hysterophorus* L.) y el quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats.). Sin embargo, la maleza más frecuente es el polocote, la cual presenta mayor incidencia de población al inicio del desarrollo de estos cultivos, estableciéndose una fuerte competencia por luz, agua y nutrimentos entre cultivo y maleza. El mayor daño causado por la maleza es en la reducción de la producción de los cultivos en 20% en promedio. El control químico de maleza de hoja ancha anual en sorgo y maíz se realizaba comúnmente con 2,4-D y otros herbicidas hormonales, que son susceptibles al acarreo por el viento y en ocasiones causan toxicidad a sorgo y maíz.



El manejo integrado de maleza anual de hoja ancha en sorgo y maíz incluye la aplicación oportuna del herbicida prosulfuron a 17.1 g i.a./ha sobre maleza menor de 10 cm de altura y en sorgo y maíz de 3 a 5 hojas (V3 a V5) más el paso de una escarda. Con este sistema de manejo integrado se obtiene un control de maleza excelente y rendimiento superior 30% al obtenido sin la aplicación de herbicidas y 20% con el uso del 2,4-D. Además, con prosulfuron se limita el acarreo de herbicidas hormonales. Esta tecnología se usa anualmente en alrededor de 300 mil hectáreas de sorgo y 80 mil hectáreas de maíz.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Rosales, R.E. y R. Sánchez de la Cruz. 2004. Manejo integrado de maleza en sorgo en el Noreste de México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico No. 28. 72 p.

Rosales-Robles, E., R. Sánchez-de-la-Cruz., J.R. Salinas-García, and V. Pecina-Quintero. 2005. Broadleaf weed management in grain sorghum with reduced rates of postemergence herbicides. *Weed Technology* 19:385-390.

\*Ex investigador del INIFAP.

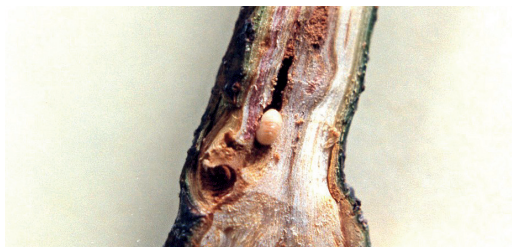
## MANEJO INTEGRADO DEL BARRENADOR DE RAMAS DEL AGUACATE

Dr. Victor Manuel Coria Ávalos, Campo Experimental Uruapan.

El barrenador de las ramas es una plaga endémica de todas las regiones productoras de aguacate en México; es de interés cuarentenario para el mercado interno y de exportación a EUA. Las hembras insertan sus huevecillos en ramas terminales, con diámetro de 1 a 2 cm, con alta exposición a los rayos solares. Al nacer las larvas se alimentan de la madera y construyen galerías hacia ambos lados de la rama y dejan a su paso un aserrín café producto de la actividad de la larva. El insecto pupa dentro de la rama y la abandona en su estado adulto para inducir un nuevo daño. Las ramas barrenadas se debilitan y bloquean el flujo de nutrientes, terminan por caerse ya sea por efecto del viento, por el peso de la fruta que sostienen o por entrada de hongos que pudren la madera. En las heridas de ovipostura aparecen puntos granulados de color blanco, lo que facilita su localización. Excepcionalmente infesta frutos en desarrollo y ocasiona su caída.

El manejo de la plaga se basa en el conocimiento bioecológico del insecto, los adultos son diurnos, se observan sobre el follaje y ramas tiernas, durante los meses de enero y febrero se reproducen y dan origen

a una segunda generación de adultos, más intensa de junio a septiembre; los que a su vez dan origen a la primera generación del año siguiente. La principal estrategia para supresión de estados inmaduros es la poda y quema de ramas dañadas; cuando comienzan a aparecer adultos en el follaje, iniciar aspersiones con los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*; realizar de tres a cuatro aplicaciones en dosis de 240 g/ha, con periodicidad de 21 días entre cada una de ellas y en ambos períodos de emergencia de adultos. El principal impacto económico es la actual certificación de aproximadamente 170 mil hectáreas como libres de barrenador de ramas, que ha contribuido a la apertura y ampliación del mercado de exportación hacia EUA que actualmente alcanza 1.2 millones de toneladas anuales, además de evitar la reducción de cosechas por caída de ramas infestadas. La tecnología está exenta de agrotóxicos, es de amplio uso en huertos de traspato y ha sido adoptada en casi la totalidad de las más de 200 mil hectáreas cultivadas con aguacate en México.



35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Coria, A. V.M. y A. Ayala S. 2010. El barrenador de la semilla y barrenador de ramas, plagas importantes del aguacate en México. Folleto Técnico No. 19. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-CIRPAS. Campo Experimental Uruapan/Campo Experimental Zacatepec. Uruapan, Michoacán, México. 20 p.

Coria-Ávalos, V.M., H.J. Muñoz-Flores, M. Cortés-Cruz, L.F. Guzmán-Rodríguez and R.G. Coria-Mora. 2015. Validation of an integrated program borer branches *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae: Zygopinae) in orchards in Michoacán, Mexico. Book of abstracts. VII World Avocado Congress 2015. Lima, Perú. 35 p.

## USO EFICIENTE DEL AGUA Y NUTRICIÓN EN CÍTRICOS MEDIANTE FERTIRRIEGO

**M.C. Humberto de la Fuente Saucedo\***, Campo Experimental General Terán.

En México, particularmente en el noreste, los dos componentes tecnológicos más importantes que inciden sobre la productividad y rentabilidad de las huertas de cítricos, son el agua y la nutrición. En esa región los suelos calcáreos presentan un generalizado desbalance nutrimental que propicia graves deficiencias de macro y micro nutrientes; además, los volúmenes de agua disponibles en las fuentes de abastecimientos son insuficientes para los requerimientos hídricos. Se estima que 60% de las pérdidas de agua de riego y 40% de fertilizantes químicos aplicados se debe al manejo deficiente de los sistemas de riego, tanto por gravedad como localizado o presurizados.



La mayor eficiencia en el uso del agua se logra a través del riego, mediante el uso de ocho emisores o goteros autocompensables, con gastos de 8 litros por hora, colocados en dos líneas o mangueras, ubicadas cada una sobre los lados del árbol. Con el uso de tensiómetros y la fórmula de evapotranspiración se determina la época y el volumen de agua que se debe aplicar. Los fertilizantes solubles se aplican fraccionados, con base en las necesidades nutricionales. Con el uso de la técnica de fertirrigación en cítricos dulces se ha logrado mayor eficiencia en el uso y manejo de agua y fertilizantes, una reducción de 80% en los costos de aplicación de fertilizantes, disminución de 40% en agua aplicada y 45% en consumo de energía eléctrica; además, se ha incrementado 55% el rendimiento y la calidad de la fruta. Esta tecnología actualmente se utiliza en los estados de Nuevo León y Tamaulipas en 50 mil hectáreas.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Elizondo, B.J. y G.J. García D. (Compiladores). 2003. Tecnologías generadas, validadas, transferidas o adoptadas en el estado de Nuevo León en el periodo 2003-2007. Folleto Técnico No. 10. INIFAP-CIRNE, Campo Experimental General Terán, N. L., México. 177 p.

\*Ex investigador del INIFAP

## LIMÓN MEXICANO COLIMEX

Dr. M. Manuel Robles González\*, Dr. Miguel Ángel Manzanilla Ramírez,  
Campo Experimental Tecomán.

El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) Colimex es un árbol vigoroso con ramas principales que tienden a inclinarse por el peso del follaje. Las ramillas presentan espinas pequeñas, puntiagudas, que dificultan la cosecha manual. El follaje es denso, con hojas pequeñas, lanceoladas, verde pálido. Florece todo el año, aunque presenta de tres a cinco flujos masivos, según la región y manejo agronómico. Las inflorescencias emergen de las axilas de las hojas, en racimos de dos a siete flores, las cuales son pequeñas y blancas. La fruta es pequeña, de forma elíptica a semiesférica de cáscara delgada, coriácea, verde claro al tiempo de corte, rica en aceite esencial de alta calidad. La pulpa es verde claro, jugosa y muy ácida.



Los frutos contienen de tres a cinco semillas y la cáscara es amarilla cuando están completamente maduros. Se cosecha todo el año, aunque la máxima producción ocurre de mayo a octubre. Alcanzan su madurez de corte entre los 90 a 140 días de la antesis, según la época del año. La fruta que proviene de las flores que emergen en diciembre son las que tienen mayor periodo de cosecha. Las flores, frutos y brotes son altamente susceptibles a la antracnosis *Colletotrichum acutatum* cuando están en desarrollo. Colimex se adapta bien y su fruta tiene excelente aceptación en el mercado para consumo en fresco y para la industria. Esta variedad, originada por la selección del INIFAP en el Campo Experimental Tecomán y es cultivada en 90 mil hectáreas en todas las zonas productoras de este cítrico en México.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Medina, U. V.M., M. Robles G., S. Becerra R., J. Orozco R., M. Orozco S., J. G. Garza L., M.E. Ovando C., X. Chávez C. y F.A. Félix C. 2001. El cultivo del limón mexicano. Libro Técnico No. 1. INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. México, D.F. 188 p.

Medina-Urrutia, V., M. Robles-González y J. Velázquez-Monreal. 2009. Comportamiento de dos cultivares de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] en portainjertos desarrollados en suelos con dos profundidades. Revista Chapingo. Serie Horticultura 15:49-55.

\*Ex investigador del INIFAP.

## INDUCCIÓN A FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN FORZADA EN LIMÓN 'PERSA'

**Dr. Rafael Ambriz Cervantes\***, Campo Experimental Zacatepec;  
**Dr. Rafael Ariza Flores**, Campo Experimental Iguala.

En México se cultivan alrededor de 78 mil hectáreas de limón persa; sin embargo, su producción es estacional y se concentra de mayo a septiembre, periodo de precios bajos en el mercado, por lo que no es rentable. La producción de invierno de limón persa, mediante inducción de la floración, el INIFAP ha demostrado que es posible y rentable obtener y comercializar el fruto de diciembre a abril, cuando la producción es escasa y la demanda alta.

Es una opción para hacer que la producción se incremente y concentre de diciembre a abril, en época de baja producción y oferta.

Se pueden incrementar los rendimientos de 3 a 6 t/ha en ese periodo, mientras que se conserva la calidad visual y organoléptica del producto. Además, se logran precios de hasta 10 pesos por kg en árbol, lo que resulta en un incremento de rentabilidad de cinco veces para el cultivo. La tecnología está siendo adoptada exitosamente por productores de limón persa de Coatlán del Río y de Puente de Ixtla Morelos con rendimientos mayores de 13.5 t/ha en invierno, con lo que superan por más de cinco veces al testigo. Los productores en los estados de Morelos y Veracruz están aplicando la tecnología en 50 mil hectáreas, lo que genera recursos anuales por 800 millones de pesos.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Ambriz-Cervantes, R., R. Ariza-Flores, I. Alía-Tejacal, A.A. Casimiro-Michel, A. Barrios-Ayala y, M.A. Otero-Sánchez. 2018. Efecto del anillado y bioestimulantes en la floración, producción y calidad de limón persa (*Citrus Latifolia* Tan.) en invierno. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 9(4):711-722.

\*Ex investigador del INIFAP.

## MANEJO INTEGRADO DE ANTRACNOSIS EN LIMÓN MEXICANO

**Dr. Mario Orozco Santos**, Campo Experimental Tecomán.

En el trópico seco de México (Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca) se cultivan 95 078 ha de limón mexicano, las cuales son afectadas severamente todos los años por la enfermedad de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum* Simmonds). Es un problema importante que reduce hasta 40% la producción de fruta en los meses de invierno (diciembre a marzo), debido a los daños que ocasiona en brotes y frutos inmaduros, así como en flores durante la época de lluvias (julio a octubre). Generalmente, la fruta cosechada en invierno alcanza los mejores precios en comparación al resto del año. Una alternativa para incrementar los rendimientos y la rentabilidad del cultivo es el manejo de antracnosis en la época de lluvias para producir fruta en el período invernal.

El INIFAP ha generado tecnologías para el manejo integrado de antracnosis, que consiste en implementar prácticas de manejo agronómico (poda, fertilización y aplicación de fungicidas) en huertos adultos. Iniciar con una poda de sanidad y mantenimiento en mayo a junio y fertilizar según las recomendaciones del INIFAP. El control de antracnosis se realiza de julio a octubre con fungicidas de contacto (mancozeb) y sistémicos (trifloxistrobin). Cada semana supervisar flujos vegetativos, floraciones y fructificaciones y al presentarse una brotación-floración con 20% o más de intensidad y que coincida con lluvias superiores a 10 mm, es necesario aplicar

fungicidas. El número de aplicaciones fluctúa de 6 a 10 y se sugiere rotar aplicaciones: 2 a 3 de productos de contacto y una del sistémico. El uso de esta tecnología permite producir fruta de octubre a abril y obtener hasta 8.5 t/ha con una utilidad bruta de 65 mil pesos/ha. En cambio, en la parcela testigo, se cosechan 3.7 t/ha con un valor de 28 090 pesos/ha; es decir, se obtienen 36 920 pesos más con esta tecnología. Se estima que el manejo de antracnosis se aplica en alrededor de 40 mil hectáreas en Colima y Michoacán.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Orozco-Santos, M., V.M. Medina-Urrutia, M.M. Robles González, J. Orozco Romero, O. Pérez-Zamora, J.J. Velásquez-Monreal, L.W. Timmer y S. Guzmán-González. 2006. Biología y manejo integrado de antracnosis del limón mexicano en el trópico seco de México. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. Folleto Técnico No. 2. 72 p.

Orozco-Santos, M., J.J. Velásquez-Monreal, L.M. Hernández-Fuentes, D. Nieto-Ángel, M.J. Bermúdez-Guzmán, S.H. Carrillo-Medrano y G. Manzo-Sánchez. 2014. Enfermedades y su Manejo Integrado. p. 195-230. En: El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico No. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 449 p.

## MANEJO INTEGRADO DE LIMÓN MEXICANO EN UN ESCENARIO DE ALTA INCIDENCIA DE HLB

**Dr. Miguel Ángel Manzanilla Ramírez**, Campo Experimental Tecomán.

En abril de 2010, se detectó la enfermedad del Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*; HLB), en Colima. Mientras que el insecto vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), el psílido asiático de los cítricos (PAC) está presente en esta entidad desde 2004. Para 2013 el 100% de las plantaciones de cítricos se encontraba presente el HLB. En los árboles infectados se ha registrado la disminución de la producción en más de 50%. Actualmente, en Colima el muestreo y eliminación de árboles enfermos es inviable como medida de control de la enfermedad. Sin embargo, el manejo del PAC y el uso de plantas certificadas producidas bajo malla antiáfidos siguen siendo fundamentales.

Desde la llegada del HLB a la zona productora de limón mexicano, el INIFAP desarrolló información para el manejo integral del cultivo, basada en investigaciones que determinaron que el paquete tecnológico

(manejo agronómico) propuesto por el mismo INIFAP permite mantener la productividad del cultivo. En tanto los árboles de limón mexicano afectados por la enfermedad y sin un manejo adecuado de riego y nutrición se vuelven improductivos. En contraste, con un manejo apropiado estos logran seguir produciendo fruta. Por lo tanto, con una adecuada aplicación de prácticas de riego y nutrición, además de control fitosanitario, los árboles se mantienen productivos, aunque no producen la misma cantidad de fruta comparados con árboles sanos. En las huertas con HLB se han registrado rendimientos de 15 a 25 toneladas por hectárea, en función de la densidad de plantación y su manejo. Con estos rendimientos y con el aumento de los precios por la escasez de fruta, el cultivo de limón mexicano se ha mantenido como un cultivo rentable en las 19 406 hectáreas establecidas en Colima.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Manzanilla-Ramírez, M.A., J. Velázquez-Monreal, J., M.J. Bermúdez-Guzmán, K.P. García-Mariscal, M. Orozco-Santos y M.M. Robles-González. 2018. Manejo integral del cultivo de limón mexicano en un escenario de alta incidencia de HLB. Folleto para Productores No. 20 SAGARPA-INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 26 p.

## PORTAINJERTOS PARA LIMÓN MEXICANO

Dr. Víctor Manuel Medina Urrutia\*, Dr. José Joaquín Velázquez Monreal,  
Campo Experimental Tecomán.



México es el primer productor de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) a nivel mundial. En 2016, se tenían plantadas 78 935 hectáreas con una producción de 1.02 millones de toneladas de fruta. En los estados de Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca se cultiva 95% de la superficie nacional de este frutal. Hasta 1984, 85% de los árboles de limón mexicano fueron propagados directamente por semilla, siendo estos altamente susceptibles al ataque de gomosis del tronco y raíz asociada a *Phytophthora parasitica*. Esta enfermedad en Colima reducía entre 20 y 30% el rendimiento, al ocasionar anualmente la muerte de hasta 5% de los árboles.

La presencia de gomosis motivó la evaluación de portainjertos con el fin de determinar sus

efectos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de fruta. Entre 1977 y 1990 se evaluó el comportamiento de 11 portainjertos diferentes y el limón de pie franco como testigo, los árboles más vigorosos en los tipos de suelo evaluados fueron los injertados en Macrofila (*C. macrophylla*) y Volkameriana (*C. volkameriana*), esos árboles con estos portainjertos y Amblicarpa (*C. amblycarpa*) fueron los más productivos. La pérdida de árboles a causa de la gomosis se redujo a cero con estos tres portainjertos. En tanto que con limón de pie franco la pérdida fue hasta de 5% anual. Actualmente, la información sobre portainjertos derivada de estos estudios se ha difundido ampliamente; y se estima que más de 95% de las plantaciones nuevas en el país se establecen con Macrofila y Volkameriana.



Medina-Urrutia, V.M. 1996. Comportamiento de portainjertos de limón mexicano en Colima. Folleto Técnico No. 3. SAGAR-INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 36 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## *Tamarixia radiata*, PARASITOIDE PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DEL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS

Dr. J. Isabel López Arroyo, Campo Experimental General Terán;  
Dr. Marco A. Reyes Rosas (†), Dr. Jesús Loera Gallardo (†), Campo Experimental Río Bravo.



*Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), el psílido asiático de los cítricos, invadió el país de 2002 y en un lapso de seis años su presencia se extendió por completo en las zonas citrícolas de México. El insecto es una amenaza grave para la industria citrícola en general, debido a que es vector de la bacteria restringida al floema, *Candidatus liberibacter*, patógeno asociado al Huanglongbing, una enfermedad devastadora de los cítricos a nivel mundial. Por el origen invasivo de *D. citri*, en INIFAP se consideró el control biológico clásico del insecto, mediante la cría y liberación de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae).



*T. radiata* es un ectoparasitoide específico que se desarrolla en ninfas de tercero a quinto instar del vector; al emerger puede permanecer en campo hasta 24 días, para parasitar hasta 300 ninfas; por su condición de parasitoide, cada ninfa que es atacada muere. INIFAP en 2007, inició el desarrollo de tecnología para la producción masiva de este importante organismo benéfico. Actualmente es producido en un laboratorio oficial y uno privado para su liberación en el país, con lo cual se beneficia directamente a cerca de 100 mil hectáreas por año.

35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

López-Arroyo, J.I., M.A. Reyes-Rosas, J. Loera-Gallardo y A. González-Hernández. 2009. Producción de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide del psílido asiático de los cítricos, pp. 137-141. En: Memorias del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico. Villahermosa, Tabasco, México.

Peña-Carrillo, K., A. González-Hernández, J.I. López-Arroyo, R. Mercado-Hernández y S. Favela-Lara. 2015. Morphological and genetic variation in Mexican wild populations of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). Fla. Entomol. 98 (1): 1093-1100.

## APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN HILERAS ALTERNAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS

Dr. J. Isabel López Arroyo, Campo Experimental General Terán.

Huanglongbing es actualmente la amenaza fitosanitaria más importante para la actividad citrícola a nivel mundial, debido principalmente a la complejidad del manejo tanto de la bacteria asociada a esta enfermedad, como del vector que la transmite, *Diaphorina citri*, el psílido asiático de los cítricos. El control de este insecto consiste en la aplicación frecuente de insecticidas que varía desde 8 a más de 60 veces por año. Esta actividad ha incrementado sustancialmente el costo de producción de los cítricos y para una gran cantidad de productores, representa una carga económica exorbitante que en ocasiones provoca el abandono del cultivo, esto último asociado frecuentemente al perfil socioeconómico del productor.

La estrategia de aplicación de insecticidas en hileras alternas para el control de *D. citri*, consiste en realizar la aspersión del insecticida solamente en 50% de las hileras de plantas de la huerta, para en una siguiente aspersión, cubrir 50% de las hileras que permanecieron sin aplicación del plaguicida. Este método produce reducción de poblaciones del insecto similar a la obtenida en aspersiones de insecticidas en cobertura total. Esta estrategia protege poblaciones de enemigos naturales y toma ventaja de la actividad de estas sobre el vector. Su efectividad permite ahorros de 50% en el uso de insecticidas y mano de obra. La tecnología fue aplicada durante 2019 y programada para 2020 en alrededor de 170 mil hectáreas de la citricultura nacional, dentro de la campaña del SENASICA para el manejo del Huanglongbing.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Díaz-Martínez, S. y J.I. López-Arroyo. 2019. Evaluación de aspersiones localizadas de insecticidas para el control de *Diaphorina citri* en árboles jóvenes de naranjo, pp. 2323-2339. En: Vinay, V. J.C., V.A. Esqueda, O.H. Tosquy, R. Zetina, A. Ríos, M.V. Vázquez, A.L. Del Angel y C. Perdomo. (comps.). Avances en investigación agrícola, pecuaria, forestal, acuícola, pesquería, desarrollo rural, transferencia de tecnología, biotecnología, ambiente, recursos naturales y cambio climático-2019. INIFAP-CP-UACH-INAPESCA-UV-TecNM. Medellín, Ver., México. Año 4, No. 1. 2488 p.

## ASPERSIONES DE DETERGENTES PARA EL CONTROL DE LA ESCAMA BLANCA DEL MANGO

**Dr. Mario Alfonso Urías López, M.C. Nadia C. García Álvarez, Dr. Luis M. Hernández Fuentes, M.C.M. Hilda Pérez Barraza,** Campo Experimental Santiago Ixcuintla.

En Nayarit, aproximadamente 23 mil hectáreas de mango están infestadas por la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead). También está establecida en casi todas las zonas productoras de mango de México y puede afectar la calidad de 100% de los frutos para exportación. La mayoría de los productores no controlan la escama blanca, o si lo hacen, utilizan insecticidas sintéticos que afectan los enemigos naturales.

Los detergentes comerciales Roma® o Ariel® (a dosis de 16 g/L de agua) se pueden utilizar para un eficiente control de la escama blanca del mango. Los detergentes debilitan la protección cerosa de la cutícula que cubre las escamas, de tal manera que el cuerpo queda susceptible a deshidratación. Para un óptimo control de la plaga, se hace una aspersión antes de floración y otra después del “cuajado de frutos”, dirigidas a las partes externas e internas del árbol y a los frutos.

Las aplicaciones de detergentes eliminan hasta 92% de escamas en follaje y mejoran la calidad externa hasta 95% de los frutos. La adopción de esta tecnología se logró mediante el establecimiento de parcelas demostrativas, cursos de capacitación, apoyo técnico a productores y presentaciones en congresos de entomología.

Esta tecnología, junto con la metodología de muestreo, forma parte de las estrategias de manejo integrado de la escama blanca del mango desarrollada por el INIFAP. Como resultado del uso del manejo integrado, actualmente en Nayarit solo se requiere de acciones esporádicas para el control de la escama. Se estima que esta tecnología se aplica por lo menos en 67 mil hectáreas de mango en beneficio de 13 500 productores.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Urías-López, M.A., L.M. Hernández-Fuentes, J.A. García-Osuna, M.H. Pérez-Barraza, García-Álvarez, N.C. y J.A. González-Carrillo, 2010. Efectividad biológica de detergentes comerciales sobre la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae). *Entomología Mexicana*. 9:583-587.

Urías-López M.A., L.M. Hernández-Fuentes, J.A. Osuna-García, M.H. Pérez-Barraza, N.C. García-Álvarez y J.A. González-Carrillo. 2013. Aspersiones de insecticidas en campo para controlar la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae). *Rev. Fit. Mex.* 36(2):173-180.

## ZAFIRO, SELECCIÓN DE MANGO ATAULFO DEL SOCONUSCO CHIAPAS

M.C. Víctor Palacio Martínez, Dr. Carlos Hugo Avendaño Arrazate,  
Dr. Alfredo Sandoval Esquivéz, Campo Experimental Rosario Izapa.

En la Costa-Soconusco de Chiapas, área de diez municipios productores de mango, reconocida con la denominación de origen de la variedad Ataulfo, el rendimiento promedio bajo, de 4.0 a 7.5 t/ha, afecta la sostenibilidad en 25 mil hectáreas de esta variedad, la cual es reconocida por su gran calidad nutraceútica en el mercado internacional; sin embargo es un fruto de baja calidad, y en la cadena productor-acopiador-empacador-distribuidor origina mermas de 30 a 50% en volumen de fruta exportable, lo que hace poco rentable esta actividad. El uso de Zafiro y de la tecnología generada por el INIFAP de manejo agronómico por los productores, permite duplicar el rendimiento y mejorar la calidad del mango Ataulfo en el Soconusco, Chiapas.



El mango Zafiro corresponde a un fenotipo sobresaliente de árboles de la variedad Ataulfo; su época de cosecha es de mediados de febrero a finales de mayo, con rendimiento a los diez años de edad de 24 t/ha, la cual supera en 303% la media regional, que es de 7.92 t/ha en el Soconusco, Chiapas. El fruto es oblongo, verde cenizo en madurez fisiológica y cambia a dorado amarillo en la madurez de consumo; el peso promedio del fruto es de 266 g y tiene una conversión a pulpa de 75%. En la región y a nivel nacional se tienen huertos con edad superior a los 25 años con la variedad Ataulfo común, factibles de mejorar mediante cambio varietal por injerto de corona con la selección Zafiro. El ingreso estimado con la tecnología Zafiro es de 29 900 pesos/ha vs. Ataulfo Elite (testigo) de 27 370 pesos/ha; con un costo de 23 000 pesos/ha se alcanza una relación Beneficio/Costo de 1.3:1 y 1.19:1, respectivamente. Producto de la transferencia se ha entregado material propagativo a productores de la región Costa-Soconusco de Chiapas, así en Oaxaca, Guerrero, Campeche, Nayarit y Sonora, para un estimado de mil hectáreas establecidas.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Palacio, M.V., C.H. Avendaño A. y A. Sandoval E. 2012. Zafiro: Nueva variedad de mango. INIFAP-CIRPAS, Campo Experimental Rosario Izapa. Desplegable Informativa No. 13.

Palacio-Martínez, V. y C. Avendaño-Arrazate. 2019. 'Ataulfo Diamante', 'Zafiro' y 'Citlalli': Nuevas selecciones de mango (*Mangifera indica* L.). Revista Agroproductividad 12(1):3-8.

## ADELANTO DE LA FLORACIÓN Y COSECHA DE MANGO MANILA

*Ing. Fidel De Los Santos De La Rosa, Dr. Raúl Mosqueda Vázquez (†),*

*M.C. Alejandro Aguilar Zamora, Dr. Héctor Cabrera Mireles,*

*Ing. Francisco Javier Ugalde Acosta, Dr. Enrique Becerra Leor, Campo Experimental Cotaxtla.*

La cosecha de mango Manila se concentra en un periodo corto de 45 días y ocurre normalmente de finales de mayo a junio, lo que ocasiona sobre oferta y disminución del precio de la fruta. La escasa utilidad para el productor origina desánimo, abandono de las huertas y cambio en la actividad económica.

Para contribuir a la solución de este problema, el INIFAP generó la tecnología para adelantar la floración del mango Manila, que consiste en aplicar nitrato de potasio o nitrato de amonio al follaje de más de seis meses y medio de edad, para inducir la floración durante octubre y noviembre y obtener la cosecha a finales de marzo. Con lo anterior, el periodo de cosecha se amplía, como consecuente mejora en el precio de la fruta. Esta tecnología se ha transferido a los productores y técnicos del sureste de México a través de eventos como el denominado “Día del Manguero” y otros medios de comunicación.

A más de tres décadas de generada la tecnología, se han tratado 44 mil hectáreas y producido 328 mil toneladas de mango manila adelantado, con un incremento en el precio de la fruta de 200 a 400% y en ocasiones hasta 900% sobre el valor de la fruta cosechada en la época normal de producción. Tan sólo durante el ciclo 2019-2020, dos mil hectáreas del estado de Veracruz, que recibieron el tratamiento, produjeron 14 mil toneladas de fruta adelantada, con un valor de 324 millones de pesos y una relación Beneficio/Costo de 2.8:1 para el productor. La producción de mango Manila se comercializa en el centro, occidente y noreste de México, lo que genera 70 mil jornales durante la cosecha ampliada. Esta innovación tecnológica contribuyó en la solución del problema de oferta y demanda, y en la mejora económica de las zonas productoras de mango Manila.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

De Los Santos, De La R.F., R. Mosqueda-Vázquez†, A. Aguilar-Zamora, H. Cabrera-Mireles, E. Becerra Leor, C. Guzmán-Estrada† y F.J. Ugalde-Acosta. 1991. Manual para la producción de mango en el estado de Veracruz. Folleto para Productores No. 6. INIFAP-SARH, Campo Experimental Cotaxtla, CIFAP-Veracruz. 37 p.

## DENSIDADES DE PLANTACIÓN Y NIVELES DE NUTRICIÓN EN PIÑA CAYENA LISA Y MD-2, ACORDE A LAS DEMANDAS DEL MERCADO

*Dr. Andrés Rebolledo Martínez, Ing. Daniel E. Uriza Ávila,  
M.C. Laureano Rebolledo Martínez, Dr. Rigoberto Zetina Lezama,  
Campo Experimental Cotaxtla-Sitio Experimental Papaloapan.*

En México, existen tres grandes destinos para el 1.0 millón de toneladas de piña cosechadas anualmente: 70% es para el mercado nacional en fresco, 20% para industria nacional y finalmente 10% para exportación en fresco. Cada uno demanda diferente variedad, peso, forma y calidad de fruto. Hasta el 2005, 90% de la superficie de piña fue de “Cayena Lisa”; mientras que el híbrido MD2 o “Piña Miel”, idóneo para la exportación en fresco, inició su expansión en 2010 y ahora se usa en 8 mil de las 20 mil hectáreas que se cosechan en México. Todavía en 1990, se plantaban de 20 mil a 35 mil plantas por hectárea para Cayena Lisa, ya que el mercado fresco nacional prefería frutos grandes de 2.5 a 3 kg. La agroindustria demanda frutos de 1.8 a 2.5 kg y la exportación en fresco de 1.3 a 2.2 kg, mientras que para jugo se requieren piñas que no entren en las categorías anteriores. Conforme las preferencias de los consumidores cambiaron, se hicieron adecuaciones en el manejo del cultivo; siendo las densidades bajas las que más limitaban la productividad, sobre todo en la producción para exportación. Por ello, surgió la necesidad de definir nuevas densidades de plantación y demanda nutrimental para cada una de ellas, de acuerdo con la variedad y necesidades de mercado.

Para resolver el problema, el INIFAP determinó las mejores densidades de plantación y niveles de nutrición de las plantas,

en función de la variedad y tipo de mercado-destino, fertilidad del suelo y demanda de la planta, régimen de lluvias, sistema de manejo, grado de mecanización con aspersores de alto volumen y requisitos de inocuidad. Actualmente, las 8 mil hectáreas de MD2, se establecen a densidades entre 50 mil y 70 mil plantas por hectárea, la mayoría en ambiente protegido; mientras que en 5 mil hectáreas de Cayena Lisa y mil hectáreas de Champaka, se usan de 40 mil a 50 mil plantas por hectárea. Las densidades más bajas son para atender el mercado nacional en fresco y las más altas, superiores a 50 mil plantas por hectárea, se destinan al mercado de exportación en fresco. Al menos 70% de los 5 mil productores piñeros de México aplican los niveles de fertilización propuestos por el INIFAP. El rendimiento medio se ha incrementado en un 25%, equivalente a 12 t/ha, que corresponde a un ingreso adicional de 35 mil pesos y de 500 millones por año, en las 14 mil hectáreas donde se aplica esta tecnología.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Rebolledo, M.A., A.L. Del Ángel P., A.E. Becerril R., L. Rebolledo M. y D.E. Uriza A. 2006. Rendimiento y calidad de fruto de cultivares de piña en densidades de plantación. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(1):55-62.

Uriza-Ávila, D.E., A. Torres-Ávila, J. Aguilar-Ávila, V.H. Santoyo-Cortés, R. Zetina-Lezama y A. Rebolledo-Martínez. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. *Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección Trópico Húmedo. Chapingo, Estado de México. UACH. 484 p.*

## MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS ÁCIDOS CULTIVADOS CON PIÑA EN MÉXICO

**Dr. Rigoberto Zetina Lezama, Ing. Daniel E. Uriza Ávila, M.C. Laureano Rebolledo Martínez, Dr. Andrés Rebolledo Martínez, Dr. Néstor Francisco Nicolás (†), Dr. Marco Antonio Toral Juárez, M.C. Andrés Vásquez Hernández,**  
Campo Experimental Cotaxtla - Sitio Experimental Papaloapan.



La producción intensiva de piña a suelo desnudo y cielo abierto, aunada a la quema de los residuos vegetales ha disminuido la fertilidad natural del suelo, ya que con este sistema de manejo se pierden en promedio 150 t de suelo por hectárea por ciclo de cultivo y con ellas, la mayor parte de la materia orgánica, microorganismos benéficos y la fracción coloidal del suelo.

Para revertir este proceso de degradación y mejorar el suelo, el INIFAP generó algunas prácticas, para aplicarse previamente a la plantación de la piña, que son: trituración e incorporación de los residuos de cosecha; encalado dolomítico para aportar calcio y magnesio y reducir la acidez edáfica en suelos con pH menor de 4; siembra e incorporación de abonos verdes para aumentar el contenido

de materia orgánica a más de 1.5%; aplicación de endomicorrizas arbusculares y compostas, para reducir hasta en 25% la cantidad de fertilizantes químicos.

Estas prácticas son más eficientes cuando se maneja la plantación en ambiente protegido y con un adecuado sistema de drenaje, ya que con el acolchado plástico total se reduce la erosión edáfica hasta en 90% y con ello, se evita perder la cal, materia orgánica y micorrizas aplicadas antes de la plantación. Con esto, los beneficios ocurren a corto y mediano plazo, ya que el pH edáfico sube a niveles óptimos para la piña (5.0 y 5.5) y aumenta la materia orgánica en, al menos, 0.5%. Con el efecto protector de la malla-sombra al cultivo, se crea un micro-ambiente y se mejora la actividad microbiológica y la disponibilidad de los nutrientes del suelo. Estas prácticas se implementan en al menos 40% de las 20 mil hectáreas de piña cultivadas y cosechadas anualmente en México, con alto impacto en la reducción de la contaminación ambiental por usar menos fertilizantes químicos; con una mayor conservación de los recursos naturales y un incremento de 20% en rendimiento y valor de la producción, lo que deriva en una mejor sustentabilidad del sistema. Se generan 25 mil pesos de ingresos netos adicionales por hectárea, equivalentes a 200 millones anuales para las 8 mil hectáreas donde se usa esta tecnología.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Rebolledo, M.A., D. Uriza A., A.L. Del Ángel P., L. Rebolledo M. y R. Zetina L. 2011. Piña y su cultivo en México: Cayena Lisa y MD2. INIFAP, Centro de Investigación Regional Golfo Centro. 305 p.  
Uriza-Ávila, D.E., A. Torres-Ávila, J. Aguilar-Ávila, V.H. Santoyo-Cortés, R. Zetina-Lezama y A. Rebolledo-Martínez. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección Trópico Húmedo. Chapingo, Estado de México. UACH. 484 p.

## PRODUCCIÓN DE VITROPLANTAS DE PLÁTANO Y BANANO

**Dr. Marciano Manuel Robles González\***, **Ing. José Orozco Romero\***,  
**M.C. Silvia Heréndira Carrillo Medrano**, Campo Experimental Tecomán.

Tradicionalmente, la propagación de plátanos y bananos se hace mediante el uso de cormos o hijuelos. Este método presenta la desventaja de tener baja tasa de multiplicación con solo 5 a 10 hijuelos por planta al año. Además, estos materiales de propagación favorecen la dispersión de plagas y enfermedades de alto impacto económico. En consecuencia, la escasez de material de siembra de calidad para establecimiento de nuevas plantaciones, aunado al uso de cormos o hijuelos infectados con plagas y enfermedades representan una seria desventaja para esta cadena productiva.

El cultivo *in vitro* de tejidos vegetales es una herramienta útil para la propagación de musáceas, que ha permitido llevar al campo material libre de plagas y enfermedades bacterianas y fungosas, con lo que se reduce el

uso de agroquímicos para su control, lo ayuda a tener una producción más amigable con el ambiente. Esta tecnología permite disponer en poco tiempo y en cualquier época del año, cientos de plantas a partir de un solo hijuelo, con alta calidad genética y sanitaria. Ventajas adicionales en comparación con plantaciones de cormos son: mejora la calidad y uniformidad de las plantas, rendimientos de 30 t/ha en el primer año y 80 t/ha en el segundo, lo que supera 80% y 25% respectivamente al uso de cormos. La fruta producida por las vitroplantas es de alta calidad para el mercado. El laboratorio de cultivo de tejidos del Patronato en Colima, inició la entrega de vitroplantas en 1993. Este laboratorio ha producido cerca de 200 mil plantas por año y la producción total se estima en cinco millones de plantas para productores ejidales y empresas productoras.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Robles-González, M.M. y J. Orozco-Romero 1996. Producción de plátano enano gigante mediante la técnica de cultivo de tejidos. Folleto para Productores No. 1. CIRPAC-INIFAP, Tecomán, Colima, México.

Robles-González, M.M. y J. Orozco-Romero 2003. Producción y manejo en campo de plantas de plátano propagadas mediante la técnica de cultivo de tejidos vegetales. Folleto para Productores No. 2. CIRPAC-INIFAP, Tecomán, Colima, México.

\*Ex investigador del INIFAP.

## PRODUCTOS BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DE PLAGAS DEL NOGAL

*Ing. José Heriberto Aguilar Pérez\*, Ing. Eutimio de J. Cuéllar Villarreal,*  
Campo Experimental Saltillo.



Se estima que de las 9 mil hectáreas de nogal “cáscara de papel” en el norte de Coahuila, las pérdidas en la producción causadas por *Cydia caryana* pueden llegar hasta 30%. El complejo de varias chinches como *Leptoglossus zonatus*, pueden afectar el 20% de la nuez en su calidad y sabor, lo que disminuye su precio y dificulta su comercialización. El uso de insecticidas convencionales para el control de estas plagas induce altas poblaciones de los pulgones amarillos *Monellia caryella* y *Monelliopsis pecanis* y pulgón negro *Melanocallis caryaefoliae*, que producen defoliación prematura, bajan el rendimiento y la calidad. Los mercados internacionales donde se comercializa la nuez demandan cada vez más que sean manejados con productos biorracionales.

Con la finalidad de ofrecer alternativas de control a la aplicación química, el INIFAP inició en 2004 la evaluación y validación de productos orgánicos, biológicos y entomopatógenos. El uso de productos biorracionales redujo la afectación del 30% de la producción de nuez a solo 3 a 6% que generalmente se presenta en las huertas nogaleras de Coahuila, esto representa una alternativa confiable e inocua para el control de estas plagas. Esta tecnología se ha trasferido a 624 nogaleros mediante pláticas, congresos, días demostrativos, cursos y publicaciones. Esta tecnología se utiliza anualmente en 900 hectáreas con rendimiento promedio de 1 t/ha. De acuerdo al precio del kilo de nuez, esta tecnología evita pérdidas de 270 millones de pesos, con una relación Beneficio/Costo de 96:1.

AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Aguilar, P.H. 2007. Efectividad de productos orgánicos y hongos entomopatógenos para el control de plagas del nogal. Desplegable para Productores No. 12 SEZAR-INIFAP.

Aguilar, P.H. 2011. Catálogo nacional de plagas y enfermedades del nogal ¡Por qué conocerlo! Resumen del 15° Día del nogalero. CEDEL-INIFAP, Delicias, Chih., Fundación Produce Chihuahua y el COMENUEZ.

\*Ex investigador del INIFAP.

## MANEJO INTEGRADO DEL PICUDO DEL MAGUEY MEZCALERO MEDIANTE FEROMONAS

M.C. Ernesto Bravo Mosqueda\*, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.

Entre los problemas fitosanitarios a los que se enfrenta la producción de maguey mezcalero (*Agave angustifolia* Haw) en el estado de Oaxaca, están los daños causados por larvas y adultos del picudo del maguey (*Scyphophorus interstitialis* Gylh). Adicionalmente transmiten enfermedades causadas por hongos y bacterias que reducen el rendimiento de "piñas" hasta 25%, de acuerdo a las condiciones ambientales en que se desarrolle el cultivo y la plaga. Su presencia incrementa los costos de producción, debido a que en aquellas áreas de alta incidencia se hacen hasta ocho aplicaciones de insecticidas por año, aunado a los riesgos que esto representa.

La feromona de agregación se coloca junto con el cebo alimenticio, compuesto por trozos de maguey humedecidos en una solución de agua más el insecticida carbofuran a razón

de 1 mL/L de agua, colocados en trampas tipo galón, requiere del cambio quincenal del cebo alimenticio y la solución insecticida y del liberador con la feromona cada tres meses. Las trampas se colocan a una distancia de 25 m una de otra de preferencia en la temporada de lluvias. El rendimiento promedio regional es de 30 kg/piña o 75 t/ha con una densidad de población de 2500 plantas por hectárea. Con esta tecnología, el rendimiento se incrementa a 35 kg/piña para una producción de 87.5 t/ha. Además del incremento en rendimiento, se reducen los costos de producción en aquellos casos en que se aplica el control químico. Esta tecnología se ha transferido desde 2016 a más de 100 productores de maguey de la región del mezcal en Oaxaca y el Consejo Estatal de Sanidad Vegetal del estado de Oaxaca la ha utilizado en las campañas contra el picudo del maguey mezcalero.



35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Bravo M.E., C. Arredondo V., H. Espinosa P. y A. Canseco L. 2003. Sugerencias para el manejo integrado del picudo del maguey mezcalero *Scyphophorus interstitialis* GYLLENHAL. Folleto Técnico No. 4. INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. 51 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## APLICACIÓN DE AUXINAS PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CAFÉ ROBUSTA

Dr. Leobardo Iracheta Donjuan, Dr. Ismael Méndez López,  
Campo Experimental Rosario Izapa.



Los nuevos genotipos mejorados de café Robusta son de polinización cruzada, que al multiplicarlos por semilla, las plántulas generadas presentan alta variabilidad y pierden las características favorables; por lo tanto, esta vía no es una opción viable en los programas de multiplicación masiva. Entre 2005 y 2006, se aplicaron alternativas de propagación vegetativa por estacas enraizadas, pero los genotipos presentaban diferente capacidad para enraizar, por lo que algunos de ellos registraron porcentajes de enraizamiento de solo 20%. Lo anterior generó grandes pérdidas en los programas de propagación, y la producción por estacas se limitó a solo algunos genotipos.

Debido al bajo porcentaje de enraizamiento, el INIFAP desarrolló una tecnología que consiste en aplicar auxinas para mejorar la propagación clonal de genotipos de café Robusta. La aplicación de ácido indolacético, ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en estacas de café Robusta con problemas de prendimiento, permitió incrementar la supervivencia en 90 a 100%, porcentajes de enraizamiento entre 70 a 90%, con formación de raíces vigorosas y marcado geotropismo. Dicha tecnología permitió incrementar la producción de estacas y los ingresos de 43 a 56 veces, de acuerdo al genotipo. Con lo anterior se atendió la demanda creciente de genotipos mejorados de café Robusta, por parte de los programas de gobierno y empresas privadas. Actualmente se estima que la tecnología o parte de ella, es usada para la propagación comercial en al menos cuatro localidades de Chiapas, en la sierra negra de Puebla y en Tezonapa, Veracruz.



45 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Iracheta-Donjuan, L., I. Méndez-López, A. Sandoval-Esquivel y J.F. Aguirre-Medina. 2006. Rizogénesis de estacas de café (*Coffea canephora* P.) mediante la aplicación de auxinas. Memorias del XXI Congreso Nacional y I Internacional de Fitogenética. 3-8 septiembre, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

## ORO AZTECA: VARIEDAD DE CAFÉ RESISTENTE A LA ROYA ANARANJADA

**Dr. Alfredo Zamarripa Colmenero\***, **Dr. Ismael Méndez López**, Campo Experimental Rosario Izapa;  
**M.C. Mario Vázquez Martínez\***, **Ing. Antonio Fernández Rodríguez**,  
Campo Experimental Costa Oaxaqueña;  
**Ing. Antonio Contreras Jiménez (†)**, Campo Experimental Xalapa.

El café es la mercancía que después del petróleo se moviliza en mayor cantidad en el comercio mundial. En México se cultiva en 12 estados, de los cuales Chiapas, Veracruz y Puebla concentran 81% del total cultivado. Para el 2018 se reportó una superficie de más de 760 mil hectáreas, con una producción de 860 mil toneladas de café cereza. Uno de los problemas fitosanitarios de la cafecultura mundial es la “roya anaranjada” del cafeto, que hizo su aparición en la cafecultura mexicana en 1981. Esta enfermedad causa defoliaciones prematuras que reducen los rendimientos hasta en 80%. Este hongo daña a la mayor parte de las variedades de *Coffea arabica*; se estima que más de 90% del parque cafetalero nacional es susceptible a esta enfermedad.

Oro Azteca es la primer variedad de café generada y registrada en México por el INIFAP, se caracteriza por su resistencia genética a la roya anaranjada. Presenta crecimiento erecto, semicompacto, porte bajo tipo Caturra, frutos rojo claro, granos de tamaño mediano y baja producción de frutos vanos. La renovación o el establecimiento de nuevas plantaciones de café con plantas resistentes a la roya anaranjada y mayor rendimiento, asegura una mayor rentabilidad, pues se reduce el uso de fungicidas, con lo cual, también se reduce la contaminación

ambiental. El porte bajo de las plantas facilita la cosecha; se recomienda su cultivo a una densidad de 3333 cafetos por hectárea, bajo condiciones de sombra regulada. Se adapta bien en áreas con clima tropical y subtropical en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla. Los rendimientos fluctúan de 32 a 55 Qq de café pergamino seco/ha, que supera 32% los rendimientos obtenidos con la Variedad Caturra Rojo. El número de registro del Título de Obtentor es 0046. Desde su liberación en 1995 se establecieron viveros en los estados de Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca y Nayarit, además se repartió planta entre los productores. Para 2010, se reportó que había una superficie total establecida con esta variedad de 3750 hectáreas. Aunque la adopción fue lenta inicialmente, a partir de 2016 la demanda por esta variedad se incrementó significativamente.



**35** AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

- Zamarripa, C.A., I. Méndez L., M. Vázquez M., A. Contreras J. y A. Fernández R. 1995. Oro Azteca: Nueva variedad de café con resistencia a la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Memoria del III Simposio Internacional de Café. Xicotepec de Juárez, Puebla, México.
- Zamarripa, C.A. 1998. Oro Azteca: Nueva Variedad de café para México. Desplegable informativo No. 1. SAGAR-INIFAP-Fundación PRODUCE, Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas.
- González, E.A., A. Zamarripa C. y S. Wood. 2013. Impactos económicos, sociales y ambientales de la variedad de cafetos Oro azteca. Serie: Estudios de Evaluación del Impacto Económico de Productos del INIFAP. Publicación Técnica No. 30, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias. México, D.F. 98 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## FERTIRRIGACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR CON RIEGO POR GOTEO

*Dr. Horacio Mata Vázquez\**, Campo Experimental Las Huastecas.

La fertirrigación es una tecnología que consiste en aplicar insumos para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través del sistema de riego por goteo. La tecnología de fertirrigación, en caña de azúcar en el sur de Tamaulipas inició en septiembre de 2000 en el rancho “Bellavista”, municipio de El Mante. La baja rentabilidad del cultivo en esos años demandó la generación de la tecnología de fertirrigación, la cual permitió no solamente incrementar el rendimiento del cultivo de 60 a 180 t/ha, sino también ahorrar el 60% del agua de riego. Esta tecnología permite dosificar racionalmente macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos, insecticidas, herbicidas, ácido sulfúrico para alcanzar el pH~5.5 en suelos arcillosos de la región. Aunque la inversión inicial del sistema de fertirrigación es relativamente alta, la amortización del costo de la tecnología se logra en el primer corte de la caña o bien se puede distribuir en cinco años. La implementación de la tecnología requiere capacitación básica del personal de operación y mantenimiento del sistema de fertirrigación.



La tecnología de fertirrigación ha incrementado el potencial de rendimiento de las variedades comerciales de caña de azúcar en la región cañera del sur de Tamaulipas. En el estado, alrededor de 6500 familias cañeras, 4500 cortadores, 2500 jornaleros, 500 operadores y mecánicos y un gran número de prestadores de servicios en el sur de Tamaulipas han sido beneficiados. Los resultados obtenidos por esta tecnología, originaron una campaña nacional para incrementar el rendimiento de la caña de azúcar que culminó en la creación del Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (PRONAC). Actualmente, esta tecnología se ha implementado con éxito en una superficie estimada superior a 30 mil hectáreas de las regiones cañeras de Jalisco, Sinaloa, Morelos, Colima, Puebla, San Luis Potosí y norte de Veracruz.



**35** AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Mata, V.H. 2001. Proyecto de investigación, validación y transferencia de tecnología en el sur de Tamaulipas. Desplegable Informativa No. 3. INIFAP, Campo Experimental Sur de Tamaulipas. 2 p.

Mata, H.V., L.A. Rodríguez del Bosque, V.L. Rodríguez, M. y E. Vázquez G. 2014. Manejo integral de caña de azúcar. SAGARPA-INIFAP-UANL. 212 p.

\*Ex investigador del INIFAP

## COLMEX 94-8, NUEVO HÍBRIDO DE CAÑA DE AZÚCAR

**M.C. Arturo Vizcaíno Guardado\***, **Ing Marcelino Álvarez Cilva**,  
**M.C. Jeovani Cervantes Preciado**, Campo Experimental Tecomán.

El cierre del Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA), dedicado principalmente al desarrollo de variedades, provocó un desabasto de nuevos genotipos competitivos a nivel nacional. Derivado de esta situación, las áreas temporaleras de los estados productores ubicados en el Trópico Seco fueron afectados, ya que las variedades obsoletas tenían rendimientos promedio en campo menor a la media nacional (73 t/ha).

Derivado de esta situación, el INIFAP realizó la evaluación de nuevos materiales, de los cuales sobresalió la variedad ColMex 94-8 (Progenitores: L57-7 x SP 71-5574), registrada ante el SNICS como MEX 94-8 por el Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA). Este material fue transferido a

productores cañeros mediante demostraciones de campo y distribución de material vegetativo apto para su siembra. ColMex 94-8 es una variedad que presenta buen despaje, floración escasa, buen amacollamiento, tolerante a roya café, carbón; sin embargo, ha presentado susceptibilidad a mancha de ojo y raya roja; se adapta a altitudes entre los 0 y 1200 m; con rendimiento de hasta 110 t/ha de caña bajo un temporal mayor a 1100 mm anuales de precipitación y bajo riego alcanza 170 t/ha con un contenido de sacarosa en caña de 15%. En promedio, ha incrementado el rendimiento de caña de 20 a 30 t/ha y actualmente se cultiva en Jalisco, Colima, Michoacán y Veracruz en aproximadamente 2 mil hectáreas.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

- Cervantes-Preciado, J.F., J.C. García-Preciado, M.J. Bermúdez-Guzmán y A. Vizcaíno-Guardado. 2017. Tecnología de producción de caña de azúcar para el estado de Colima. Folleto técnico Núm. 16. INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, Cervantes-Preciado, J.F., J.C. García-Preciado, M.J. Bermúdez-Guzmán y A. Vizcaíno-Guardado. 2017. Tecnología de producción de caña de azúcar para el estado de Colima. Folleto técnico No. 16. INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 44 p.
- Cervantes P., J.F., A. Vizcaíno G., R. Miranda M., J.C. García P., H. Mata V., J.A. García S., J. Pérez M., F. Herrera C., M. Tapia V., A. Reyes C. y M.J. Bermúdez G. 2013. Producción de etanol en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en ocho entidades de México. Folleto Técnico No. 1 INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 44 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## MANEJO INTEGRADO DE BARRENADORES DEL TALLO EN CAÑA DE AZÚCAR

**Ing. Marcelino Alvarez Silva, M.C. José Concepción García Preciado,**  
Campo Experimental Tecomán;

**Dr. Francisco Pérez Domínguez, Dr. Hugo Ernesto Flores López,**  
Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.

En el occidente de México los barrenadores (*Diatraea* spp. y *Eoreuma loftini*) son una plaga de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar. Esta plaga causa daños entre 15 y 28% de entrenudos barrenados en las diferentes zonas cañeras de México, estudios realizados por el INIFAP en Jalisco y Michoacán permitieron identificar la dinámica poblacional de la plaga y cuantificar sus daños. En los resultados se observa que los barrenadores del tallo se mantienen presentes en el cultivo durante todo su ciclo vegetativo y reducen el rendimiento de caña entre 2 y 18 t/ha aun cuando se efectúan medidas tradicionales de control.



Por lo anterior, el INIFAP implementó actividades experimentales y documentales para el manejo integrado de la plaga que incluyen acciones preventivas y correctivas a partir del monitoreo del insecto, control biológico, etológico (trampeo), mecánico, mejoras al método de muestreo de la plaga, eficiencia en el manejo agronómico, uso racional de insecticidas y variedades tolerantes. En apoyo a la transferencia de la información obtenida el INIFAP realizó 10 eventos de capacitación, en los que participaron 150 productores y técnicos cañeros. Los impactos de la tecnología son: incremento del rendimiento de caña en 6 t/ha en promedio y 2.5 kg de azúcar por tonelada de caña, así como reducción del uso de insecticidas en 50% y por ende la contaminación ambiental con impacto potencial en al menos 60 mil hectáreas en el occidente de México, con un valor de 44.4 millones de pesos anuales.

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Pérez-Domínguez, J.F. y M. Álvarez-Cilva. 2004. Avances en el manejo de los barrenadores de la caña de azúcar en la Sierra de Amula, Jalisco. pp. 85-104. En: L.A. Rodríguez del Bosque., G. Vejar-Cota y E. Cortez-Mondaca (ed) Memorias Taller Internacional sobre barrenadores del tallo en caña de azúcar. Los Mochis, Sin. 104 p.

Álvarez-Cilva M., J.F. Pérez-Domínguez., H.E. Flores-López y J.C. García-Preciado. 2016. Paquete tecnológico para el manejo integrado de barrenador de tallo en caña de azúcar en el Occidente de México. Folleto Técnico No. 14. SAGARPA INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México 38 p.

---

## HÍBRIDOS DE COCOTERO RESISTENTES AL AMARILLAMIENTO LETAL

**M.C. Matilde Cortazar Ríos**, Campo Experimental Chetumal;  
**M.C. Feliciano Gerardo Balderas Palacios**, Campo Experimental Santiago Ixcuintla;  
**M.C. Felicitos Hernández Roque (†), Dr. Antonino Alejo Jaimes**, Campo Experimental Iguala;  
**M.C. Esteban Domínguez Castillo**, Campo Experimental Huimanguillo;  
**M.C. Humberto Carrillo Ramírez\*, M.C. Jaime Piña Razo\*, M.C. Víctor Serrano Altamirano\*,  
M.C. Manuel Enrique Ovando Cruz\*, M.C. Ramón Artemio Castillo González\*,  
M.C. Pablo Ruiz Beltrán\***

---

En 1977, se comenzó a detectar que las palmas de coco se estaban muriendo en el norte del estado de Quintana Roo; en 1982 se oficializó que la causa de la mortandad era la enfermedad del Amarillamiento Letal del Cocotero (ALC), provocada por el fitoplasma *Candidatus Phytoplasma palmae* 16SrIV-A, el cual es transmitido por el vector *Haplaxius crudus* Van Duzee. La mortal e incurable enfermedad fue de rápida dispersión, altamente devastadora y amenazó a la cococultura del país, por lo que fue considerada de prioridad nacional. El ALC provocó la muerte de más de 700 mil plantas del cocotero Criollo Alto del Atlántico en la Península de Yucatán y Golfo de México.



La investigación sobre el ALC data de 1984, en el extinto INIA, cuando se generó información básica sobre el vector, sus enemigos naturales, plantas hospederas, patrones de dispersión, pronósticos de impacto, diagnóstico y sintomatología de la enfermedad. Posteriormente, el INIFAP enfocó sus investigaciones hacia la formación de material genético resistente al ALC, creando infraestructura (huertas madre con la variedad Malayo Enano Amarillo y huertas padre con poblaciones seleccionadas de Criollos Altos de Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Colima), para iniciar en 1994 la formación intensiva de los híbridos de cocotero Enano x Alto, con la formación y distribución de más de 300 mil plantas a distintos productores de la Península de Yucatán, algunos estados del Pacífico e incluso a Belice. Los híbridos que formó y registró el INIFAP (Chactemal, Ordaz, Xcaret, Cancún, Donají) tienen el común denominador de haber sobrevivido en zonas afectadas por ALC en valores superiores a 90%, además de ser precoces y con rendimientos que casi triplican la producción que se obtenía con el Criollo Alto del Atlántico, cultivar altamente susceptible al ALC.

---

**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Carrillo, R.H., M. Cortázar R. y J. Piña R. 2000. Manual para el establecimiento de plantaciones comerciales con híbridos de cocotero. Folleto Técnico. INIFAP-CIRS, Campo Experimental Chetumal. México. Septiembre. 26 p.

Carrillo, R.H. y M. Cortázar R. 2004. Validación de híbridos de cocotero resistentes al amarillamiento letal en diferentes áreas agroecológicas de Quintana Roo. pp. 131-137. En: Libro científico Avances en la investigación agrícola, pecuaria, forestal y acuícola en el trópico mexicano. Veracruz, México. INIFAP-CP-ITA No. 18-ITMAR No. 1-UACH-UV.

\*Ex investigador del INIFAP.

# TECNOLOGÍA PARA LA POLINIZACIÓN EN OLIVO PARA INCREMENTAR PRODUCCIÓN EN EL CULTIVAR MANZANILLA

**M.C. Raúl Leonel Grijalva Contreras, M.C. Arturo López Carvajal,**

Campo Experimental Costa de Hermosillo;

**Dr. José Antonio Cristóbal Navarro Ainsa (†),** Campo Experimental Todos Santos.

El cultivar Manzanilla de olivo se encuentra plantado en 95% de la superficie de la región de Caborca, Sonora. La producción de este cultivar se destina a la elaboración de aceituna, por ser un producto preferido en el mercado internacional. El problema que presenta el cultivar en la región es la falta de autopolinización por presentar comportamiento de auto-infertilidad a consecuencia de la presencia de altas temperaturas (>32 °C), vientos calientes y baja humedad relativa (<50%) durante el periodo de floración, siendo la autofecundación de flores muy baja, por lo que se requiere de polen de un cultivar compatible o de la aplicación artificial de polen.

Para solventar el problema de polinización en Manzanilla, en la plantación se intercala un cultivar compatible como Barouni o bien se realizan aspersiones de polen en forma artificial del cultivar Sevillano al momento de la de floración. Al momento de la plantación de la huerta, se intercala el cultivar polinizador o en su defecto se injertan árboles adultos del cv. Manzanilla con yemas del cultivar compatible. El polinizador se ubica estratégicamente en un nivel de 8 a 10% del total de los árboles. La presente tecnología ha sido adoptada por cerca de 85% de los

productores y en una superficie aproximada de 1600 hectáreas; la cual ha permitido el incremento hasta en 100% la tonelada de acuerdo con el rendimiento de 4 a 8 toneladas por hectárea, lo que se ha traducido en una ganancia extra de 54 800 pesos por hectárea.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Grijalva-Contreras, R.L., A. López-Carbajal, J.A. C. Navarro-Ainsa y A. Fimbres-Fontes. 2010. El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. Folleto Técnico No. 41. INIFAP-CIRNO-CECH-CECAB, H. Caborca; Sonora. 100 p.

Grijalva-Contreras, R.L., R. Macías-Duarte, A. López-Carvajal, G. Martínez-Díaz, F. Núñez-Ramírez and F. Robles-Contreras. 2015. Supplemental pollination with different sources of pollen in olive (*Olea europaea* L) 'Manzanilla' under hot and arid environment. Annual Research & Review in Biology 7(6):363-369.

## PRODUCCIÓN INTENSIVA DE VAINILLA

Ing. Juan Hernández Hernández, Campo Experimental Ixtacuaco.

El principal sistema de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks.) en el mundo se caracteriza por usar una densidad de plantación baja, la cual es menor a 500 plantas por hectárea y tener un manejo del cultivo deficiente, principalmente el fitosanitario; razón por la cual su cultivo no es rentable y es poco atractivo, desde el punto de vista empresarial. Este sistema tradicional de producción se usa en el 90% de los vainillales de México, con un ingreso neto anual generalmente bajo, de 15 mil a 30 mil pesos por hectárea.

Ante esta situación, el Campo Experimental Ixtacuaco del INIFAP, ubicado en Tlapacoyan, Veracruz, desarrolló la tecnología "Producción intensiva de vainilla", durante el periodo de 1997 al 2002. Esta tecnología consiste en usar una densidad de plantación mayor, la cual puede ser de 5332 plantas por hectárea, seguido del tutor *Erythrina* spp. y mejores prácticas de cultivo: fertilización orgánica, manejo de plagas y enfermedades, regulación de sombra y encauzamiento de guías. Con este manejo se obtienen 1409 kg/ha, en plena producción del cultivo, lo que significa un incremento de 605%, con relación al rendimiento promedio nacional de 200 kg/ha. Adicionalmente a la cosecha de frutos, se pueden obtener 20 mil esquejes por año (material de propagación) en la misma unidad de superficie, que mejoran los ingresos del productor, cuando existe demanda de dicho material. Para transferir esta tecnología a los usuarios, se realizaron 89 eventos, entre demostraciones, cursos-talleres, pláticas y conferencias, donde participaron

2912 personas y, además, se capacitaron a 500 productores y 50 agentes de cambio de las regiones productoras de México y del extranjero. El impacto de esta tecnología es su adopción por 100 productores en una superficie de 25 ha del estado de Veracruz, con un impacto económico de 90 millones de pesos y generación de 37 mil jornales, durante el periodo 2002 a 2004. La relación Beneficio/Costo fue de 5:1; es decir que, por cada peso invertido se obtuvo una ganancia de cinco pesos. Esta rentabilidad se obtiene cuando los precios internacionales de este producto saborizante son altos. Asimismo, la vainilla coadyuva a la reforestación, en virtud de que se cultiva asociada con árboles vivos.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Hernández, H.J. 2005. Comparación de dos sistemas de producción intensiva de vainilla. Resultados Finales. p. 81-94. En: Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuicola en el Trópico Mexicano 2005. Libro Científico No. 2. INIFAP, UV, COLPOS, UACH, ITUG, ITV y UNAM. México.

Hernández, H.J. 2004. Tecnología para producir vainilla. p. 1-21. En: Memoria Técnica No. 12. INIFAP-CIRGOC, Campo Experimental Ixtacuaco. Tlapacoyan, Ver., México.

## AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN SUELOS VERTISOLES

M.C. Eduardo Aguirre Álvarez\*, Campo Experimental Las Huastecas.



La agricultura de conservación (AC) es el manejo integrado de recursos naturales agua, suelo, flora y fauna. Los componentes de la AC son: el tipo de labranza de suelo usando maquinaria dirigida y sembradoras de cero labranza, rotación y retención de residuos de cultivo. La compactación de suelos, bajo contenido de materia orgánica, producción en un ciclo de cultivo y bajos rendimientos fueron algunos de los problemas que se identificaron en la Planicie Huasteca Potosina. La tecnología de AC inició en 2002 en el Sitio Experimental Ébano del INIFAP, San Luis Potosí.

A corto plazo, el agricultor no solo incrementa a dos ciclos de cultivo por año en modalidad de temporal o riego, sino también reduce aproximadamente 60% en los costos de preparación mínima/nula del suelo. A largo plazo, la AC mejora las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo e incrementa el uso eficiente del agua por la retención de residuos de cultivo al nivel de la superficie. Las labranzas de conservación exitosas son:

1) cincel o multirrado en ciclo primavera-verano; y 2) labranza mínima o cero en ciclo otoño-invierno. Incluso, la labranza cero puede ser implementada en ambos ciclos. Para obtener rendimiento alto y beneficio a largo plazo, se recomienda usar semillas certificadas, optimizar el manejo, aplicación de riego, los fertilizantes químicos en diferentes fases del cultivo, controlar maleza, plagas y enfermedades y hacer un adecuado manejo de los residuos de los cultivos. Como implementos básicos, la tecnología de AC requiere de sembradoras de cero-labranza y trilladoras dirigidas con doble llanta. La adopción de la tecnología ha sido a través de parcelas de validación, cursos y demostraciones. La tecnología se usa con éxito por productores de la Huasteca Potosina, Veracruzana y Tamaulipeca en una superficie conjunta de 100 mil hectáreas. También, existe continua experimentación y divulgación de la tecnología en congresos y cursos o demostraciones. La tecnología de AC tiene potencial de incrementar en superficie y diversificar en cultivos en la región Huasteca.



Aguirre, A.E. 1999. Labranza mínima en los patrones de cultivo soya-maíz y soya-sorgo bajo riego en la Huasteca. Desplegable para Productores No. 3. INIFAP, Campo Experimental Ébano. 2 p.

Aguirre, A.E. 2008. Agricultura de conservación para producir sorgo, soya y cártamo bajo temporal en la Planicie Huasteca. Ficha Tecnológica Nueva. INIFAP, Sitio Experimental Ébano.

\*Ex investigador del INIFAP.

## AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN PARA EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

*Dr. Miguel Ángel Martínez Gamiño, Campo Experimental San Luis*

Desde la mecanización del campo, la manera tradicional de preparar el suelo para la siembra de cultivos agrícolas es mediante un barbecho y uno o dos pasos de rastra. Estas labores han contribuido a la degradación física, química y biológica del suelo. Esta degradación del suelo genera que cada año se reduzca la productividad de los suelos agrícolas. Existe un llamado de la FAO a generar alternativas que permitan reducir la degradación del suelo para hacer frente al cambio climático y a la demanda de alimentos a nivel global.

Se cuenta con información desde 1995 de lotes experimentales en donde se evalúan diferentes métodos de preparación del suelo. Desde 2012 se colabora con el CIMMYT en el programa MasAgro. Los resultados indican un mejoramiento en la calidad del suelo con agricultura de conservación (AC), en la cual, la porosidad se incrementó 94.6%, disminuyó la densidad aparente, se incrementó 100%

la infiltración del agua y la dureza del suelo no restringió el desarrollo del cultivo, como si ocurrió en el tratamiento tradicional de barbecho más rastra (B+R). El aporte anual de materia orgánica al suelo con AC fue de 1.57%, mientras que con la práctica tradicional de B+R fue de solo 0.109%. Actualmente, esta tecnología se emplea en 10 mil hectáreas en el Altiplano y Zona Media de San Luis Potosí, beneficiando a más de 2 mil pequeños productores. La AC ha reducido en más de 50% los costos de preparación del suelo en condiciones de temporal y ha permitido lograr rendimientos de hasta 12 t/ha de maíz de riego en Villa de Reyes, San Luis Potosí. Como apoyo a la transferencia de esta tecnología, el INIFAP en San Luis Potosí ha capacitado a cerca de 6 mil productores y técnicos mediante demostraciones, cursos y talleres. La AC ha permitido tener una relación Beneficio/Costo de 2.74 contra 1.01 del barbecho más rastra.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Martínez-Gamiño, M.A., y E.S. Osuna-Ceja. 2017. Impacto de la agricultura de conservación en propiedades físicas del suelo y rendimiento de la rotación maíz-avena/triticale forrajero de riego. Folleto Técnico No. 48. CIRNE-Centro Experimental San Luis. 33 p.

Martínez-Gamiño, M.A., E.S. Osuna-Ceja y C. Espinosa-Ramírez M. 2019. Impacto acumulado de la agricultura de conservación en propiedades del suelo y rendimiento de maíz. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 10(4):765-778.

## MILPA INTERCALADA CON ÁRBOLES FRUTALES (MIAF): SISTEMA CONSERVACIONISTA MULTIPROPÓSITO PARA SUELOS DE LADERA

**Dr. Néstor Francisco Nicolás (f), Dr. Antonio Turrent Fernández**, Campo Experimental Valle de México; **M.C. Andrés Zambada Martínez\***, Campo Experimental Cotaxtla; **Dr. José Isabel Cortés F.**, Colegio de Postgraduados.



Del área dedicada a cultivos anuales en el país, 61% se encuentra ubicado en pendientes mayores a 4%. Asimismo, 80% del territorio nacional muestra algún grado de erosión; de este total, 42% de los suelos han perdido de 25 a 75% de su capa arable. Para coadyuvar al desarrollo tecnológico de las pequeñas unidades de producción y tomando en cuenta los elementos centrales del paradigma de la “milpa”, el INIFAP y el Colegio de Postgraduados desarrollaron la tecnología Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF). Este sistema agrofrutal consiste en combinar cultivos, como maíz, leguminosas comestibles u otra especie anual comercial de porte bajo con árboles frutales; las especies anuales se establecen en hileras intercaladas en micro-rotación anual.

El sistema MIAF se estableció en el módulo “Productivo Conservacionista Antonio Turrent Fernández” ubicado en suelos de laderas de los Tuxtla, Veracruz, hace 17 años. El sistema

tiene los siguientes beneficios, con relación al monocultivo de maíz: disminución del escurrimiento superficial (30% a 12%), control de la erosión hídrica (146 a 2 t/ha por año), disminución de pérdida de nutrientes en escurrimientos superficiales (N 73.4%; P 49.1%; K 49.3%; Ca 82.8% y Mg 76.1%), incremento de la eficiencia relativa de la tierra (1 a 1.96), incremento de la productividad (4.12 a 4.95 t/ha de maíz); además se incrementa la captura de carbono (0.87 - 1.85 t/ha por año) y se aumenta el ingreso de las familias campesinas hasta en tres salarios mínimos. El sistema MIAF ha sido promovido por varias Agencias de Desarrollo Rural (ADR) dentro del Programa de Seguridad Alimentaria PESA-FAO-SAGARPA y por el Programa Sembrando Vida, donde están inscritos 229 mil productores en 404 mil hectáreas de MIAF y Sistemas Agroforestales, principalmente en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Estado de México y Puebla.

 45 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Cortés, J.I., A. Turrent F., P. Díaz V., E. Hernández R., R. Mendoza R. y E. Aceves R. 2005. Manual para el establecimiento y manejo del Sistema Milpa Intercalado en Árboles Frutales (MIAF) en laderas. Colegio de Postgraduados. Puebla, México.

Francisco, N.N., A. Zambada M., A. Turrent F., J.I. Cortés F. y E.N. Becerra L. 2010. El sistema agroforestal milpa intercalada en árboles frutales: innovación para el pequeño productor de laderas. Folleto para Productores No. 15. Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. Medellín de Bravo, Veracruz. 40 p.

\*Ex investigador del INIFAP

# ESQUEMA DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

*M.Sc. Walter López Báez, M.C. Roberto Reynoso Santos, M.C. Jaime López Martínez, Dr. Robertony Camas Gómez, Dr. Bernardo Villar Sánchez,*

Campo Experimental Centro de Chiapas.

El INEGI y CENAPRED reportaron que entre 1980-1999 los fenómenos meteorológicos cobraron alrededor de 700 vidas humanas y costaron cerca de 700 millones de dólares anuales. En Chiapas, el huracán “Stan” ocurrido en 2005 generó daños por 10 mil millones de pesos. Estos daños se acentúan en cuencas con orografía accidentada y deterioradas por una inadecuada administración de sus recursos, especialmente en sus partes altas. En comparación con la intervención tradicional del sector, la metodología que aquí se presenta, permite atender de manera integral los problemas meteorológicos con ahorro de hasta el 50% de recursos económicos.

La estrategia consiste en una metodología para la adaptación al Cambio Climático (CC) sustentada en: a) la gestión integrada y articulada del desarrollo en el territorio, reconociendo que el CC afecta todas las áreas de la vida humana no puede atenderse con acciones sectoriales aisladas y dispersas; b) el uso de la cuenca hidrográfica como la unidad de planificación y acción; c) un proceso de planificación que incluye las necesidades familiares, los medios de vida, la base de recursos naturales, la oferta de servicios ambientales y las afectaciones del CC en la cuenca; d) el desarrollo de capacidades de la población, para posibilitar el desarrollo basado en la acción colectiva, el interés común y la participación organizada y; e) un mecanismo de financiamiento público-privado que garantice la continuidad de las acciones en el tiempo. La metodología generada en 2015

tiene aplicación estatal y en todo el país, sobre todo en cuencas importantes en la provisión de servicios ecosistémicos que presentan problemas de deterioro y mayor frecuencia de desastres por derrumbes e inundaciones. En 2018 se adoptó por el Fondo de Conservación “El Triunfo” y por The Nature Conservancy, para su aplicación en la cuenca del Río Zanatenco del municipio de Tonalá; en la microcuenca “La Suiza” y la cuenca del Río Los Gatos del municipio de Montecristo de Guerrero, Chiapas.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

López, B.W., R. Reynoso S. 2016. Manejo integral del paisaje para la adaptación al cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas, México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 7(8):233-239.

López, B.W., R. Reynoso S., A. Mandrí R., A. Rivera C., A. Hernández Y. y M. Morales R. 2017. Manejo integrado del paisaje bajo un entorno de cambio climático en comunidades de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Libro Técnico No. 13. ISBN: 978-637-37-736-7, Campo Experimental Centro de Chiapas.

## PLATAFORMA IRRIMODEL® PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL SERVICIO DE RIEGO

*M.C. Ernesto Sifuentes Ibarra, M.C. Jaime Macías Cervantes,*  
Campo Experimental Valle del Fuerte.



La alta competencia por el agua, las sequías recurrentes, la intensificación de la variabilidad climática y las bajas eficiencias en el uso del agua de riego son problemas constantes que tienen que enfrentar cada año instituciones, organismos y productores agrícolas en las zonas de riego de México, poniendo en riesgo la rentabilidad de sus cultivos y la conservación de los recursos naturales. De acuerdo a datos oficiales, la eficiencia global de los Distritos de Riego en estas zonas es 33.9% (en ocasiones alcanza 21%); es decir, de cada 100 L de agua que salen de la fuente de abastecimiento, solo 33.9 L se aprovechan, el resto se pierde por escurrimiento, percolación y evaporación, arrastrando suelo, fertilizantes móviles y algunos contaminantes. Esto se debe a una deficiente gestión del servicio de riego: planeación, entrega, seguimiento y evaluación.

En el año agrícola 2009-2010 se desarrolló la plataforma computacional por internet IRRIMODEL®, capaz de operar bajo escenarios de disponibilidad hídrica normal, restringida

y de variabilidad climática. En ese año se aplicó en más de 3 mil hectáreas de papa, lo que contribuyó a mejorar significativamente la productividad y calidad de tubérculos. Durante el ciclo otoño-invierno 2010-2011 se incorporaron maíz y frijol, y se logró en el primero eficiencias de riego del 70% en riego por gravedad y hasta 95% en goteo, con ahorros de agua de 1800 a 4000 m<sup>3</sup>/ha e incrementos de rendimiento de 15% (1 500 kg/ha) en gravedad y de 40% (4000 kg/ha en goteo) con respecto al método tradicional. En frijol se aplicó bajo riego por goteo y gravedad, con eficiencias similares a maíz, pero con mayor impacto en rendimientos. En el ciclo 2011-2012 y 2012-2013 bajo escenarios de sequía, la plataforma se adecuó para su aplicación a nivel módulo de riego, lo que logró apoyar 70% de la superficie de maíz con ahorro de agua de 1600 m<sup>3</sup>/ha sin reducción del rendimiento. Del 2013 al 2019 se ha continuado con la mejora de la plataforma e incorporado nuevos cultivos como nogal pecanero en el sur de Sonora, para usarse a nivel regional y nacional.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Sifuentes-Ibarra, E. y J. Macías-Cervantes. 2015. "IRRIMODEL" Programación integral y gestión del riego a través de internet, manual del usuario, Versión 2.0. Publicación Especial No. 14. INIFAP-CIRNO-CEVAF. 36 p.

Sifuentes, I.E., W. Ojeda B., V.M. González C., D. Salinas V. y G. Quintana J. 2016. Gestión del riego enfocada a variabilidad climática en el cultivo de papa: aplicación al Distrito de Riego 075, Río Fuerte, Sinaloa, México. Tecnología y Ciencias del Agua, Vol. VII. No. 2, marzo-abril de 2016. ISSN 0187-8336. Morelos, México. 149-168 pp.

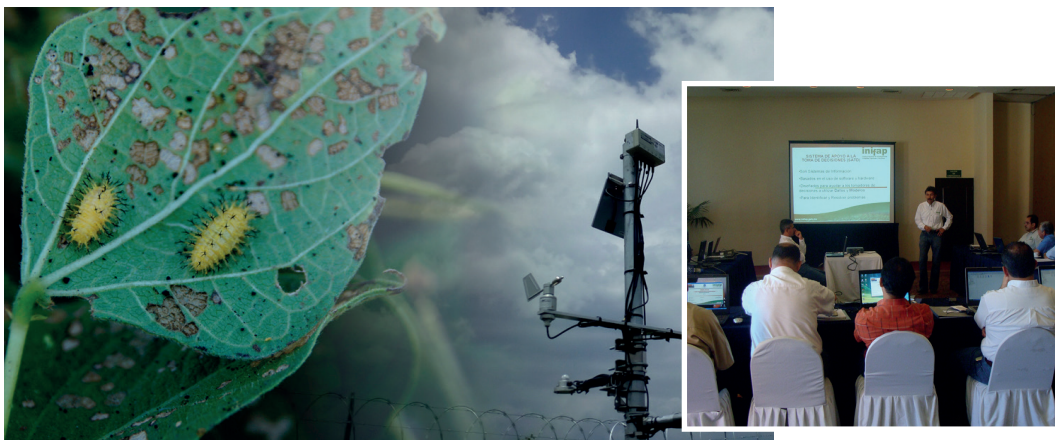
## SISTEMA DE ALERTA FITOSANITARIA DEL ESTADO DE GUANAJUATO

*Dr. Juan Ángel Quijano Carranza*, Campo Experimental Bajío.

A instancias de las autoridades federales y estatales en materia de sanidad vegetal, en 2003 el INIFAP desarrolló en Guanajuato el primer Sistema de Alerta Fitosanitaria del país (SIAFEG), el cual tenía como objetivo fortalecer la planeación y operación de las campañas fitosanitarias en el estado. El SIAFEG es un sistema de información en el que se integran datos meteorológicos en tiempo real, una base de datos sobre los requerimientos de los organismos dañinos (OD) y modelos de simulación de la dinámica poblacional de los OD.

Las aportaciones del SIAFEG a las campañas fitosanitarias fueron: 1) una metodología para el análisis de riesgo fitosanitario que permitió eficientar la planeación de las campañas y priorizar sus acciones en función del mismo; 2) una metodología para el análisis continuo de la interacción entre el OD, el cultivo y las condiciones

meteorológicas, la cual es la base para la emisión de boletines de alerta que son utilizados por los técnicos de las campañas para orientar su actividad de monitoreo físico y soporte técnico a los productores. La estrategia del SIAFEG se difundió a través del sitio Web: [www.siafeg.org.mx](http://www.siafeg.org.mx), además se compartió vía talleres de capacitación con los Comités de Sanidad Vegetal de todo el país y apoyó el establecimiento de Sistemas de Alerta en Morelos, Zacatecas, Sonora, Hidalgo y Tlaxcala. De igual forma se apoyó al SENASICA en diferentes estrategias de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. El SIAFEG inició en 2003 con la vigilancia de tres problemas fitosanitarios y en 2011, cuando ya se abordaban más de 20 problemas fitosanitarios se transfirió completamente al Comité Estatal de Sanidad Vegetal del estado de Guanajuato, el cual lo mantiene en operación hasta la fecha.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

García, L. M.L, J.A. Quijano C. y R. Paredes M. 2003. Estrategia Interinstitucional para generar un sistema de alerta fitosanitaria en Guanajuato. Memoria del Simposio Binacional de modelaje y sensores remotos en Agricultura México-USA. INIFAP-SAGARPA.

Quijano, C. J.A. y R. Rocha R. 2011. Sistema de alerta fitosanitaria del estado de Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato México. Folleto Técnico No. 10.

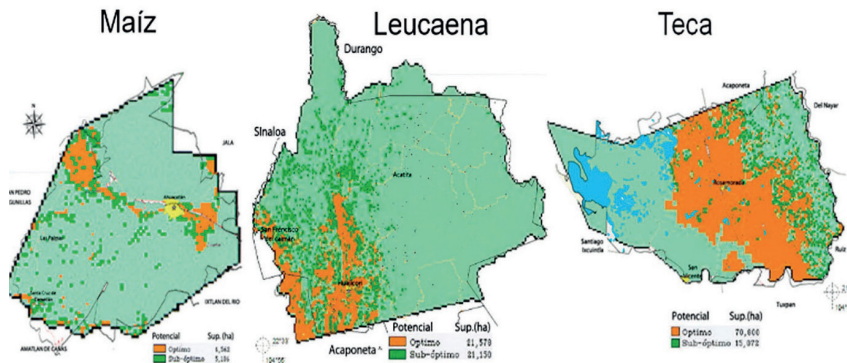
# POTENCIAL PRODUCTIVO DE ESPECIES VEGETALES POR MUNICIPIO EN NAYARIT

**Dra. Irma Julieta González Acuña, M.C. Arturo Álvarez Bravo,**  
 Campo Experimental Santiago Ixcuintla;  
**Dr. José Ariel Ruiz Corral\*.**

Desde hace dos décadas, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas para argumentar decisiones en el sector agropecuario e incrementar su productividad en el campo. La principal demanda de las políticas agrícolas ha sido estrategias que fortalezcan y reordenen el uso del suelo, con base en las ventajas comparativas ambientales que tiene el país. Así, surgió la necesidad de ubicar las zonas más aptas para cultivos tradicionales y alternativos por oportunidades de mercado, menos riesgos de producción, aumento de rendimiento y conservación de recursos.

A raíz del auge de los SIG, el INIFAP en Nayarit integró un banco de datos de clima y suelo, y

generó tecnología municipal para contrastar lo que ofertan las condiciones ambientales y los requerimientos de especies vegetales de uso agrícola, pecuario o forestal para ubicar áreas con potencial competitivo, rentables de manera sustentable, o reconvertir las no aptas. Se benefician los productores al establecer sus cultivos con mayores probabilidades de éxito. La tecnología se transfirió mediante conferencias, cursos, congresos y 20 publicaciones digitales, una por municipio en [cesix.inifap.gob.mx/potencial/nombre-del-municipio.pdf](http://cesix.inifap.gob.mx/potencial/nombre-del-municipio.pdf). Los mapas generados han sido utilizados por tomadores de decisiones y agentes de cambio, en la reconversión y diversificación de cultivos en la mayoría de los municipios de la entidad, durante 2002-2018.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

González, A., I.J., J.A. Ruiz C., R.A. Martínez P., K.F. Byerly M., L. Mena H. y J.A. Osuna G. 2002. Determinación del potencial productivo de especies vegetales para el municipio de Santiago, Ixc., Nayarit. Folleto de Investigación No. 12. INIFAP, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. 56 p.

González, A., I.J., J.A. Ruiz C., R.A. Martínez P., K.F. Byerly M., L. Mena H. y J.A. Osuna G. 2002. Determinación del potencial productivo de especies vegetales para el municipio de Tepic, Nayarit. Folleto de Investigación No. 18. INIFAP, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. 64 p.

\*Ex investigador del INIFAP.

## ESCUELAS DE CAMPO, MODELO DE CAPACITACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO PARA COMUNIDADES INDÍGENAS

*Dr. Mariano Morales Guerra*, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.

La capacitación y transferencia de tecnología, así como el extensionismo rural mexicano, presentan deficiencias administrativas y metodológicas, ya que persiste el pago inoportuno a los extensionistas, lo que anula cualquier intento de mejora tecnológica en el campo mexicano y no se prepara al personal técnico para trabajar con personas de edad avanzada, baja escolaridad o de comunidades indígenas.

En este contexto, el INIFAP desde el 2000, ha trabajado en la adecuación del método de Escuelas de Campo, para capacitar a productores adultos, de escasa escolaridad y hablantes de idiomas originarios. El modelo se refiere al proceso de capacitación de los promotores y promotoras en tres momentos: a) teoría; b) práctica; y c) reflexión, aprender-haciendo. Después, cada promotor o promotora réplica la sesión con su grupo de trabajo, con el apoyo del técnico, quien realiza un recorrido de acompañamiento en las parcelas de los productores para verificar la aplicación de los componentes tecnológicos que se promueven en las sesiones de escuelas de campo y réplicas, y en caso, apoyar a los productores en su aplicación. El modelo continúa con la siguiente sesión de Escuela de Campo para promotores y promotoras. El modelo ha sido aplicado en comunidades indígenas de los estados de Chiapas, Veracruz, Yucatán y Guerrero; en

programas gubernamentales como el Programa de Incremento a la Producción de Maíz y Frijol (PIMAF) en Guerrero, el Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA) y el Proyecto Protierras de la FAO en Oaxaca. Respecto a la adopción de tecnologías con el método de Escuelas de Campo, en estudios realizados en la región Mazateca de Oaxaca, se documentó hasta 62% la adopción de los componentes tecnológicos promovidos.



**35** AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Orozco, CS. 2008. Escuelas de campo y adopción de tecnología en agricultura de laderas. Tesis de doctorado en ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, 217 p.

Morales, G.M., C.A Hernández G. y R. Vásquez O. 2015. Escuelas de campo. Un modelo de capacitación y acompañamiento técnico para productores agropecuarios. Folleto técnico No. 48. INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Dgo. Barrio Bajo, Etlá. Oaxaca. México. 37 p.

Vásquez, OR., D.H. Noriega C., M. Morales G, J. Martínez S., E. Salinas C. y J.R. Contreras H. 2019. Producción de hortalizas bajo escuelas de campo para la superación de la pobreza. Agroproductividad 12(6):49-55.

## TRANSFERENCIA Y ADOPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO TIPO VÁLVULA ALFALFERA

**M.C. Gerardo Delgado Ramírez, Dr. Juan Estrada Ávalos, CENID RASPA;  
M.C. Carlos Efrén Ramírez Contreras\*, Dr. Carlos Hernández Yáñez\*.**



Esta tecnología surge de una modificación del sistema de riego “multicompuertas”, el cual presenta pérdidas de conducción, dificultades en la operación y mantenimiento. Para incrementar la eficiencia global de riego hasta 80%, en el 2000 se inició la transferencia del sistema de riego tipo “válvulas alfalferas” en la Región Lagunera de Coahuila y Durango. Este sistema integra el diseño hidráulico con el de riego superficial (largo, ancho y pendiente de la melga), además de las variables caudal disponible, tipo de cultivo, textura de suelo, topografía y superficie de riego, entre otros.

Este sistema tiene las siguientes ventajas: ahorra 30% de agua en comparación al riego superficial, su eficiencia potencial es de hasta 80%, ahorra 15% de energía eléctrica y requiere menor mano de obra para su operación. Solo una persona por turno opera el sistema, mientras que el sistema tradicional requiere dos.

Del 2000 a la fecha, el sistema de válvulas alfalferas se ha implementado en alrededor de 25 mil hectáreas, solo en la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango. Si bien al sistema se le conoce como “válvulas alfalferas”, también se utiliza en la producción de maíz forrajero, sorgo forrajero, algodón, nogal y melón, entre otros. En las unidades de producción de leche, el sistema permite reutilizar el agua del establo (sala de ordeña), para riego sin requerir equipos de filtrado.

Evaluaciones realizadas indican que, además de elevar la eficiencia de riego y la productividad del agua, también disminuye los costos, incrementa la producción de los cultivos y aumentan los ingresos hasta en 25 mil pesos/ha en la producción de alfalfa. Con base en los costos de producción de 2018, en la región subieron los ingresos de los productores a 625 millones de pesos.

AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Estrada, A.J., G. Delgado R. 2012. Los sistemas de riego tipo Válvula Alfalfera en la Región Lagunera. Sector Agrícola y Ganadero. Revista Oficial de la Cámara Agrícola y Ganadera de Torreón y de la Unión Ganadera Regional de la Laguna. Año 1; No. 5. Torreón, Coahuila, México. Febrero 2012. pp. 8-9.

Delgado, R.G., J. Estrada A., R. Trucíos C., M. Rivera G., E.A. Catalán V. 2013. Metodología para la evaluación de la eficiencia global del riego en sistemas tipo válvulas alfalferas: caso Región Lagunera. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. UACH. México. 2013. pp. 3-6.

\*Ex investigador del INIFAP.

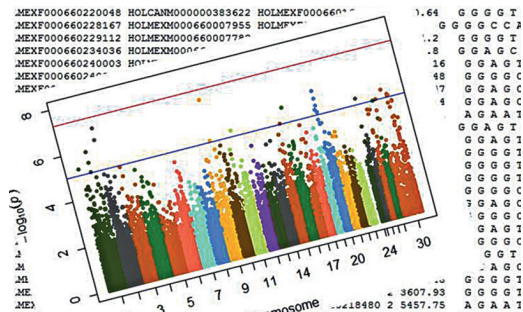
# MEJORAMIENTO GENÉTICO DE GANADO HOLSTEIN PRODUCTOR DE LECHE BASADO EN EVALUACIONES GENÉTICAS Y GENÓMICAS

*Dr. Felipe de Jesús Ruiz López, Dra. Adriana García Ruiz,*

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.

La producción de leche en México es un sector dinámico que ha duplicado su volumen en los últimos 30 años alcanzando los 12 275 millones de litros en 2019. Para hacer más sustentable esta producción, era necesario mejorar la productividad por vaca con el apoyo de un sistema de evaluación genético nacional con el que no se contaba y que originaba que los productores realizaran sus evaluaciones genéticas para producción de leche en el extranjero. A partir de 1991, el INIFAP inició estudios para evaluar y apoyar los programas de mejoramiento genético que culminaron en el desarrollo de un sistema de evaluaciones genéticas nacionales que permitió incluir características de calidad de leche y de conformación por primera vez en México, donde se evaluaron porcentajes y kilogramos de grasa, así como de proteína y 15 características de conformación ligadas a la productividad y longevidad del ganado lechero en México.

Los trabajos del INIFAP permitieron beneficiar de manera directa a más de 500 productores criadores de ganado Holstein participantes, en ese entonces, en el Programa Nacional de Mejoramiento Genético, y han contribuido de manera importante al desarrollo del sector que ha incrementado anualmente en 153 kg la producción de leche por vaca desde 1990. Asimismo, estos trabajos han permitido incorporar información genómica a los procesos de evaluación genética, que proporciona a los productores la posibilidad de contar con estimaciones del potencial genético de su ganado durante los primeros meses de vida, con lo que se podrán reducir de manera importante los costos de crianza de los establos, sin sacrificar su mejoramiento genético y productividad. Las evaluaciones genéticas mexicanas cuentan con el reconocimiento del Centro Internacional de Evaluación de Sementales (INTERBULL).



## 35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

García-Ruiz, A., F.J. Ruiz-López y S.I. Román-Ponce. 2014. Efecto de incluir información genómica en los procesos de evaluación genética de la población Holstein de México. Congreso Panamericano, Querétaro, Qro.

Ruiz-López, F.J., A. García-Ruiz y G.J. Martínez-Marín. 2019. ¿Qué Toro? Evaluación Genética semestral de toros y vacas Holstein para producción de leche, conformación y longevidad. Estudio No. 58. INIFAP-CENID-FyMA. Querétaro, México. 164 p.

## UTILIZACIÓN DE VACAS CRUZADAS PARA LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE CARNE DE BOVINO

**Dr. Vicente E. Vega Murillo, Dr. Ángel Ríos Utrera,** Campo Experimental La Posta;  
**Dr. Moisés Montaña Bermúdez,** Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.

A principios de los ochenta, cuando la mayoría de los ganaderos del trópico mexicano usaban vacas cebú en la producción de becerros para la engorda, se inició un proyecto de caracterización de germoplasma bovino para carne que incluyó cruzamientos de Angus, Hereford, Charolais y Suizo Pardo con hembras Indobrasil y Brahman, con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de hembras cruzadas F<sub>1</sub> *Bos taurus* x *Bos indicus* y Brahman.

Los resultados mostraron que la utilización de vacas F<sub>1</sub>: Angus, Hereford o Suizo Pardo x Cebú: 1) aumentó en 21 unidades el porcentaje

de destete; 2) se incrementó en 7% el peso al destete de los becerros; 3) disminuyó en 3% el periodo que comprende del inicio del empadre al parto; 4) aumentó tres años la vida productiva de las vacas; 5) disminuyó la edad al primer parto de las vaquillas cruzadas en 30% con respecto a las Brahman; y 6) incrementó en 40% la ganancia diaria de peso del destete al año de edad y en 16% el peso al año de edad de las crías. Con el uso de vacas cruzadas se aumentó el destete en 25% y el peso al destete en 30 kg. Actualmente, más de 20 mil productores del trópico húmedo y seco de nuestro país utilizan vacas cruzadas para producir becerros para engorda.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Ríos, U.Á., V.E. Vega M., M. Montaña B., J. Lagunes L. y J.V. Rosete F. 1996. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman, Indobrasil y cruza F<sub>1</sub> Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x cebú y peso al destete de sus crías. Tec. Pecu. Méx. 34 2: 20-28.

Vega, M. V.E., A. Ríos U., M. Montaña B., J. Lagunes y R. Calderón R. 1996. Comportamiento productivo hasta el destete de vacas cebú apareadas con sementales *Bos taurus* y *Bos indicus*. Tec. Pecu. Méx. 32 2:12-19.

## CALENDARIO SANITARIO EN BOVINOS DE PASTOREO

*Dr. Antonio Cantú Covarrubias\**, Campo Experimental Las Huastecas.

Uno de los problemas que afectan seriamente la producción de carne de bovinos en pastoreo en la región noreste de México es la presencia de enfermedades infecciosas, así como de parásitos externos e internos. Las altas prevalencias de enfermedades causadas por virus, bacterias y parásitos, por ejemplo la leptospirosis con un rango de 40 a 70%, Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR) y Diarrea Viral Bovina (BVD) con un rango de 35 a 50%, y parasitosis internas con un 40% en bovinos de pastoreo; causan pérdidas directas e indirectas en las explotaciones ganaderas, ya que se tienen altos porcentajes de mortalidad, baja ganancia de peso, bajos índices reproductivos, mal desarrollo de los animales y altos costos por concepto de control sanitario.

A partir de los estudios llevados a cabo por el INIFAP, se implementó un calendario sanitario regional que incluye las principales actividades sanitarias en tiempo y forma a través del año, para prevenir y controlar las enfermedades más importantes, lo que redujo las pérdidas en las diferentes etapas de la producción. La aplicación de este calendario sanitario ha contribuido a incrementar las ganancias en peso de toretes en desarrollo bajo condiciones de pastoreo, en un rango de 20 a 27 kg en un periodo de 120 días, reducir hasta en 70% los problemas infecciosos en el hato ocasionados por neumonías, diarreas, clostridiasis, entre otras y en 40% la presencia de enfermedades infecciosas reproductivas como leptospirosis y brucelosis. Esta tecnología se ha utilizado en al menos 800 mil cabezas de ganado cada año, en los estados de Tamaulipas y Nuevo León.



 35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Cantú, C.A. 2007. Manejo sanitario. En: Memoria del XV Día del Ganadero. Manejo integral de la unidad demostrativa de bovinos carne. Publicación Especial No. 21. INIFAP, Sitio Experimental Aldama. 22-26 p.

Cantú, C.A. 2017. Manejo sanitario en bovinos en pastoreo. IV Congreso Mundial de Ganadería Tropical 2017. Tampico, Tamaulipas. 88-90 p.

\*Ex investigador del INIFAP

## CONTROL INTEGRADO DE LA GARRAPATA EN BOVINOS

Dr. Antonio Cantú Covarrubias\*, Campo Experimental Las Huastecas.

La mayoría de los ganaderos en el noreste de México realizan baños de inmersión o aspersión para el control de garrapata cada 15 días. Sin embargo, se tiene un rango de 40 a 60% de resistencia en las poblaciones de garrapata a los ixodíctidos y de 30 a 70% de prevalencia de piroplasmosis/anaplasmosis. Lo anterior ha provocado altos costos en el control del parásito, transmisión de enfermedades y reducción en la producción de bovinos en pastoreo, aunado a las restricciones sanitarias para la exportación de becerros. Por lo tanto, existe la necesidad de implementar un control integrado con diferentes tratamientos, que permita reducir las pérdidas de cabezas por altas infestaciones de garrapata, la resistencia a los productos utilizados comúnmente para su control y el incremento de la relación Beneficio/Costo.



Con las investigaciones realizadas por el INIFAP se generó un programa integrado para el control de la garrapata. La tecnología consiste en la aplicación de cuatro vacunas de Bm86; las cuales, se aplican el primer año a los 0, 30, 60 y 120 días y después vacunar cada seis meses, más ivermectina al 3.15% en los meses cuando los niveles de infestación son más altos (abril y octubre). Además, aplicar baños de amitraz o coumafos cada 30 o 45 días y contar el número de garrapatas en los animales cada 15 y 21 días, con un umbral de 35 garrapatas por lado para la aplicación del tratamiento. Con esta tecnología se logró reducir el costo por control de la garrapata en 30%. También disminuyó la resistencia a los ixodíctidos y se incrementó la vida útil de esos productos. Las enfermedades infecciosas se redujeron en 40%. Las ganancias de peso fueron de 40 kg del nacimiento al destete y de 30 a 60 kg del destete a los 18 meses. Este manejo se utiliza en aproximadamente 400 mil cabezas cada año, en el centro y sur de Tamaulipas y el norte de Veracruz.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Cantú, C.A. y Z.S. García V. 2013. Estrategias para el control integrado de garrapata (*Boophilus* spp.) en la producción de bovinos de carne en pastoreo. Folleto Técnico No. 36. INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas. 38 p.

Cantú, C.A. 2015. Situación, resistencia, métodos integrados y alternativas en el control de garrapata *Boophilus* spp. II Congreso Mundial de Ganadería Tropical 2015. Tampico, Tamaulipas. pp. 137-155.

\*Ex investigador del INIFAP.

# IDENTIFICACIÓN DE BOVINOS TUBERCULOSOS ANÉRGICOS MEDIANTE UN ENSAYO INMUNOENZIMÁTICO

**Dr. Fernando Díaz Otero, M.C. Laura Jaramillo Meza,**

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad.

La tuberculosis bovina es una enfermedad crónica producida por *Mycobacterium bovis*, considerada uno de los principales problemas de salud animal en los sistemas bovino-leche, además de ser una enfermedad zoonótica. Durante su evolución, diferentes mecanismos inmunes se desarrollan para tratar de contenerla; con base en esta dinámica de respuesta inmune, es explicable que la prueba de tuberculina, principal herramienta diagnóstica utilizada para el control de la enfermedad, no logra identificar animales comúnmente conocidos como anérgicos en aquellos animales en estados avanzados de la enfermedad.

La eliminación de bovinos seropositivos a la prueba inmunoenzimática ligada a enzimas (ELISA) en los hatos lecheros evaluados, a la par con la aplicación de la prueba de la tuberculina, pertenecientes a los municipios de Tizayuca y Tulancingo, Hgo., y los municipios de Ixtlahuaca y Zumpango del Estado de México, se redujo la incidencia de la enfermedad en 70% durante el periodo de 2012-2015. El monitoreo de detección oportuna de bovinos tuberculosos, mediante el empleo de ambas pruebas diagnósticas, se manejó conjuntamente con el establecimiento de medidas de bioseguridad, consiguiendo la disminución de casos clínicos y la eliminación de vacas anérgicas. Como apoyo a la transferencia de esta tecnología se han realizado alrededor de 20 eventos de difusión, cursos, conferencias,

atención a los agentes de cambio, entre otros. El impacto económico de esta tecnología transferida y adoptada en el Laboratorio de Pruebas Diagnósticas y de Salud Animal del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hgo., se estima en alrededor de un millón de pesos por año, debidas a la disminución de casos e incremento en los parámetros productivos.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Díaz, O.F. y Meza, J.L. 2012. Tuberculosis bovina de Roberto Koch a nuestros días. Libro Científico No. 1, ISBN: 978-607-425-922-3. INIFAP-CENID-Salud Animal e Inocuidad. 160 p.

Díaz, O.F., Meza, J.L., Milian, S.F. Hernández, A.L. 2014. Seroprevalencia y factores de riesgo asociados a la tuberculosis bovina. En: Estudios de Zoonosis cambio climático y sociedad. ISBN 978-607-00-8502-4. Editado por la UAEM.

## CONTROL DE LA TUBERCULOSIS BOVINA MEDIANTE EL EMPLEO DE LA VACUNA BCG de *Mycobacterium bovis*

**Dr. Fernando Díaz Otero, M.C. Laura Jaramillo Meza,**

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria de Salud Animal e Inocuidad.

La tuberculosis bovina (Tbb) es una de las enfermedades más importantes en los sistemas producto bovino-leche. Su presencia ocasiona grandes obstáculos, ya que limita la comercialización del ganado y sus subproductos entre regiones del país y al exterior. Sobre todo, en algunas zonas geográficas, donde las prevalencias pueden alcanzar más de 50%. La estrategia de control de eliminación o segregación de los animales reactivos para el control de la enfermedad en hatos de alta prevalencia, no es redituable para los productores. Por lo que la vacunación contra la enfermedad actualmente es la mejor opción.

La vacuna Bacillus Calmette-Guerin (BCG) ha demostrado a nivel de campo reducir la incidencia y prevalencia de la enfermedad en los hatos en los que se ha aplicado; al respecto, se ha registrado que, en vacas de producción con una prevalencia inicial de 70%, esta ha disminuido 35%; mientras que, en la becerrada la incidencia es de alrededor de 1%, lo que se traduce en incrementos en producción de leche y ganancia de peso. Esto se ha logrado estableciendo un programa permanente de vacunación en las nacencias. En apoyo a la transferencia y adopción de esta tecnología se han realizado más de 15 eventos de difusión, cursos, conferencias y atención a agentes

de cambio. Desde el año 2017, el impacto económico de este programa de vacunación en hatos del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hidalgo, se estima en alrededor de tres millones de pesos por año, debido a la disminución de casos e incremento en la producción de leche, ganancia de peso, además de que se ofrecen derivados lácteos de calidad e inocuos para el consumo humano.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Corona-Gómez, L., L. Jaramillo-Meza, R. Pérez-González, F. Diosdado-Vargas, J. Santiago-Cruz, C. Espitia-Pinzón and F. Díaz-Otero. 2017. Effect of a low dose of BCG-Phipps vaccine on the development of reactivity to tuberculin skin test in neonatal calves and adult cows. J. Vet. Med. Anim. Health. 9(11):290-299.

Díaz-Otero, F., L. Jaramillo-Meza, J.A. Gutiérrez-Pabello, F. Castañeda-Cuevas, C. Arriaga-Día, X. González-González and Q. Eve-Lyne. 2017. Assessment of the Immune Response Induced in Neonatal Calves by Vaccination with *Mycobacterium bovis* BCG Phipps Under Field Conditions. J. Vet. Healthcare. 1(1):47-61.

## USO DEL EFECTO MACHO Y SUPLEMENTACIÓN PARA EL EMPADRE DE INVIERNO EN CABRAS EN CONDICIONES SEMIÁRIDAS

*Dr. Jorge Urrutia Morales\**, *Dr. Cesar Augusto Rosales Nieto\**,  
*Dr. Héctor Gámez Vázquez*, Campo Experimental San Luis.

La estación de empadre en cabras es de agosto a diciembre. Sin embargo, en las regiones semiáridas de México las condiciones de estiaje que ocurren durante el periodo de nacimientos ocasionan fuertes pérdidas por abortos al final de la gestación, alta mortalidad perinatal, cabritos con bajo peso al nacimiento y baja producción de calostro y leche. Esto ha originado que la mayoría de los productores empadren sus rebaños entre enero y febrero, para que los partos y la lactancia ocurran al inicio de la estación de lluvias, cuando la disponibilidad de forraje se incrementa. Sin embargo, en esta época de empadre, la tasa de parición suele ser inferior a 55%, debido a que las cabras están en mala condición corporal a causa del estiaje y a que un alto porcentaje de ellas están en anestro estacional.



Para incrementar la fertilidad de los rebaños caprinos que pastorean en pastizales semiáridos, el INIFAP inició una serie de estudios tendientes al manejo integrado del empadre, considerando la preparación de las hembras para el empadre, lo cual incluyó el aislamiento de los machos y la suplementación previa al empadre y el uso del efecto macho para estimular la actividad ovulatoria y estral de las cabras. Con este manejo, la parición se incrementó entre 6 y 18%. La transferencia de esta tecnología consistió en la impartición de cursos de capacitación a productores y agentes de cambio, así como eventos demostrativos en distintos municipios del estado de San Luis Potosí. Debido a los beneficios que aporta esta tecnología, el Gobierno del estado de San Luis Potosí la tiene considerada en el paquete de tecnologías que conforman el Programa para el Desarrollo de la Caprinocultura en el estado, que contempla alrededor de 400 mil cabezas, distribuidas en 35 municipios.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Urrutia, M.J., H.G. Gámez V. y C.A. Rosales N. 2002. Uso del efecto macho y suplementación para el empadre de invierno en cabras. Folleto Técnico No. 20. SAGARPA. INIFAP-CIRNE, C.E. Palma de la Cruz. 31 p.

Urrutia-Morales, J., C.A. Meza-Herrera, L. Tello-Varela, M.O. Díaz-Gómez y S. Beltrán-López. 2012. Effect of nutritional supplementation upon pregnancy rates of goats under semiarid rangelands and exposed to the male effect. *Tropical Animal Health and Production* 44:1473-1477.

\*Ex investigador del INIFAP

## MANTENIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA DURANTE LA SEQUÍA EN CONDICIONES SEMIÁRIDAS

**Dr. Jorge Urrutia Morales\***, **Dr. Sergio Beltrán López\***,  
**Dr. Héctor Gámez Vázquez**, Campo Experimental San Luis.

La producción de leche de cabra en condiciones semiáridas es estacional, debido a que la disponibilidad de forraje depende de la distribución de las lluvias. La mayor producción de leche se obtiene entre julio y diciembre y generalmente se limita a cuatro meses, lo que restringe el ingreso de los productores. Además, la industria dulcera demanda leche todo el año, lo que excluye a los productores de la región el acceso a este mercado.

Para prolongar el periodo de lactancia de los rebaños caprinos que pastorean en pastizales semiáridos durante la época de estiaje, el INIFAP desarrolló una serie de estudios tendientes a complementar la dieta con base en recursos regionales, como chamizo (*Atriplex canescens*) y nopal (*Opuntia ficus indica*), que dieran sustentabilidad al sistema. El chamizo es un arbusto forrajero que conserva el follaje verde durante todo el año, incluida la época de estiaje. Esta especie posee un elevado contenido de proteína que oscila entre 15 y 23% y una buena

digestibilidad entre 62 y 71%, además es preferida por las cabras. El nopal es una planta nativa que se mantiene verde todo el año y aporta principalmente energía, por lo que complementa la alimentación de cabras que consumen chamizo. El uso de este sistema alimenticio permitió producir hasta 300 mL de leche durante el estiaje, época en la que habitualmente las cabras no producen debido a la escasez de forrajes de buena calidad. Esto implica un ingreso diario para el productor en una época en la que rara vez pueden obtener ingresos económicos por esta actividad. En apoyo a la transferencia de esta tecnología, el INIFAP impartió cursos de capacitación a productores y agentes de cambio. El Gobierno del estado de San Luis Potosí la tiene considerada en el paquete de tecnologías que conforman el Programa para el Desarrollo de la Caprinocultura en el estado, que contempla alrededor de 400 mil cabezas, distribuidas en 35 municipios.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Urrutia, M.J., S. Beltrán L., C. Loredó O., M.O. Díaz G. y H.G. Gámez V. 2007. Chamizo: forraje de calidad en zonas semiáridas. Folleto Técnico No. 30. Septiembre. INIFAP-CIRNE-SAGARPA C.E. San Luis.

Urrutia, M.J., H.G. Gámez V., S. Beltrán-López y M.O. Díaz G. 2014. Utilización de *Atriplex canescens* y *Opuntia ficus indica* en la alimentación de cabras lactantes durante la sequía. *Agronomía Mesoamericana* 25(2):287-296.

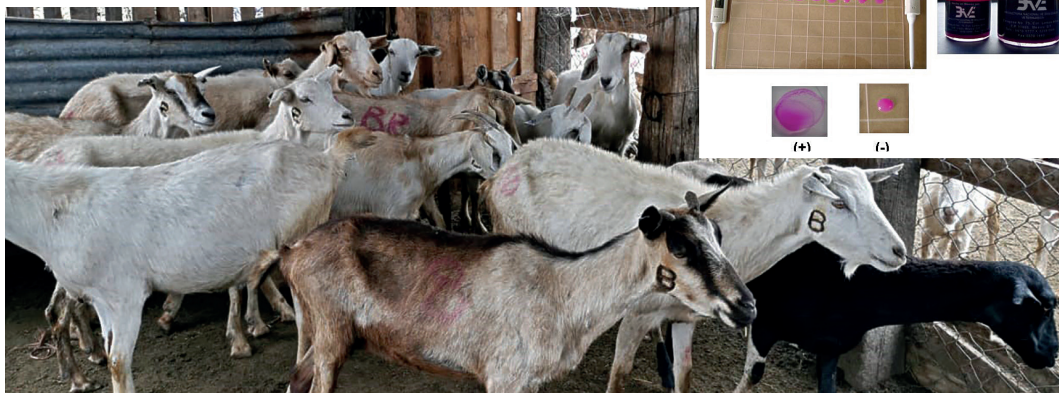
\*Ex investigador del INIFAP.

## SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LA PRUEBA DE TARJETA AL 3%, PARA EL DIAGNÓSTICO DE BRUCELOSIS CAPRINA

**Dr. Efrén Díaz Aparicio, M.C. Laura Hernández Andrade, Ing. Francisco Velázquez Quezada,**  
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad;  
**Dr. Francisco Suárez Güemes, FMVZ-UNAM.**

Ante la falta de información científica referente a la sensibilidad y la especificidad que tenían las pruebas diagnósticas en caprinos y en apoyo a las acciones de la Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales, en el INIFAP se realizaron evaluaciones de las pruebas diagnósticas y se determinó que las técnicas que eran empleadas con éxito en los bovinos, anillo en leche y de rivanol no eran útiles para el diagnóstico de la brucelosis en cabras. Estudios realizados en el INIFAP, demostraron que al modificar el antígeno a una concentración celular de 3%, aumentaba notablemente su sensibilidad para el diagnóstico serológico en caprinos, a diferencia de utilizar la concentración de 8%, como se empleaba inicialmente en bovinos.

Este resultado fue reconocido por la Norma Oficial Mexicana (NOM-041-ZOO-1995), como prueba tamiz para el diagnóstico de la brucelosis en caprinos, con una sensibilidad de 98% y especificidad de 100%; la tecnología se transfirió a PRONABIVE. Estos resultados fueron la base para el uso adecuado de las pruebas diagnósticas para los caprinos en la Campaña Nacional contra la Brucelosis Animal. En nuestro país, en 2018, se realizaron 388 283 pruebas de tarjeta con el antígeno al 3% de concentración celular para el diagnóstico de la brucelosis en cabras, con un total de 4248 positivos.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Díaz-Aparicio, E., C. Marín, B. Alonso, V. Aragón, M. Pardo, J.M. Blasco, R. Díaz and I. Moriyón. 1994. Evaluation of serological tests for diagnosis of *Brucella melitensis* infection of goats. *Journal of Clinical Microbiology*. 32:1159-1165.

Díaz, A.E., J.M. Blasco M. y F. Suárez G. 1999. Prueba de tarjeta modificada para el diagnóstico de la brucelosis caprina. *Veterinaria México*. 30(4):307-311.

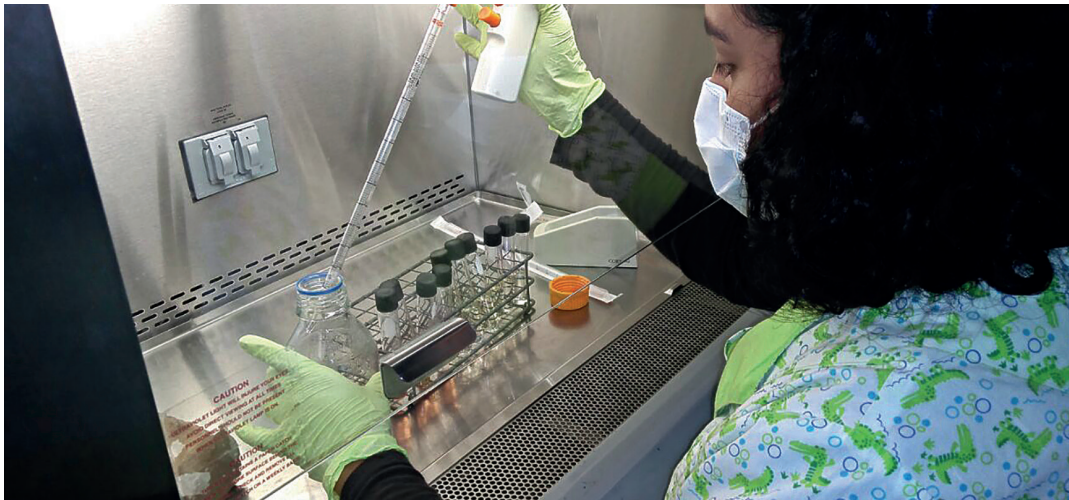
## VACUNA PAV-250 CONTRA LA FIEBRE PORCINA CLÁSICA

**M.A. Eduardo P. Correa Girón (†), M.C. Atalo C. Martínez Lara, M.C. María A. Coba Ayala,**  
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria de Salud Animal e Inocuidad.

En la década de los setenta, la fiebre porcina clásica (FPC) ocasionó severas pérdidas productivas y económicas a la porcicultura en México. En los cerdos, esta enfermedad provocaba alta mortalidad en las diferentes etapas de producción y estaba diseminada en las principales regiones porcícolas del país. Desde 1981 se estableció la campaña de control y erradicación contra la FPC, la cual se basaba principalmente en la vacunación. A partir de esta necesidad se desarrolló la vacuna PAV-250, biológico que cumplió con los requisitos de potencia e inocuidad y la no diseminación de la enfermedad de un animal vacunado a uno susceptible.

El impacto tecnológico de la PAV-250 radica en que mostró ser una vacuna

potente que evita la presentación de signos en los cerdos vacunados, y que puede ser aplicada en lechones al primer día de edad y en hembras gestantes. Esta tecnología desarrollada por el INIFAP se puso al servicio de la Productora Nacional de Biológicos Veterinarios (PRONABIVE) y a la industria privada (Laboratorios SANFER y Litton) para su producción a gran escala, hecho que contribuyó al éxito de la Campaña Nacional de Control y Erradicación de la FPC. El impacto más importante de esta tecnología fue que se logró erradicar en el país la FPC en el 2009, con un alto impacto económico, ya que con el uso de la vacuna PAV-250 se evitaron pérdidas de al menos 26 mil millones de pesos, en las etapas más críticas de la campaña de control y erradicación de esta enfermedad.



**35** AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Coba, A. M.A. y L.E. Zapata S. 2009. El control y erradicación de la fiebre porcina clásica en México, con la vacuna PAV-250; dedicado al MVZ, M. A. Eduardo Pablo Correa Girón por sus aportaciones a la porcicultura. Eds. Publicación electrónica, INIFAP-CENID-MA. 1-36 p.

## MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA EL MANEJO DE LA AFRICANIZACIÓN DE COLONIAS DE ABEJAS MELÍFERAS

*Dr. Miguel E. Arechavaleta Velasco, Dr. Ernesto Guzmán Novoa, Dr. José L. Uribe Rubio(f),  
M.C. Claudia García Figueroa, M.C. Francisco J. Ramírez Ramírez,  
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.*

La llegada de la abeja africanizada a México en 1986 y la consecuente africanización de las poblaciones de abejas ha tenido un impacto negativo sobre la apicultura, que hace la actividad más compleja y menos rentable, principalmente porque las abejas africanizadas son más defensivas y producen menos miel que las abejas europeas. Para contrarrestar los efectos negativos de la africanización, el INIFAP realiza trabajos de investigación en genética apícola desde 1993, lo que ha permitido generar conocimientos científicos, desarrollar tecnología para el mejoramiento genético de las abejas, generar líneas de abejas mejoradas y establecer un Banco de Germoplasma Apícola para la conservación de germoplasma de origen europeo.

El INIFAP ha operado proyectos de transferencia de tecnología en varios estados del país, para capacitar a técnicos y productores en el uso de la tecnología desarrollada para el mejoramiento genético de las abejas para reducir el comportamiento defensivo e incrementar la producción de miel. En estos proyectos también se ha transferido material genético de las líneas de abejas mejoradas por el INIFAP a grupos de apicultores a través de la entrega de 10 mil celdas reales, 3 mil reinas de libre fecundación y 500 reinas pie de cría; a partir de las cuales, los apicultores han producido aproximadamente 20 mil reinas de libre fecundación.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

- Guzmán-Novoa, E., J. Hunt G., L. Uribe J., C. Smith and M.E. Arechavaleta-Velasco. 2002. Confirmation of QTL effects and evidence of genetic dominance of honeybee defensive behavior: Results of colony and individual behavioral assays. *Behavior Genetics* 32 (2) 95-102.
- Arechavaleta-Velasco, M.E., J. Hunt G. and C. Emore. 2003. Quantitative trait loci that influence the expression of guarding and stinging behaviors of individual honey bees. *Behavior Genetics* 33 (3) 355-362.
- Arechavaleta-Velasco, M.E. 2012. Mejoramiento genético de las abejas melíferas. Folleto Técnico No. 17. INIFAP-CENID-Fisiología y Mejoramiento Animal. 38 p. ISBN 978-607-425-916-2.

## EL MODELO GGAVATT: UNA ESTRATEGIA DE VALIDACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PECUARIA

**Dr. Heriberto Román Ponce\***, **M.C. Héctor Macario Bueno Díaz\***, **M.C. Ubaldo Aguilar Barradas\***,  
**M.C. Miguel Arcángel Rodríguez Chessani\***, **MVZ. Eduardo Koppel Rizo\***,  
**MVZ. Jesús Manuel Pérez Saldaña (†)**, **Dr. Juan Prisciliano Zárate Martínez**,  
Campo Experimental La Posta.

La ganadería en México aporta 1.3% del Producto Interno Bruto (PIB) y 36% del PIB agropecuario. En el trópico mexicano, el sistema de producción bovina de doble propósito es una de las principales actividades agropecuarias productivas. Sin embargo, su producción, rentabilidad y competitividad son bajas, lo que se atribuye al escaso uso de tecnología, pues solo se realiza de 25 a 30% de las prácticas mínimas recomendadas para lograr buenas producciones.

A partir de 1990, el INIFAP desarrolló en Veracruz el modelo Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT) que consiste en organizar de 10 a 20 ganaderos entusiastas y receptivos a los cambios tecnológicos, cuyos ranchos tengan características y propósitos de producción similares, tales como leche y carne. El GGAVATT se basa en los principios y fundamentos del trabajo en equipo, en donde los integrantes comparten experiencias y preferencias, participan activamente en la toma de decisiones y acuerdos, constituyendo sus propias alternativas de progreso, con la dirección de un investigador o técnico asesor, quien promueve un cambio de actitud en los participantes, factor



determinante en la transferencia de tecnología. Con la adopción de este modelo se incrementó de 25 a 70% el uso de tecnologías pecuarias en bovinos, disminuyó 46% el costo de producción de leche, aumentó 45% la producción de carne y mejoró 36% la rentabilidad del rancho. El modelo se ha replicado en todo el país, con la participación de 21 mil productores pecuarios organizados en 1500 GGAVATT, lo que ha beneficiado al consumidor final, al mejorar la calidad de sus productos y garantizar su inocuidad. El impacto de la tecnología se evaluó en 16 mil hectáreas de Sinaloa, de 2000 a 2010, determinando una relación Beneficio/Costo de 3.8:1 y beneficios netos por 21.1 millones de pesos. Por su impacto positivo en la ganadería tropical, el modelo dio origen al Programa Nacional de Validación y Transferencia de Tecnología.

### AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Zárate-Martínez, J.P., H. Román P., B.L. Rueda M. y G. Canudas L. 1993. Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología Tepetzintla Ier Evaluación. Publicación Especial No. 1. INIFAP, Campo Experimental La Posta. 45 p.

Román-Ponce, H., H.M. Bueno D., U. Aguilar B., J.M. Pérez S., M.A. Rodríguez C. y E.T. Koppel R. 2001. Manual del Modelo GGAVATT. Folleto Técnico No. 27. División Pecuaria. INIFAP. 90 p.

González-Estrada, A. 2016. Industrialización y transnacionalización de la agricultura mexicana. Rev. Mex. Cienc. Agríc., 7(3):693-707.

\*Ex investigador del INIFAP

## POTENCIAL PRODUCTIVO Y ZONIFICACIÓN FORESTAL EN BOSQUES TEMPLADOS

*Dr. Martín Martínez Salvador*, Universidad Autónoma de Chihuahua;  
*Dr. Gabriel Sosa Pérez*, Campo Experimental La Campana.

La superficie de bosques templados y fríos en México es de 34.2 millones de hectáreas; sin embargo, los aprovechamientos con programas de manejo forestal no cubren el total de esta área. En la superficie forestal bajo manejo, el principal objetivo es el aprovechamiento maderable, pero en muchas zonas se desconoce el potencial productivo del territorio, por lo que el aprovechamiento se realiza de manera indistinta y sin considerar la calidad del sitio o la productividad del bosque.

La tecnología integra un protocolo para ser usado mediante Sistemas de Información Geográfica que permite identificar las unidades territoriales en función de su potencial natural, para el desarrollo de especies forestales y sirve de base para tomar decisiones en grandes superficies sobre el manejo de los bosques. La tecnología involucra el uso de tres factores y 11 indicadores que permiten discriminar superficies en función de un gradiente de potencial natural para el desarrollo de especies forestales bajo manejo (Alto, Medio, Bajo). Factor Relieve: Disección horizontal, Disección Vertical, Ángulo de la pendiente y Exposición. Factor Suelo: Tipo, Subtipo, Textura y Fase Física. Factor Clima: Temperaturas Mínima, Máxima, y Precipitación. Para cada factor la tecnología establece niveles de influencia en la determinación de potenciales naturales del territorio (Relieve 60%, Suelo 30%, Clima 10%). Para cada indicador se tienen rangos de influencia que determinan el potencial natural en bosques templados. Con esta tecnología es



posible clasificar el potencial productivo de los bosques templados de México y contar con una base cartográfica para implementar una estrategia de incremento de la producción y productividad maderable. La tecnología ha sido adoptada para desarrollar la zonificación forestal en Durango y Chihuahua, en más de 15 millones de hectáreas; no obstante, también se ha utilizado en algunas unidades de manejo forestal en el resto del país. Como resultado los prestadores de servicios forestales, han logrado zonificar los territorios en sus bosques, beneficiando a más de mil predios, agrupados en más de 30 UMAFOR.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Martínez, S.M. 2008. Potencial productivo y zonificación forestal para el reordenamiento silvícola en bosques templados. Folleto técnico No. 37. INIFAP, Centro Experimental La Campana, Aldama, Chihuahua, México. 52 p.

Martínez, S.M., J.A. Prieto R. y L.F. Beltrán M. 2010. Potencial productivo y zonificación forestal en bosques templados. En: Estrategias de investigación para la innovación tecnológica: principales logros en el norte centro de México. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Matamoros, Coahuila, México. 409-423 pp.

# METODOLOGÍA PARA ESTABLECER UNIDADES PRODUCTORAS DE GERMOPLASMA FORESTAL EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Dr. José Vidal Cob Uicab, Campo Experimental Chetumal.

En México, el germoplasma forestal utilizado para la producción de plantas con fines de reforestación y establecimiento de plantaciones forestales comerciales proviene de poblaciones naturales, plantaciones forestales sin selección o de árboles en poblados. Los individuos de los cuales se recolecta el germoplasma, por lo general, son los más accesibles sin considerar su calidad fenotípica. Adicionalmente, 80% de las plántulas son utilizadas para la reforestación de zonas fuera del área de su distribución natural; lo cual, disminuye los porcentajes de supervivencia en campo y altera la dinámica evolutiva de los ecosistemas forestales.

Como parte de un esfuerzo por mejorar las fuentes de recolección del germoplasma forestal, el INIFAP con apoyo de la CONAFOR, generó e implementó en 12 ejidos forestales de la Península de Yucatán un método de selección denominado “valoración individual” (vi), que consiste en la selección y ubicación georreferenciada de árboles individuales, basado en una categorización de variables cuantitativas como son: altura total, altura del fuste limpio y diámetro normal; y caracteres cualitativos: forma del fuste, bifurcaciones, inserción de ramas, forma de la copa, posición dentro del dosel y daños físicos para conformar Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF) de una especie en particular. Adicionalmente, a finales de 2016 entró en vigor la Norma Mexicana de Germoplasma Forestal (NMXAA-169-SCFI-2016), la cual utilizó la metodología vi para definir las especificaciones técnicas de los procesos del establecimiento y



manejo de las UPGF, con la finalidad de regular el uso y la movilización indiscriminada del germoplasma forestal.

Las Unidades Productoras de Germoplasma Forestal contribuyeron 100% en el control de la trazabilidad del origen geográfico de las semillas. El método de selección fue efectivo en su totalidad en cuanto a la superioridad fenotípica y vigor de la semilla, el cual redundó en 90% de la sobrevivencia de las plantas en campo. A la fecha, se han establecido 680 hectáreas de UPGF en 12 ejidos de la Península de Yucatán de las especies: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota*, *Cordia dodecandra*, *Tabebuia rosea* y *Sabal yapa*.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Cob-Uicab, J.V., B. Rodríguez-Santiago y X. García-Cuevas. 2018. Metodología para el establecimiento de Unidades Productoras de Germoplasma Forestal como fuentes semilleras en la Península de Yucatán. Séptimo Congreso Internacional de Investigaciones en Ciencias Básicas y Agronómicas. Chapingo, Estado de México.

## MICORRIZACIÓN CONTROLADA EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTA EN VIVERO

*Dr. José Leonardo García Rodríguez, M.C. Sergio Rosales Mata,  
M.C. José Ángel Sigala Rodríguez, Dr. José Ángel Prieto Ruiz\*,*  
Campo Experimental Valle del Guadiana.

En general, en los viveros forestales de México no se llevan a cabo prácticas de cultivo que incrementen la calidad de la planta. La micorrización controlada con Hongos Silvestres Ectomicorrícicos (HSECM) es una alternativa. En la mayoría de las especies forestales la micorriza es una asociación simbiótica formada entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas, cuyo principal beneficio es mejorar las relaciones hídricas de las plantas.

El INIFAP estudió la micorrización controlada para maximizar los beneficios de esta simbiosis. De esta forma, el Instituto generó tecnología de identificación y recolección de HSECM para la producción (beneficio) y aplicación de

inoculantes micorrícicos en la producción de planta en vivero. En la transferencia de esta tecnología, el INIFAP realizó 40 eventos, entre demostraciones, cursos, talleres, conferencias, pláticas, eventos demostrativos, atención a agentes de cambio, con lo que capacitó a cerca de mil productores y técnicos en el país. Durante 2009-2015, 15 viveros productores de planta en Durango incrementaron la presencia de ápices radicales micorrizados entre 25 a 35%, al mismo tiempo que redujeron hasta 58.4% los costos por inoculación. Esta tecnología incrementa la calidad de planta (100% de plantas micorrizadas) y facilita el acceso a los programas de producción de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

García-Rodríguez, J.L., J.M. Mejía B., D. Amador S., J.A. Sigala R. y J.A. Prieto R. 2012. Identificación de hongos ectomicorrícicos en bosques de coníferas de los municipios de Pueblo Nuevo, San Dimas y Durango, Durango. Folleto Técnico No. 53 ISBN:978-607-425-802-8. INIFAP, Campo Experimental Valle del Guadiana. 38 p.

Martínez, N. L.E., H. Sarmiento-López, J.A. Sigala R., S. Rosales M. y J.B. Montoya A. 2015. Respuesta a la inoculación inducida de *Russula delica* Fr. en plantas de *Pinus engelmannii* Carr. en vivero Rev. Mex. Cienc. Ftale. 7(33):108-117.

\*Ex investigador del INIFAP.

## SITIOS PERMANENTES DE INVESTIGACIÓN SILVÍCOLA (SPIS) PARA CONOCER LA DINÁMICA DE BOSQUES Y SELVAS DE MÉXICO

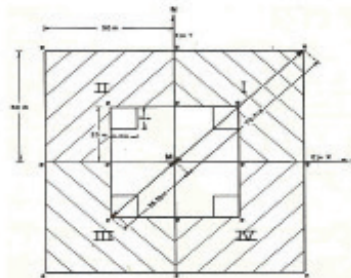
**Dr. Hugo Manzanilla Bolio(f)**, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco;

**Dr. Martín Martínez Salvador**, Universidad Autónoma de Chihuahua;

**Dr. Juan de Dios Benavides Solorio**, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro.

En la década de los ochenta se estableció una nueva metodología para realizar toma de datos de arbolado y vegetación arbustiva y herbácea, regeneración, plagas, enfermedades, entre otros, con fines de investigación en sitios permanentes. El tamaño de los sitios era de 100 m x 100 m, lo cual representaba una hectárea, que permitía conocer la totalidad de información que se tenía en ese espacio, se medía todo lo que ahí se tenía. Los SPIS se establecieron en toda la república, en ecosistemas de bosques y selvas, tanto del norte, centro y sureste del país. Los sitios se establecían en arbolado con distintas etapas de crecimiento para tener una radiografía del crecimiento de un bosque, sin esperar a que ocurriera un largo período de tiempo. Los sitios se establecían para que fueran permanentes, los árboles se numeraban en su totalidad. Se remedian en selva cada año y los de bosque cada cinco años. La información obtenida fue valiosa porque permitió conocer la dinámica de esos ecosistemas y la diversidad de especies por hectárea. También fue el referente y sigue siendo de los nuevos sitios y sistemas de muestreo aplicados actualmente en México por CONAFOR y algunas instituciones como la Universidad de Juárez del Estado de Durango (UJED). Su impacto radica por ser referente en

estudios de sitios permanentes de crecimiento de árboles y masas forestales. También sirvió de base para los diseños de muestreo dinámicos de los inventarios para manejo forestal y de gran visión, aplicados por la CONAFOR, la Universidad Juárez de Durango y la Universidad Autónoma de Nuevo León, principalmente entre 2004 y 2015.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Manzanilla, B.H. 1993. Los sitios permanentes de investigación silvícola un sistema integrado para iniciarse en el cultivo de los ecosistemas forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 101 p.

Martínez, S.M., G. Sosa P., A.G. Valles G., J.A. López H., J.C. Monarrez G., R. Armendáriz O., J.M. Chacón S., A. Galván M., C. M. Melendez O. 2012. Estado actual del conocimiento de sitios permanentes de investigación silvícola (SPIS) en el estado de Chihuahua. Publicación Especial No. 4. SAGARPA-INIFAP, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Sitio Experimental La Campana. Chihuahua, Chih. 114 p.

## COEFICIENTES DE FORMA Y ECUACIONES DE VOLÚMENES PARA OCHO ESPECIES FORESTALES TROPICALES

M.C. Xavier García Cuevas, M.C. Jonathan Hernández Ramos,  
Campo Experimental Chetumal.

En los inventarios forestales, un problema relevante es la estimación del volumen de árboles en pie, que se hace con auxilio de coeficientes de forma o ecuaciones matemáticas. Las ecuaciones de volúmenes que se usan en Quintana Roo se generaron en 1976 para árboles de grandes dimensiones, lo que resulta en estimaciones erróneas de volumen de árboles de diferentes dimensiones. Con apoyo de las instituciones del Gobierno del estado y el uso de las nuevas técnicas computacionales, se colectó información en varios ejidos y se generaron ecuaciones para estimar el volumen de ocho especies forestales, con un alto grado de precisión.

Los coeficientes de forma y las ecuaciones de volúmenes son las principales herramientas que usa el silvicultor para estimar el volumen de árboles en pie y realizar la planeación y el manejo del aprovechamiento de rodales y bosques. Por lo anterior, se estimaron los coeficientes de forma y se generaron ecuaciones en función de la variable combinada del diámetro normal y la altura total, y solo en función del diámetro normal para estimar el volumen de fuste total y fuste limpio con corteza de árboles de caoba, cedro rojo, Chacáh, Chechem, Sacchacah, Ramón, Tzalam y chicozapote en Quintana Roo.

Las ecuaciones se usaron en los Programas de Manejo Forestal vigentes (PMF) en algunos

de los ejidos forestales más importantes, como son: Tres Garantías, San Felipe Oriente, Petcacab, X-Yatil, Dzúlá y predio Dzonot, que en conjunto tienen una superficie de 122 215 ha y 71 651 de área forestal permanente (AFP), donde se extraen alrededor de 18 000 m<sup>3</sup> de maderas preciosas, comunes tropicales duras y blandas, con una derrama económica de más de 81 millones de pesos. La tecnología está disponible para su uso por parte de los prestadores de servicios técnicos forestales, ejidos forestales organizados, Unidades de Manejo Forestal, Gobierno del estado, SEMARNAT, CONAFOR y la PROFEPA.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Hernández-Ramos, J., A. Hernández-Ramos, X. García-Cuevas, L. Martínez-Ángel, J.C. Tamarit-Urias y C. García-Espinoza. 2016. Sistema compatible de ahusamiento-volumen comercial para *Swietenia macrophylla* King en Quintana Roo, México. Seguridad Alimentaria: Aportaciones Científicas y Agrotecnológicas. Villahermosa, Tabasco. 150-156; 164-168 p.

Hernández-Ramos, J., X. García-Cuevas, A. Hernández-Ramos, J.C. Tamarit-Urias, M. Martínez-Salvador y H.M. De los Santos-Posadas. 2017. Validación de la aplicabilidad de ecuaciones de volumen fustal para *Swietenia macrophylla* King usados en Quintana Roo. Seguridad Alimentaria: Aportaciones Científicas y Agrotecnológicas. Villahermosa, Tabasco. 150-156 p.

## ECUACIONES DE VOLUMEN TOTAL, FUSTAL Y RAMAS PARA DIEZ ESPECIES FORESTALES TROPICALES DE LAS UMAFOR 2301 Y 2302 DE QUINTANA ROO

M.C. Xavier García Cuevas, M.C. Jonathan Hernández Ramos,  
Campo Experimental Chetumal.

El volumen es la variable más importante que se estima en los inventarios forestales. La predicción, lo más exacta del volumen, es fundamental para la elaboración de programas de Manejo Forestal (PMF) con fines de aprovechamiento maderable. Sin embargo, en la mayoría de los casos existe incertidumbre por parte de los dueños de los bosques por conocer las existencias maderables en sus rodales. Las ecuaciones de volúmenes que se usan en Quintana Roo se generaron en 1976 para volumen de fuste limpio (VFL), por lo que para estimar el volumen total árbol (VTA) se usan factores de expansión subjetivos y bajo el criterio de los técnicos forestales. Con apoyo de CONACYT-CONAFOR se colectó información en varios ejidos de las UMAFOR 2301 y 2302, por la necesidad de generar ecuaciones actualizadas para estimar el volumen de fuste total (VFT), volumen de ramas (VR) y VTA de las doce especies forestales más importantes desde el punto de vista maderable.

Se obtuvieron ecuaciones aditivas para las UMAFORES 2301 y 2302 en función del diámetro normal (d) y la altura total (h) para estimar el volumen total árbol con corteza (VTAcc), volumen del fuste total con corteza (VFTcc) y volumen de ramas con corteza (VRcc) con un alto nivel de confiabilidad y precisión para chicozapote, caoba, Chacteviga, Chacáh



rojo, Chechem negro, Katalox, Machiche, Sacchacáh, Tzalam, Yaaxnik, Chacté y jabín.

Las ecuaciones actualmente se usan en los PMF vigentes de los ejidos Tres Garantías en el municipio de Othón P. Blanco, que cuenta con un área forestal permanente (AFP) de 20 mil hectáreas, 206 ejidatarios y Petcacab, municipio de Felipe Carrillo Puerto, que cuenta con 41 776 ha de AFP y 102 ejidatarios. Las ecuaciones contribuyen en la planeación, elaboración y ejecución de los PMF para al cumplimiento de las metas de la Estrategia de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y la Productividad (ENAIPROS) de la CONAFOR. En estos ejidos anualmente se extraen 12 mil m<sup>3</sup> de maderas preciosas, comunes tropicales duras y blandas, con una derrama económica de más de 54 millones de pesos.

 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

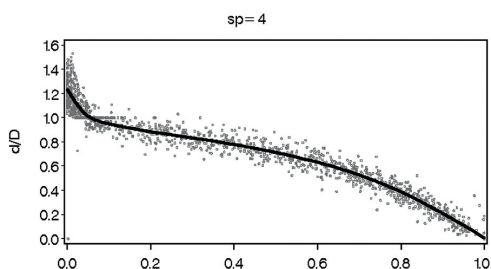
Vargas-Larreta, B. 2017. Sistema Biométrico Quintana Roo. Sistema biométrico para la planeación del manejo forestal sustentable de los ecosistemas con potencial maderable en México (2013-C01-209772). Instituto Tecnológico de El Salto. El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. 35 p.

Hernández, R.J., A. Hernández R., X. García C., L. Martínez-Ángel, J.C. Tamarit-Urías y G.G. García-Espinoza. 2018 Sistema compatible de ahusamiento-volumen comercial para *Swietenia macrophylla* King (caoba) en Quintana Roo, México. Madera y Bosques 24(3): 1-11.

# SISTEMA VOLUMÉTRICO ECO-REGIONAL PARA LA UMAFOR 1005 “SANTIAGO PAPASQUIARO Y ANEXOS” EN DURANGO

Dr. José Carlos Monárrez González, M.C. Andrés Quiñones Chávez\*,  
Dr. Gerónimo Quiñonez Barraza, Campo Experimental Valle del Guadiana.

En la región de Santiago Papasquiario, Durango, con una superficie de 856 497 hectáreas, se carecía de estudios que validaran la estimación precisa de los volúmenes maderables (volumen fustal o comercial), con los consecuentes errores en la determinación de las existencias maderables del inventario forestal; además, tampoco se contaba con modelos para estimar el volumen total árbol (Vta) a nivel de especie, información esencial en la elaboración y ejecución de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento maderable sostenible, de las principales especies forestales maderables.



La tecnología se compone de las ecuaciones de volumen total árbol y volumen fustal para las principales especies forestales maderables. Involucra 24 ecuaciones, ocho para la estimación del volumen total árbol, ocho para volumen fustal y ocho ecuaciones de

ahusamiento, para las especies *Pinus arizonica*, *P. durangensis*, *P. ayacahuite*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. engelmannii* y *Quercus sideroxylla*, todas importantes por su distribución, abundancia y calidad de madera. Con la aplicación de la tecnología se mejoró la estimación del volumen maderable de 10 a 17%, respecto a las ecuaciones anteriores, con ahorros de aproximadamente 7% en el inventario forestal maderable, que constituye el insumo principal en la elaboración del programas de manejo forestal, en beneficio de 31 ejidos, nueve comunidades y 117 pequeños propietarios de la región forestal de Santiago Papasquiario, lo que contribuye con la sustentabilidad de los recursos forestales.



 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Monárrez, G. J.C., J. Corral R., y J.A. López H. 2012. Sistema Volumétrico y de índice de sitio de especies del género *Pinus* para la UMAFOR 1005 Santiago Papasquiario Durango. Libro Científico No. 2. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP-CIRNOC, Durango, México. 160 p.

Monárrez, G., J.C. 2012. Validación y desarrollo de sistema biométrico para la Unidad de Manejo Forestal Santiago Papasquiario y Anexos 1005 del estado de Durango. Informe de proyecto. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP-CIRNOC, Durango, México.

\*Ex investigador del INIFAP.

# MÉTODO ESTADÍSTICO PARA ESTIMAR PARÁMETROS DE INTERÉS FORESTAL EN EL CONTEXTO DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL DE MÉXICO

*Dr. Efraín Velasco Bautista, M.C. Francisco Moreno Sánchez,*

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Manejo de Ecosistemas Forestales.

En 2003, el INIFAP coordinó el proyecto del inventario forestal en la cuenca Lerma-Santiago-Pánuco, financiado por SEMARNAT. Para llevar a cabo este estudio se utilizó como unidad de muestreo un conglomerado integrado teóricamente por cuatro subparcelas, dispuestas geométricamente en forma de una "Y" invertida con respecto al norte. No obstante, por razones diversas al realizar el muestreo en campo algunos conglomerados tuvieron menos de cuatro subparcelas, lo cual condujo a conglomerados de tamaños distintos. En estas condiciones, estimadores convencionales del muestreo aleatorio simple o estratificado no eran apropiados. Dado que el estudio incluyó cerca de 4 mil conglomerados surgió la necesidad de proponer un método de estimación robusto y preciso.

A fin de obtener estimaciones precisas y al mismo tiempo de fácil aplicación desde el punto de vista computacional, de parámetros forestales agregados, volumen maderable, área basal y densidad, después de un análisis numérico y documental en 2003 se determinó como estimador apropiado el Estimador de Razón (ER). Comparativamente con la media simple, al usar como variable auxiliar la superficie efectivamente muestreada por conglomerado, el ER es más preciso, con errores relativos de muestreo menores al 10%. Además de presentar las bondades del método ante funcionarios de la Comisión



Nacional Forestal, en 2003 se publicó en la Revista Ciencia Forestal en México del INIFAP. Desde entonces y hasta hoy, el ER sigue siendo un referente científico para la Comisión Nacional Forestal en la estimación de biomasa y carbono a nivel nacional con un tamaño de muestra que supera los 25 mil conglomerados en el marco del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de México, cuyos objetivos y estrategias están contenidos en el Programa Estratégico Forestal 2025, publicado en 2001 y actualizado en 2013.



Velasco, B.E., H. Ramírez M., F. Moreno S. y A. de la Rosa V. 2003. Estimadores de razón para el inventario nacional forestal de México. Rev. Cienc. Ftal. Méx. 28(94):23-43.

Velasco, B.E., H. de los Santos P., H. Ramírez M. y G. Rendón S. 2016. Comparación de estimadores para volumen maderable en selva mediana del Sureste de México. Agrociencia. 50:119-132.

## TABLAS DE VOLUMEN MADERABLE PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE CUATRO ESPECIES DE PINO EN TLAXCALA

Dr. Vidal Guerra de la Cruz, Sitio Experimental Tlaxcala;  
M.C. Carolina Bautista Sampayo (f), Campo Experimental Valles Centrales.

Los aprovechamientos forestales comerciales en Tlaxcala iniciaron formalmente a fines de la década de 1970. Las estimaciones de volumen maderable para las especies bajo aprovechamiento se basaban en tablas genéricas, es decir una sola tabla para varias especies y para todo el estado. Esta situación resultaba en variaciones importantes en los volúmenes autorizados y ejercidos por especie. Lo anterior, representaba problemas técnicos y económicos para los ejidos y propietarios de bosques de las dos regiones forestales con aprovechamientos comerciales en el estado.

Ante esta situación, en el 2008 el INIFAP desarrolló tablas de volumen maderable

específicas para *Pinus teocote*, *P. rudis*, *P. montezumae* y *P. pseudostrabus*, que se distribuyen en las regiones forestales de Tlaxco-Terrenate y Calpulalpan-Nanacamilpa en el estado de Tlaxcala. La precisión promedio de 95% lograda en las estimaciones de volumen maderable, así como la especificidad taxonómica y geográfica de las cuatro tablas generadas por el INIFAP han permitido su uso en más de 3 mil hectáreas de bosques manejados con una producción anual promedio de 7000 m<sup>3</sup> de madera en rollo de las especies mencionadas. Lo anterior ha contribuido al beneficio de los productores forestales y a un aprovechamiento más sustentable de los recursos forestales maderables del estado.



35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

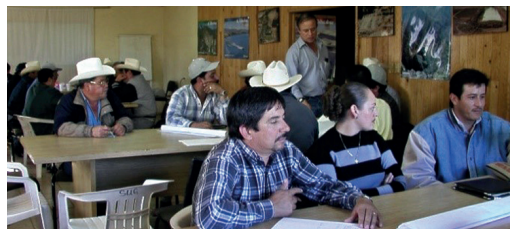
Guerra, de la C.V., R. Escobar C. y C. Bautista S. 2008. Tablas de volumen para *Pinus* spp. En: Guerra de la C.V. y Mallén, R.C. Tlaxcala, sus recursos forestales: Conservación, aprovechamiento y bases para su manejo sustentable. Libro Técnico No. 4. INIFAP-CENID-COMEF. pp. 77-94.

## CRITERIOS E INDICADORES PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD DEL MANEJO DE BOSQUES TEMPLADOS

**M.C. Carlos Mallén Rivera**, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales; **Dr. Vidal Guerra de la Cruz**, Sitio Experimental Tlaxcala; **Dr. Francisco Becerra Luna**, Sitio Experimental Hidalgo; **Dr. Martín Gómez Cárdenas**, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro; **M.C. Raúl Narváez Flores**; **Dr. Martín Martínez Salvador**, Universidad Autónoma de Chihuahua; **M.C. Saúl Alvérez Vitolás**, Campo Experimental La Campana.

Los Criterios e Indicadores (CI) para evaluar la sustentabilidad de los bosques facilitan el entendimiento entre los sectores productivos y disciplinas científicas sobre los principios de economía, ecología y sociedad para la certificación, el monitoreo y la auditoría del manejo forestal. La Institución que en México originalmente respondió al compromiso internacional de medir la sostenibilidad forestal fue el INIFAP, al integrar los informes del Proceso de Montreal para evaluar el manejo de bosques templados y boreales. El INIFAP en 1998, a partir de la Prueba Norteamericana CIFOR-NA y con el apoyo del Servicio Forestal de los Estados Unidos de América, desarrolló un conjunto de CI a escala local en el ejido El Largo, Madera, Chihuahua para los bosques templados. En el Plan Estratégico Forestal para México 2025 se señala que a partir de la experiencia del INIFAP en el ejido El Largo, se efectuarían evaluaciones en diversos ecosistemas forestales, con el objetivo de emitir una Norma Oficial Mexicana para el monitoreo de la sustentabilidad en los programas de manejo.

El Instituto integró en 2001 un proyecto nacional en el que participaron entidades como Durango, Coahuila, Jalisco, Michoacán y Veracruz. A partir de 2005, con el financiamiento del Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT, mediante la coordinación del CENID COMEF, se desarrolló el proyecto “Criterios e



indicadores para evaluar la sustentabilidad del manejo de bosques templados en la Región Centro de México”, en el Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Querétaro, Oaxaca, Hidalgo y Ciudad de México. Con este conocimiento se determinó el conjunto INIFAP de CI (18 criterios y 60 indicadores) por tres principios (bienestar social, integridad ecológica y bienestar económico). Este Conjunto de CI de INIFAP apoyó la conformación de la política ambiental en materia de certificación forestal, por parte de la SEMARNAT, en instrumentos como el Sistema de Certificación Forestal Mexicano que tiene como principal lineamiento a la Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2015 para la Certificación del Manejo Sustentable de los Bosques. Como parte de este Sistema de Certificación se incorpora la Auditoría Técnica Preventiva (ATP) establecida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2015, precursora de la certificación del manejo forestal en los bosques templados cuyos CI desarrollados por el Instituto son eje fundamental del monitoreo de la sustentabilidad.

### 45 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Mallén, R.C; Criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal. Tlaxcala sus recursos forestales: Conservación, aprovechamiento y bases para su manejo sustentable. Libro Técnico 4. CENID-COMEF 2008.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015. NORMA MEXICANA NMX-AA-143-SCFI-2015 para la Certificación del Manejo Sustentable De Los Bosques. Diario Oficial de la Federación 16 octubre 2015. Ciudad de México, México.

# MONITOREO Y ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN NATURAL DEL HONGO BLANCO DEL PINO

## *Tricholoma magnivelare*

M.C. Marisela Cristina Zamora Martínez, Dr. Efraín Velasco Bautista,

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Manejo de Ecosistemas Forestales.



*Tricholoma magnivelare* (Peck.) Readhead es un hongo silvestre ectomicorrizógeno y comestible, cuya producción se exporta, casi en su totalidad, a Japón. En el mercado internacional, su valor fluctúa entre 120 y 150 dólares por kilogramo; aunque a los recolectores nacionales se les paga a 150 pesos el kilogramo, lo que hace a esta especie la de mayor importancia económica entre los hongos recolectados en las zonas forestales de Hidalgo, Oaxaca, Michoacán, Estado de México, Veracruz y Durango. Su aprovechamiento se realiza aproximadamente en 20 Unidades de Manejo Ambiental (UMA).

Desde finales de los años 90, el INIFAP empezó los estudios de este hongo, de los cuales se obtuvo la caracterización ecológica de su hábitat y su distribución potencial en el

estado de Hidalgo. Asimismo, se determinó la metodología para el monitoreo de sus poblaciones y la generación, en 2009, de un modelo predictivo para estimar su producción por unidad de superficie. Esos resultados se transfirieron (1998-2015) a técnicos forestales y recolectores en talleres sobre técnicas para la recolecta, monitoreo y propagación en su hábitat natural. Además, el método de monitoreo y el modelo predictivo propuestos forman parte del programa de manejo tipo para *T. magnivelare* de la SEMARNAT; el cual está vigente a la fecha y es recomendado por investigadores de otras instituciones como una herramienta para su manejo sustentable. Asimismo, la información generada sirvió de base para la definición del estatus de conservación (Sujeta a Protección Especial) de *T. magnivelare* en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### 35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Zamora-Martínez, M.C., and C. Nieto de Pascual-Pola. 2004. Studies of *Tricholoma magnivelare* in Mexico. *Micología Aplicada Internacional* 16(1):13-23

Zamora-Martínez, M.C., E. Velasco B., A. González H., C. Nieto de Pascual P., F. Moreno S., M. E. Romero S. y A. Flores G. 2009. Modelos Predictivos para la Producción de Productos Forestales No Maderables: Hongos. Manual Técnico No. 1. INIFAP-CENID-COMEF, México, D.F. México, 58 p.

Zamora-Martínez, M.C. y E. Velasco B. 2011. Ecuación para estimar la producción de hongos silvestres comestibles. Desplegable No. 1. INIFAP-CENID-COMEF, México, D. F. México.

## PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO DE HOJA SECA DE ORÉGANO EN POBLACIONES NATURALES DE COAHUILA

M.C. Eulalia Edith Villavicencio Gutiérrez, Campo Experimental Saltillo.

El aprovechamiento de orégano en poblaciones naturales se ha realizado en forma tradicional sin contar con una técnica para estimar su población real. De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, es requisito la aplicación de técnicas de manejo forestal actualizadas, para la evaluación y estimación del volumen de materia prima en predios forestales y para su manejo sustentable en poblaciones naturales.

Para dar respuesta a esta necesidad, el INIFAP desarrolló estudios en los que seleccionó el tipo de muestreo para evaluar el volumen de materia prima de orégano. Se realizaron estudios alométricos en diferentes poblaciones para ajustar y seleccionar un modelo confiable que permitiera estimar la biomasa foliar seca y generar tablas de rendimiento. La difusión de los resultados a los usuarios del sector se realizó mediante cuatro eventos demostrativos y la publicación de una ficha tecnológica. Las tecnologías generadas por el INIFAP fueron adoptadas por técnicos y productores, además la aplicación permitió aumentar la superficie autorizada para su aprovechamiento de 25 mil a 223 mil hectáreas, con una producción anual de 700 y 3994 toneladas respectivamente, lo que mejoró el ordenamiento del recurso en 17 municipios con autorizaciones vigentes. El aprovechamiento ordenado del recurso representa una derrama económica directa para el primer eslabón de esta cadena productiva de 47 millones de pesos, lo que beneficia a 43 ejidos y predios.



35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Villavicencio-Gutiérrez, E.E., A. Cano P. y X. García C. 2010. Metodología para determinar las existencias de orégano (*Lippia graveolens* H.B.K.) en rodales naturales de Parras de la Fuente, Coahuila. Folleto Técnico No. 42 MX-0-310608-35-03-15-09-42 ISBN: 978-607-425-295-8. INIFAP-CIRNE, Campo Experimental Saltillo, Coahuila, México. 42 p.

Villavicencio-Gutiérrez, E.E., A. Hernández R., C.N. Aguilar G. y X. García C. 2018. Estimación de biomasa foliar seca de orégano (*Lippia graveolens* Kunth) del Sureste de Coahuila. Rev. Méx. Cienc. Ftale. 9(45):188-207.

## CUANTIFICACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN MÉXICO

**Dr. Tomás Hernández Tejeda\***, M.C. Francisco Moreno Sánchez, Dr. Efraín Velasco Bautista,  
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación  
y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales.



En 1988, la Organización Mundial de Meteorología (WMO) y el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas (UNEP) constituyeron el Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC), que por sus aportaciones en materia de cambio climático en el planeta, se hizo merecedor del Premio Nobel de la Paz 2007. El INIFAP formó parte del IPCC mediante la participación del Dr. Tomás Hernández Tejeda por más de 25 años de actividad. En México, este grupo generó, aplicó y dio seguimiento a la metodología sobre el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI); la metodología generada permite la comparación de resultados en forma internacional. México es uno de los pocos países que ha realizado cinco evaluaciones a nivel nacional bajo este enfoque.

La realización del INEGyCEI, con apego a criterios científicos y técnicos establecidos por

el IPCC, es un compromiso internacional de nuestro país, al ser signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La actualización del INEGyCEI 1990–2015 formó parte de la Sexta Comunicación Nacional y el Segundo Informe Bienal de Actualización que México presentó ante la CMNUCC. En este inventario se identificó que el gas más relevante que nuestro país emite es el bióxido de carbono con 71%, seguido del metano con 21%. Del total de las emisiones, 64% correspondieron al consumo de combustibles fósiles, 10% a los sistemas de producción pecuaria, 5% a actividades agrícolas y el resto a procesos industriales y manejo de residuos. También se estimó que 148 MtCo<sub>2</sub>eq se absorben por la vegetación, principalmente por bosques y selvas; lo que pone de manifiesto la importancia de los ecosistemas forestales en cuanto a su aprovechamiento sustentable, conservación y protección.

## MICROPROPAGACIÓN Y PRODUCCIÓN IN VITRO DE CACTÁCEAS ORNAMENTALES AMENAZADAS

M.C. Eulalia Edith Villavicencio Gutiérrez, Campo Experimental Saltillo.

Las cactáceas del Desierto Chihuahuense de la subfamilia *Cactoideae* pertenecientes a la tribu *Cacteae*, están consideradas en estatus de riesgo en la NOM-059-ECOL-2010 y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Para conservar *ex situ* este recurso fitogenético y atender a los productores de plantas de ornato, interesados en promover el uso y potenciación de plantas de maceta, es necesario el uso de la micropropagación *in vitro*.

En 2004, se hizo necesario usar la biotecnología para regenerar *in vitro* germoplasma en estatus de riesgo del Desierto Chihuahuense, para desarrollar el protocolo de micropropagación para este tipo de especies en laboratorio. Esto, para conservar *ex situ* germoplasma nativo, promover su uso y potenciación de forma sustentable, así como apoyar al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos y al Sistema-Producto Ornamentales. Se generó una tecnología de proceso que incluyó la etapa de establecimiento *in vitro*, multiplicación y aclimatación de vitroplantas, para generar el protocolo de micropropagación para tres especies de interés ornamental. Esta tecnología promueve el rescate de germoplasma, genera vitroplantas donantes viables y fisiológicamente vigorosas en forma económica y práctica. La transferencia de tecnología se hizo con la vinculación de CONAFOR, Museo del Desierto y diferentes productores del país, mediante tres cursos y



talleres a productores, dos días demostrativos y una ficha tecnológica. Esta tecnología tiene impacto ecológico en la conservación de la diversidad de cactáceas del Desierto Chihuahuense que cubre una superficie de 507 mil km<sup>2</sup>, y ha sido ajustada y adoptada por productores de Morelos y Coahuila, donde ahora se producen más de 20 mil plantas de cactáceas, con incremento de ocho veces su producción y un costo de venta de 20 a 50 pesos por planta en maceta.

AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Villavicencio-Gutiérrez, E.E., A. Cano P., H.I. Almeida L. y M.A. Arellano G. 2006. Nueva técnica para la producción comercial del bonete o birrete de obispo (*Astrophytum myriostigma* Lem.) cactácea ornamental del desierto Chihuahuense. INIFAP-CIRNE, Campo Experimental Saltillo. Folleto para Productores No. 12. 10 p.

Villavicencio-Gutiérrez, E.E., A. González C. y M.A. Carranza P. 2013. Micropropagación de *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber Ex Britt. & Rose cactácea ornamental y recurso fitogenético del Desierto Chihuahuense. Rev. Méx. Cien. Ftale. 8(3):83-99.

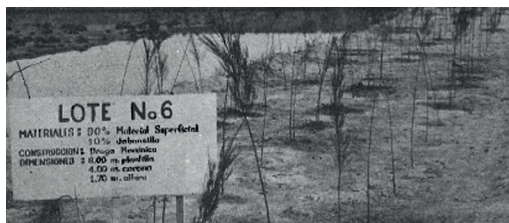
## PASTIZACIÓN Y FORESTACIÓN EN EL VASO DEL EX LAGO DE TEXCOCO

M.C. Tomás Pineda Ojeda, M.C. Eulogio Flores Ayala,  
Dr. Enrique Buendía Rodríguez, Dr. Fernando Carrillo Anzures,  
Campo Experimental Valle de México.



El Lago de Texcoco formaba parte de un sistema de lagos, localizados en el noroeste del Valle de México, que constituían una parte fundamental del sistema hidrológico de la región. El Lago de Texcoco regulaba el escurrimiento de las corrientes de agua, función que desapareció por los trabajos de desecación, los cuales comenzaron a principios del siglo pasado y concluyeron en la década de los cincuenta. El resultado fue que los suelos quedaron desprovistos de vegetación y con alto contenido de sales. En época de lluvias estos suelos se inundaban o permanecían saturados y no presentaban problemas de acarreo eólico, pero en época de secas al evaporarse la humedad en una extensa zona, la capa superficial dispersa o defloculada por altos contenidos de sodio quedaba expuesta a la erosión eólica, lo cual generaba tolvaneras y grandes nubes de polvo que ocasionaban problemas de salud a la población de la Ciudad de México.

Para tratar de solucionar la problemática anterior, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, creó el Área Experimental Forestal “Vaso del Ex Lago de Texcoco”, donde se realizaron trabajos de investigación para la “Determinación del rango de tolerancia a condiciones de *ensalitramiento* por las especies nativas e introducidas”, las actividades incluyeron probar especies arbóreas y de pastos para lograr una cobertura vegetal en la zona. Las especies de pasto probadas fueron: *Distichlis spicata* (L) Greene, *D. stricta* (Torr.) y *D. dentata* (Rydb); para el caso de especies arbóreas se incluyeron tres tolerantes a suelos salino sódicos: *Tamarix plumosa*, *T. parviflora* y *Casuarina equisetifolia*. CONAGUA (2004) reportó que para el año 2003 se habían plantado un total de 11.8 millones de árboles, los cuales han servido como cubierta vegetal de áreas desnudas en terrenos salino-sódicos del Ex Lago de Texcoco (14 500 hectáreas). La cobertura con pastos y las cortinas rompevientos han erradicado en 95% las tolvaneras y masas de polvo, lo que ha mejorado las condiciones ambientales del oriente de la Ciudad de México y la Zona Metropolitana del Valle de México.



35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO

Mota, U. J.C. 1979. Determinación del rango de tolerancia al ensalitramiento por el pasto salado (*Distichlis spicata* (L.) Greene.), en suelos del Ex Lago de Texcoco. Cienc. Ftal. Mex. 4 (22):21-44.

González, V. C.E. 1982. Una alternativa de cobertura vegetal del Ex Lago de Texcoco. Cienc. Ftal. Mex. 7(49):3-24.

## CRECIMIENTO E INCREMENTO DE PLANTACIONES FORESTALES DE CAOBA

M.C. Xavier García Cuevas, Campo Experimental Chetumal.

La investigación sobre plantaciones forestales de caoba en los trópicos, se ha caracterizado por la falta de conocimientos sobre el crecimiento e incremento de la especie. En la actualidad, las técnicas para determinación del crecimiento e incremento de los árboles, han evolucionado de manera notable, a tal punto que el cómputo electrónico y las técnicas de regresión para el ajuste de ecuaciones de crecimiento son algo muy común. En el manejo de las plantaciones forestales, el crecimiento e incremento son dos variables fundamentales, sin las cuales, no tiene mucho sentido emprender ninguna acción de planeación para la toma de decisiones.

Con técnicas de regresión no lineal, se ajustaron los modelos de Schumacher, Chapman-Richards y Weibull a una base de datos para obtener de manera más rápida y exacta los parámetros de las ecuaciones para estimar el crecimiento e incremento en diámetro, altura y volumen para plantaciones de caoba de hasta 35 años de edad.

Esta información es de vital importancia en el manejo de plantaciones forestales cuando se calculan turnos técnicos, ya que se deducen edades en las cuales es factible y necesaria la realización de aclareos y cortas, cuando los árboles empiezan a declinar en su velocidad de crecimiento, lo cual ocurre a los 8.3 años para la altura y a los a los 14.7 años en diámetro. Esto indica que a esas edades se presenta la competencia por espacio de crecimiento y nutrientes; por lo tanto, define la edad del turno técnico para la aplicación de los primeros aclareos en plantaciones forestales de caoba. Con esta tecnología se logró duplicar el crecimiento en diámetro y reducir el turno de cosecha a la mitad; es decir, la edad de cosecha pasó de 60 a 30 años. Los resultados de la tecnología fueron utilizados por fuentes financieras como el FIRA para hacer proyecciones económicas en el programa de plantaciones forestales de la CONAFOR, para 6 mil hectáreas en la región Sur-Sureste de México.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

- García-Cuevas, X., B. Rodríguez-Santiago y J. Islas-Gutiérrez. 2011. Evaluación financiera de plantaciones forestales de caoba en Quintana Roo. Rev. Mex. Cienc. Ftal. 2(7):8-25.
- García-Cuevas, X., H. Ramírez-Maldonado, J. Jasso-Mata y J. Hernández-Ramos. 2012. Uso de la FDP Weibull para predicción del rendimiento de plantaciones de *Swietenia macrophylla* King (Caoba). En Memoria: Primer Congreso Nacional de Egresados de los Centros de Educación y Capacitación Forestal de México, Uruapan, Michoacán. 10 p.

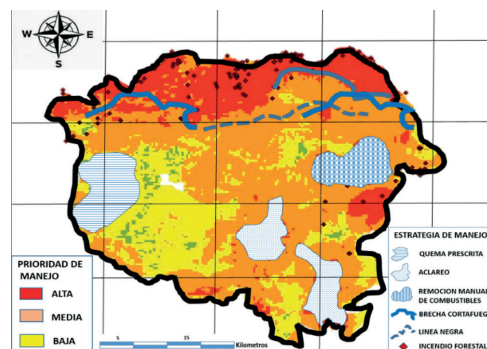
## DEFINICIÓN DE UNIDADES DE MANEJO DEL FUEGO

*Dr. José Germán Flores Garnica*, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.

La limitación de recursos implica que las estrategias sobre incendios forestales, se deban ubicar de acuerdo a las características de diferentes zonas. Para lo cual se debe integrar la mayor parte de información disponible, o generarla, para decidir qué estrategia es la más conveniente en un área definida. No obstante, la implementación de las estrategias de manejo del fuego, en general, no considera esta integración de información, y se limita la eficiencia de las actividades de combate, prevención y restauración. Por lo que se deben desarrollar tecnologías que permitan establecer criterios para delimitar áreas por sus requerimientos de manejo del fuego, que coincidan con planes de manejo y ordenación de la región. De esta forma, de acuerdo a su condición de aprovechamiento, conservación o restauración se ubican y dimensionan zonas de exclusión del fuego y zonas de uso del fuego.

Las Unidades de Manejo del Fuego se definen con base en: a) objetivos (protección, restauración, manejo); b) topografía (pendiente, exposición); c) vías de comunicación (accesos); d) valores (ecológico, económico, social); e) límites políticos (municipios, estados, comunidades); f) cargas de combustibles (cantidad y calidad); y g) regímenes del fuego (frecuencia e intensidad de incendios forestales). Así, las UMF apoyan a organizar la información con que se cuenta y a ubicar áreas con características similares, para establecer estrategias de manejo del fuego específicas (brechas cortafuego, aclareos, educación ambiental). El costo de la definición

de UMF estará supeditado a la información con que se cuente, a partir de un costo de 75 pesos por hectárea, para una superficie mínima de 5 mil hectáreas. El impacto de esta tecnología se refleja en la aplicación de planes de manejo del fuego de varios estados como Jalisco, Tabasco, Durango y Baja California en más de 80 mil hectáreas.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Flores, G. J.G., J. de D. Benavides S., E.L. Núñez G., D.G. Vega M., H.J. Leal A., A. Macías M. y K. Fuentes M. 2017. Análisis participativo para la definición de áreas prioritarias contra incendios forestales en Baja California. Folleto Técnico No. 2. INIFAP-CIRPAC, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, México. 75 p.

Flores, G. J.G., A.G. Flores R., M.E. Lomelí Z., G. Vázquez S., F.J. Zamora F., M.F. Román L. y F. Maciel B. 2019. Unidades de Manejo del Fuego para implementar un plan de manejo del fuego. En: Libro de Resúmenes del XIV Congreso Mexicano de Recursos Forestales. 6-9 noviembre, Durango, Durango. p. 247.

## SISTEMA PARA EL CÁLCULO DE COMBUSTIBLES FORESTALES 'SICCO'

**Dr. José Germán Flores Garnica, M.C. Jaqueline Xelhuantzi Carmona,  
M.C. Álvaro Agustín Chávez Duran,** Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.

En el manejo de incendios forestales es importante conocer el potencial y comportamiento del fuego. Lo cual entre otros factores está influenciado por la cantidad y calidad de los combustibles, es por ello que se requiere de una tecnología que facilite el cálculo de las cargas de los combustibles presentes en las áreas boscosas y con esto definir técnicas de manejo y control de los incendios en los ecosistemas forestales. Este sistema debe ser práctico, rápido y de fácil aplicación. Así mismo, debe permitir el cálculo de combustibles forestales a partir de levantamientos de campo de fácil implementación, lo que resulta en una estimación de las toneladas/hectáreas. Esta información servirá como base para determinar la disponibilidad y distribución de los combustibles, al mismo tiempo puede ser factible determinar el posible impacto y la intensidad con la que se puede presentar un incendio en esas áreas.

La aplicación de esta tecnología permite evitar la contratación de personal técnico, para el procesamiento de la información, lo cual puede ahorrar hasta 10% del monto total de la evaluación. Por otro lado, se tendrá un ahorro aunque no directo, ya que al determinar las cargas de combustibles forestales, se pueden evitar incendios devastadores en las áreas evaluadas, en cuanto a lo ecológico se puede evitar la pérdida de especies endémicas a causa de los incendios forestales. Debido a que la base de esta tecnología es contar con información

de combustibles forestales, que se obtiene en campo, se estima un costo de 2 mil pesos por sitio de muestreo, con un mínimo de 10 sitios. Lo anterior incluye muestreo de campo y análisis de información. Aunque el ahorro estimado en el uso del SICCO está en relación al tiempo que implica la estimación manual tradicional. El impacto de esta tecnología se refleja en que se ha reportado su uso por la CONAFOR y prestadores de servicios forestales en varios estados del país como Jalisco, Michoacán, Yucatán y Chihuahua.



**35 AÑOS TRANSFORMANDO EL CAMPO**

Flores, G. J.G., M. Meléndez G., R.G. Cabrera O. y O.G. Rosas A. 2007. Cálculo de las cargas de combustibles en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, usando el sistema de cálculo SICCO. Segunda Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. 19-21 septiembre. Universidad Autónoma de Guadalajara. Zapopan, Jalisco.

Chávez, D. A.A.; J.G. Flores G. y J. Xelhuantzi C. 2011. Sistema para el cálculo de combustibles forestales (SICCO). Folleto Técnico No. 4. INIFAP-CIRPAC-SAGARPA, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Junio. 73 pp.

## SECADOR SOLAR PARA MADERA EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA FORESTAL

**Dra. Martha Elena Fuentes López, M.C. Juan Quintanar Olguin**, Campo Experimental San Martinito;  
**Dr. Rogelio Flores Velázquez**, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria  
en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales.

A partir de la necesidad de secar madera con costos competitivos y buena calidad, en los años ochenta, el INIFAP diseñó y construyó un prototipo de secador solar para madera tipo Oxford modificado, en el Campo Experimental San Martinito. Desde 2005, este prototipo ha sido apoyado y solicitado por la CONAFOR a través de su programa de transferencia de tecnología, como paquete tecnológico que incluye la construcción, capacitación, adiestramiento y acompañamiento en su operación. Este secador se ha transferido a Empresas Forestales Comunitarias (EFC), ejidos y productores independientes de la pequeña y mediana industria en siete estados de la república mexicana: Puebla, Zacatecas, Michoacán, San Luis Potosí, Estado de México, Sonora y Colima para el secado de maderas de coníferas y latifoliadas. Al diseño original del secador solar se le hicieron cambios para mejorar su eficiencia y operación como: materiales de construcción en perfil tubular rectangular galvanizado con cubierta y techo de policarbonato celular para darle mayor vida útil; capacidad para secar desde 2.5 a 5.0 millares de pies tabla (pt) aserrados en cada carga o proceso de secado; y en promedio es posible realizar 15 procesos al año.

Los beneficios técnicos para estas empresas asistidas (20 beneficiarios directos con más de 9800 beneficiarios indirectos) al adquirir el paquete tecnológico, son: la disponibilidad de un equipo de fácil manejo amigable con



el ambiente, que aprovecha la energía solar disponible en abundancia sin costo de uso; el secado de madera en tiempos cortos que es de 12 a 30 días con madera de pino de una pulgada en función de la zona; fortalecimiento de capacidades técnicas del personal de las EFC o ejidos e incremento de su productividad y su competitividad. Los beneficios económicos son el bajo costo del secador solar (12% del costo de un secador convencional) y la disponibilidad de madera seca al 12% de contenido de humedad manteniendo la calidad de 90 a 100% de las tablas. Con el secador solar se agrega valor a la madera aserrada (11 pesos vs. 21 pesos por pt), con una relación Beneficio/Costo del secado de 1:5.5 por pt. La recuperación del costo del secador se obtiene en el noveno proceso de secado, y en conjunto los equipos instalados en las 20 empresas generan una utilidad neta de 8.4 millones pesos anuales.



Fuentes, L. M.E., M. Fuentes S. y J.F. Zamudio S. 1997. Análisis comparativo de tres sistemas de secado con madera de encino (*Quercus* sp.). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 3(2):155-160.

Quintanar, O.J., M.E. Fuentes L. y J.C. Tamarit U. 2011. Evaluación económica de un secador solar para madera Rev. Mex. Cien. For. 2(7):97-104.



Fotografía  
*Fertilización vista desde dron,*  
Mario Marín Silva Serna  
Campo Experimental Río Bravo

# Capítulo 4

## APORTACIONES ECONÓMICAS, SOCIALES Y AMBIENTALES



INICAP

CACIONES INTERCAMBIO

Co	Mg	K	Na	Al
meq/100g				
25.30	1.17	5.14	2.07	0.59
0.19	0.1	2.26	0.80	6.01
FRANCO	MOD. ALTO	MOD. ALTO	MUY BAJO	MOD. BAJO
FRANCO	MOD. ALTO	MOD. ALTO	MUY BAJO	MOD. BAJO
FRANCO	MOD. ALTO	MOD. ALTO	MUY BAJO	MOD. BAJO

Fotografía  
Investigador-transferencia,  
Robertony Camas Gómez,  
Campo Experimental Centro de Chiapas



---

Fotografía:  
*Hongos*,  
José Augusto Cruz Escalante,  
CENID COMEF

## CAPÍTULO 4

# APORTACIONES ECONÓMICAS, SOCIALES Y AMBIENTALES

Dr. Adrián González Estrada<sup>1</sup>

### Introducción

**E**s posible definir lo que es una institución pública con base en su misión y mandato; sin embargo, una mejor forma sería aquella que la definiera no sólo por lo que dice ser sino por lo que hace, por su desempeño y sobre todo por sus contribuciones al desarrollo del país. Las aportaciones conforman la esencia objetiva de cualquier institución y, por ello, deben ser la base no únicamente de su definición sino también de su evaluación; es decir, las instituciones públicas tienen que valorarse por lo que realmente son, su desempeño y sus contribuciones. En la celebración de algún aniversario notable de una institución es importante aludir a los hechos que la hicieron surgir, a su misión, desempeño, los bienes públicos y privados que ha producido y, mejor aún, sus impactos económicos y sociales.

Las instituciones públicas tienen la exigencia ineludible de hacer un uso eficiente y honrado del dinero público que ejercen y dar evidencias de que inducen un beneficio superior a los recursos que reciben. El objetivo de este capítulo es conmemorar el trigésimo quinto aniversario del INIFAP mediante sus contribuciones económicas, sociales y ambientales al desarrollo de México durante el período 1985-2020, con el fin de que se le valore objetivamente por sus resultados e impactos.

### Importancia de la ciencia y la tecnología para el crecimiento económico

Una de las fuentes más importantes de riqueza de un país es el crecimiento de la productividad que surge del desarrollo de las fuerzas productivas; este crecimiento sería inconcebible sin el desarrollo previo de las correspondientes actividades científicas y tecnológicas. Otras fuentes incluyen al desarrollo de la organización social, la creación de instituciones que impulsen ese desarrollo y una estructura jurídico-política que propicie ese proceso de creación de riqueza.

Durante el período 1960-1990, el crecimiento económico de México se debió en 40.5% a la acumulación de capital físico, en 23.0% a la cantidad de fuerza de trabajo empleada y su capacitación, y en 36.5% al crecimiento de la productividad total de los factores que proviene principalmente de las actividades científicas y tecnológicas (Barro y Sala-i-Martin, 2003; Economic growth). En EUA la aportación del crecimiento de la productividad fue considerablemente superior. Es decir, sin este, la producción de bienes finales en México hubiese sido 36.5% inferior en ese periodo.

<sup>1</sup>Campo Experimental Valle de México

De las tres clases de políticas macroeconómicas, la fiscal y la monetaria son las que reciben la mayor atención; la tercera, la política científica y tecnológica, tiene importancia a largo plazo como las dos primeras, pero recibe un apoyo considerablemente inferior, aunque es crucial para el crecimiento económico de los países (Parente y Prescott, 2000; Barriers to riches), el cual es también una condición imprescindible, aunque no suficiente, de una política social que se proponga mejorar sustancialmente y de manera sostenible las condiciones de vida de los pueblos.

## Contribuciones del INIFAP al crecimiento económico de México

El INIFAP ha generado un gran número de tecnologías y productos para el sector agropecuario y forestal de México. Para el subsector pecuario, el Instituto ha desarrollado tecnología para la producción animal en las áreas de genética, reproducción, nutrición, alimentación y producción de forrajes, así como vacunas y técnicas de diagnóstico para la prevención y control de las enfermedades de mayor relevancia para la ganadería mexicana; un caso relevante, la vacuna PAV-250 se aplicó a 10 millones de cerdos para erradicar la fiebre porcina clásica en México, lo que abrió el mercado de exportación y ha evitado pérdidas por mil millones de pesos anuales. Para la actividad forestal se han desarrollado técnicas para el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de las principales especies maderables de los bosques y selvas del país que han impulsado la productividad y sostenibilidad de ese subsector. Para la agricultura, el INIFAP y sus antecesores (IIA e INIA) han liberado 1208 variedades en 45 cultivos durante el período 1942-2015 (SNICS, 2019; Catálogo Nacional de Variedades vegetales).

De 1985 a 2019, el INIFAP registró 626 variedades mejoradas genéticamente y 159 más que están en programas de calificación (SNICS, 2019), aportación que equivale a 70% de las variedades liberadas por todas las instituciones del sector público. De ese conjunto de variedades del INIFAP, 161 corresponden a maíz, 109 a trigo,

78 a frijol, 29 a sorgo y 20 a papa, entre otras. De todas las variedades registradas 21.8% pertenecen al INIFAP, 21.4% a Seminis-Monsanto, 14.5% a Pioneer, 6.8% a Dow Agrosiences, 5% a la Universidad Autónoma Chapingo y el resto (30.5%) a otras instituciones públicas y privadas.

Las variedades de trigo generadas por el INIFAP se siembran en 95% de la superficie con este cereal; la variedad de chile habanero Jaguar, se cultiva en más de 70% de la superficie nacional; y en más del 80% de la superficie comercial sembrada con frijol se utilizan variedades liberadas por el INIFAP. Se estima que más de 80% de los alimentos que consumimos del campo mexicano se producen con alguna tecnología del INIFAP.

¿Cuáles han sido los impactos económicos, sociales y ambientales de las tecnologías y productos generados por el INIFAP? Es difícil contestar esta pregunta no sin antes haber cuantificado dichos impactos mediante estudios socioeconómicos, tales como los realizados durante el período 2003-2020 (González-Estrada *et al.*, 2003-2020; Estudios de evaluación del impacto económico de los productos de INIFAP), en los cuales se registran los resultados de 34 tecnologías y productos del INIFAP. Los estimadores evaluativos se presentan en el Cuadro 1.



Fotografía: Demostración de campo en soya, Guillermo Ascencio Luciano, Campo Experimental Las Huastecas

Cuadro 1. Impactos económicos de 34 tecnologías del INIFAP (2003-2020).

Tecnología	Tasa B/C*	TIR** %	VAN*** (Millones) 2020=100
<b>Hortalizas</b>			
1. Variedades mejoradas de ajo (El Bajío)	43.7	28	2248
2. Garbanzo Blanco Sinaloa (Sinaloa)	65	33.2	8113
3. Variedades de chile jalapeño	5.3	33	37
<b>Frutales</b>			
4. Control de la gomosis del limonero mexicano (Colima)	9.9	18	705
5. Control de la araña roja del durazno (Zacatecas)	11.8	31	115
6. Variedades de manzana (Norte-Centro)	4.8	22	137
<b>Cultivos básicos</b>			
7. Variedad de trigo CIRNO (Sur de Sonora)	51.7	42.2	7071
8. Variedad de trigo Cachanilla (Mexicali-San Luis Río Colorado)	2.1	18.2	83
9. Variedad de trigo Río Colorado (Mexicali-San Luis Río Colorado)	7.1	23.0	455
10. Variedad de trigo Cortazár (El Bajío)	72.1	47.9	5488
11. Variedad de trigo Salamanca S75 (El Bajío)	84.2	42	83 673
12. Variedad de trigo Júpare (Sur de Sonora)	13.5	26.9	1124
14. Variedad intervarietal de maíz HV-313 (Centro-Occidente)	6.2	19	721
15. Híbrido de maíz H-48 (Valles Altos)	26.8	27.7	690
16. Híbrido de maíz H-50 (Valles Altos)	9.4	22.7	458
17-18. Híbridos de maíz H-318, H-358 y H-375 (Centro-Occ.)	2.9	16.2	370
19. Variedad de Frijol: Pinto Villa (Norte-Centro)	18.9	27	2531
20. Variedad de frijol: Flor de Mayo M38	8.1	31	139
21. Variedad de frijol Pinto Mestizo	21.9	51	439
22. Variedad de frijol Negro Sahuatoba	4.2	19	23
23. Variedad de frijol Pinto Bayacora	4.2	19	55
24. Variedad de frijol Pinto Saltillo (Norte-Centro)	62	30.5	5851
25. Variedad de frijol Azufrado Higuera (Noroeste)	24	26.6	7685
<b>Cultivos industriales</b>			
26. Variedad de cebada Esmeralda (Altiplano)	15	23.6	4878
27. Variedad de cebada Esperanza (El Bajío)	15.8	24.5	4890
28. Variedad de cafetos Oro Azteca (Sureste)	2.7	13.9	1093
<b>Cultivos forrajeros</b>			
29. Variedades de avena (Chihuahua)	3.9	10.6	4943
30. Variedad de avena Chihuahua (México)	43.5	45.1	98 841

## Cuadro 1. Continuación.

Tecnología	Tasa B/C*	TIR** %	VAN*** (Millones) 2020=100
31. Trigo en surcos (Sur de Sonora)	6.4	16.5	2324
32. Algodón en surcos estrechos (La Laguna)	101	73	1659
<b>Actividades agropecuarias</b>			
33. PROGAN (Sonora)	3.5	59.3	2223
34. CGAVATT (Sinaloa)	3.8	29	266
<b>TOTAL (Medias ponderadas y total base 2020=100)</b>	<b>54.7</b>	<b>40.1</b>	<b>252 052</b>

\*Beneficio/Costo; \*\*Tasa interna de rentabilidad; \*\*\* Valor actual neto. Fuente: Cálculos propios con base en los estimadores procedentes de 34 investigaciones de impacto de González-Estrada et al. 2003-2020. Serie Estudios de Evaluación del Impacto Económico de los Productos de INIFAP. Publicaciones Técnicas, Números 1-34. INIFAP. México, D.F.

En dicho cuadro se observa que la tasa Beneficio/Costo (B/C) media ponderada es 54.7, lo cual significa que cada peso invertido en la generación de esas 34 tecnologías produjo un beneficio neto para el país y para los agricultores adoptantes de 54.7 pesos. Por otra parte, la tasa interna de rentabilidad (TIR) de las inversiones del INIFAP fue 40.1%, considerablemente superior a la rentabilidad media de las inversiones privadas y mucho mayor que la tasa de rendimiento libre de riesgo de las inversiones financieras en México. Por último, el valor actual neto (VAN) de los impactos económicos producidos por esas 34 tecnologías producidas por el INIFAP fue 252 052 millones de pesos a precios de 2020. De acuerdo con estas cifras, los impactos económicos netos de tan solo 34 tecnologías del INIFAP, una fracción pequeña del total de aportaciones durante sus 35 años de vida, han sido tan cuantiosos, que equivalen a:

- 184 veces el presupuesto fiscal inicialmente asignado al INIFAP en 2020.
- 5 veces el gasto total del Gobierno Federal con respecto al campo en 2020.
- 36% del Producto Interno Bruto de la agricultura del año 2019 a precios de 2020.
- 47% del rubro de “deuda pública” del presupuesto de egresos del Gobierno Federal (Cámara de Diputados, 2020; Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2020).

El análisis anterior también muestra que la tasa de rentabilidad de la investigación agropecuaria y forestal del INIFAP es extraordinariamente superior a la tasa media real de rendimiento de las inversiones de capital privado (González-Estrada, 2016; Rev. Mex. Cienc. Agríc. 7[7]:1585-1598). Esta alta rentabilidad evidencia que los recursos asignados al INIFAP son insuficientes, ya que se desperdician posibilidades de crecimiento y de mejoría del bienestar (González-Estrada y Stanley Wood, 2006; Libro Científico Núm. 1, INIFAP). Stiglitz, Premio Nobel de Economía 2001, muestra que invertir de manera insuficiente en la investigación que produce bienes públicos es ineficiente económica y socialmente (Stiglitz, 2019; People, Power, and Profits: Progressive Capitalism for an Age of Discontents).

### Adopción de tecnologías y agricultores beneficiados

Durante el período 2000-2010, 30 de las 34 tecnologías evaluadas se utilizaron en 1.8 millones de hectáreas y beneficiaron a 536 mil productores en promedio por año. Las cuatro variedades de trigo recientemente evaluadas: CIRNO, Río Colorado, Cachanilla y Cortázar, se sembraron en un promedio anual de 217 mil ha, de 2010 a 2019. La superficie acumulada sembrada con esas cuatro variedades en ese lapso de tiempo fue 2.17 millones de hectáreas (González-Estrada et al., 2003-2020).

## Beneficios sociales

La creación de riqueza es una condición necesaria, pero no suficiente para el desarrollo y el bienestar social. Según Stiglitz (2019), las economías más productivas e innovadoras que mayor riqueza producen, han desarrollado una creciente desigualdad en la distribución del ingreso, que ha introducido una ineficiencia cada vez más grande en la economía y en la sociedad que provoca un obstáculo creciente para el crecimiento económico y para el bienestar social. Recientemente se ha observado que los países con mayor desigualdad tienen un comportamiento económico más pobre. Por esta razón y dentro de los marcos de la sociedad actual, se requiere de una economía eficiente, estable y creciente, así como de instituciones que hagan posible que los frutos de ese crecimiento económico sean compartidos de una manera más justa y eficiente.

Con el fin de conocer cómo se distribuyeron los impactos económicos netos de 34 tecnologías generadas por el INIFAP entre los agricultores adoptantes, se usaron los estimadores del coeficiente de Gini, el cual arrojó un valor ponderado de 25.9%. Stiglitz (2012; El precio de la desigualdad) establece que los países con una desigualdad del ingreso “elevada”, como Alemania, Suecia y Noruega, tienen un coeficiente de Gini menor o igual a 30% y aquellos con una desigualdad “elevada” presentan un coeficiente en la vecindad de 50%, como EUA, México, otros países de Latinoamérica y Sudáfrica.

El coeficiente de desigualdad social en la distribución de los impactos económicos de las 34 tecnologías de INIFAP (25.9%), es considerablemente inferior al coeficiente de Gini de la distribución del ingreso entre los mexicanos: 56.6% en 1996 y 44.8% en 2007 (Castañeda y Rodríguez, 2008; Colección Cenizontle, Fondo de Cultura Económica) y algo similar resultará del efecto combinado entre la pandemia y la crisis económica actual. Por lo tanto, de acuerdo con el criterio referido, las 34 tecnologías del INIFAP tuvieron efectos distributivos buenos, ya que sus coeficientes



*Frijol Pinto Rarámuri*



*Milpa en la Frailesca, Chiapas*

de Gini fueron inferiores a 50%, típico de la distribución del ingreso de México.

## Impactos ambientales

El Dr. Tomás Hernández Tejeda, investigador del INIFAP del CENID-COMEF, fue parte de un grupo galardonado con el Premio Nobel de la Paz en 2007. Ese equipo estuvo conformado por el grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático de la Organización Mundial de Meteorología (WMO) y por el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas (UNEP), quienes en conjunto desarrollaron una metodología general y estandarizada para la elaboración del inventario de gases de efecto invernadero aplicable a todos los países del mundo (Hernández Tejeda, 2020).



Fotografía: Diagnóstico en cultivo de maíz, Leticia Zaldívar Reza, Sitio Experimental Querétaro

Por su parte, González-Estrada y Camacho-Amador (2018, Rev. Mex. Cienc. Agríc. 9[7]:1399-1410) estimaron las emisiones de gases de efecto invernadero (óxido nítrico) producidas por el uso de fertilizantes químicos nitrogenados en la agricultura mexicana. Con un modelo de equilibrio general de la economía se cuantificaron los costos económicos de esas emisiones y propusieron una política fiscal para su control eficiente.

El sistema de siembra de trigo en surcos desarrollado por el INIFAP para el sur de Sonora ha permitido incrementar la eficiencia del agua de riego en esa región. En términos medios, el sistema de siembra en surcos requiere de cuatro riegos y de 5750 m<sup>3</sup> de agua/ha, mientras que el sistema tradicional (siembra en melgas) necesita de cinco riegos por ciclo y de 7 mil m<sup>3</sup>/ha, lo que representa un ahorro de agua de 17.8%. El volumen total de agua ahorrada durante el período 1980-2007 fue de aproximadamente 5 mil millones de metros cúbicos, volumen equivalente al agua necesaria para el cultivo del trigo en surcos durante todo el ciclo en una superficie de 891 mil hectáreas o al agua requerida en casi cuatro años por las 230 mil hectáreas con trigo en surcos que se siembran en el sur de Sonora (González-Estrada et al.; 2003-2020).

El sistema de siembra del algodón en surcos estrechos desarrollado por el INIFAP permite reducir el número de riegos de auxilio de entre cinco y ocho a únicamente tres. Además, se reduce en dos o tres el número de aplicaciones de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades, con respecto al sistema tradicional en el que se aplican 8-10. Con ello, se reducen los costos de producción entre 25 y 30%; disminuyen entre 15 y 20% los daños por plagas; se mejora la calidad de la fibra; decrece el consumo de agua en 1500 m<sup>3</sup> por cada riego de auxilio, y se aminora la contaminación ambiental por pesticidas. Este sistema de siembra hizo posible reducir en 2.5 el número de aplicaciones de plaguicidas y, en consecuencia, se evitó la adición de 300 mil litros de pesticidas entre 2003 y 2007. También permitió reducir el número de riegos de auxilio en 12 mil hectáreas de algodón en la región de La Laguna, con un ahorro anual de agua de 54 millones de m<sup>3</sup> (González-Estrada, et al., 2003-2020).

La resistencia genética a las royas de la variedad de trigo Salamanca S75 evitó la aplicación de 5 millones de litros de fungicidas en una superficie acumulada de 2.5 millones de hectáreas durante los 30 años en que dicha variedad fue sembrada (González-Estrada et al., 2003-2020). El método de control de la araña roja en plantaciones de durazno ha evitado el uso de acaricidas en una superficie acumulada de al menos 200 mil hectáreas, tan solo en el estado de Zacatecas, en el período 1995-2010 (González-Estrada et al., 2003-2020).

## Generación ininterrumpida de brechas tecno-económicas

El crecimiento de la productividad total y parcial mediante las actividades científicas y tecnológicas, y la superación de los obstáculos económicos y sociales para la adopción de nuevas y más eficientes técnicas de producción son dos de los factores más importantes en el crecimiento económico de los países (Parente y Prescott, 2000). El INIFAP ha estado aumentando las brechas productivas y económicas en las distintas actividades del campo, a través de la generación



Fotografía: Maíces nativos de Oaxaca, LARB, Campo Experimental Río Bravo

de conocimientos, tecnologías y productos que superan a las prácticas productivas prevalecientes en el sector; se trata de un desplazamiento hacia arriba de las curvas de posibilidades tecno-económicas de producción.

Un subconjunto de 10 tecnologías, no incluidas en el análisis de las 34 descritas anteriormente, se han utilizado durante los últimos 10 años en una superficie acumulada de 5.5 millones de hectáreas. Se estima que dichas tecnologías han generado ganancias acumuladas por 32 mil millones de pesos para beneficio de los productores adoptantes. Dentro de esas 10 tecnologías sobresale el control del pulgón amarillo del sorgo en una superficie acumulada de 1.68 millones de hectáreas en Tamaulipas de 2014 a 2017, con una ganancia de 4200 millones de pesos para los productores, equivalente a 3.5 veces el presupuesto anual del INIFAP (Rodríguez del Bosque y Terán, 2018; Folleto Técnico INIFAP MX-0-310309-72).

## Evaluación del INIFAP mediante la generación de tecnologías de impacto

A raíz de su transformación en Centro Público de Investigación, el INIFAP ha sido evaluado regularmente con base en su desempeño, y ha presentado cada año una matriz de indicadores. Uno de ellos es la tasa de crecimiento anual de las ganancias de los productores que usaron alguna de las 10 innovaciones tecnológicas sobresalientes, con respecto a los productores que utilizaron tecnologías testigo. La H. Junta de Gobierno del INIFAP ha otorgado, año con año, al Instituto por su desempeño la calificación de excelencia, con base en el análisis y evaluación estricta de la matriz de indicadores de desempeño que presenta anualmente la institución, desde 2003.

## Conclusiones

En 35 años de vida, el INIFAP ha justificado sobradamente los recursos públicos que ha ejercido y ha demostrado ser una institución que impulsa el crecimiento económico del campo mexicano. Los conocimientos y tecnologías generadas han tenido grandes impactos económicos y de bienestar para los mexicanos.

Las inversiones en la investigación del INIFAP han sido altamente redituables y considerablemente superiores a la media de las inversiones privadas. La insuficiencia de apoyos financieros para la investigación representa un desaprovechamiento de oportunidades de crecimiento económico y social para México.



## Capítulo 5

# PERSPECTIVAS Y RETOS DE LA INVESTIGACIÓN



Fotografía  
Revisión del estado sanitario de jitomate en invernadero,  
Alfredo Tapia Naranjo,  
Sitio Experimental Querétaro



Fotografía:  
*La labranza de conservación mantiene la humedad en el suelo,*  
Manuel Mora Gutiérrez,  
Campo Experimental Las Huastecas

## CAPÍTULO 5

# PERSPECTIVAS Y RETOS DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. José A. Cueto Wong<sup>1</sup>

### Introducción

**M**éxico tiene un territorio de 196.4 millones de hectáreas y ocupa el cuarto lugar entre los 17 países denominados como megadiversos, que conjuntamente albergan cerca de 70% de las especies conocidas en mundo. Esto en parte se debe a la gran diversidad de nuestro país en suelos, climas y ambientes derivados de su geología, orografía e hidrología. Sus principales ecosistemas son bosques nublados, bosques templados, matorrales, pastizales, selvas húmedas, selvas secas, manglares y cuerpos de agua. De acuerdo con la FAO (2015; Evaluación de los recursos forestales mundiales), la deforestación es la principal causa directa de la degradación de los ecosistemas terrestres y de la pérdida de la biodiversidad; alrededor de 45% del territorio mexicano presenta algún nivel de degradación. Sin embargo, estimaciones recientes de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) indican que la tasa de deforestación se redujo en 51%, respecto al periodo 2010-2015.

Según la FAO (2014; Base referencial mundial del recurso suelo), en México existen 28 tipos de suelo de los 32 reconocidos; por superficie, los

principales son Leptosol, Regosol, Phaeozem, Calcisol, Luvisol y Vertisol, que en conjunto ocupan 82% de la superficie del país. No obstante, en 52% del territorio nacional se presentan suelos someros, poco desarrollados y con limitaciones para el uso agrícola (SEMARNAT, 2012; Informe de la situación del medio ambiente en México). Además, 45% de los suelos del país muestran algún tipo de degradación, principalmente química, erosión hídrica, erosión eólica y degradación física. La degradación edáfica afecta 78% de los sistemas de producción agrícolas y pecuarios (INEGI, 2015; Uso de suelo y vegetación).

La variabilidad del país no es menor en cuanto a tipos de climas; el 28.4% del territorio nacional se clasifica como zonas áridas, 23.4% templadas, 19.9% semiáridas, 16.1% trópico seco y 12.2% trópico húmedo. En promedio, las temperaturas máxima, media y mínima en el país son 30.1, 22.6 y 15.0 °C, respectivamente. La precipitación promedio nacional es 782 mm (SMN, 2018; Resumen del clima en México), aunque dista mucho de ser homogénea en el territorio nacional.

<sup>1</sup>Coordinación de Investigación, Innovación y Vinculación, Oficinas Centrales



Fotografía: *Vigilante del bosque*, Sergio Rosales Mata, Campo Experimental Valle del Guadiana

## Aspectos relevantes de los recursos y actividades forestales

De acuerdo con CONAFOR, 70% del territorio nacional, que equivale aproximadamente a 138 millones de hectáreas está cubierto por bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. En esta superficie, se obtiene una gran cantidad y diversidad de productos, así como un número considerable de servicios ecosistémicos. Cierta proporción del área forestal se explota de manera simultánea con actividades agrícolas y pecuarias, lo cual da lugar a sistemas silvopastoriles, agroforestales o agrosilvopastoriles. Entre los principales ecosistemas forestales se pueden mencionar a los matorrales xerófilos, bosques templados, selvas, manglares y otros tipos de asociaciones de vegetación forestal.

La mayor parte de la producción forestal (90%) se concentra en los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo. En 2017, la producción maderable provino principalmente de Durango, Chihuahua, Oaxaca, Tabasco y Michoacán, que en suma contribuyeron con 67% de la producción total. De acuerdo con SEMARNAT (2020; Producción forestal maderable), los principales géneros aprovechados son pino (*Pinus* spp.) con 6.4 millones de m<sup>3</sup>r (70.9%), comunes tropicales con 1.2 millones de m<sup>3</sup>r (13.4%) y encino (*Quercus* spp.) con 0.9 millones de m<sup>3</sup>r (9.8%). La producción maderable tropical se concentró en Tabasco, Tamaulipas y Veracruz, con 78% del

total aprovechado. La producción forestal no maderable que incluye principalmente fibras, gomas, ceras, resinas y rizomas, procede en su mayoría del Estado de México (54 423 t), Michoacán (24 141 t), Zacatecas (20 812 t), Tamaulipas (10 697 t) y Veracruz (6477 t), estados que produjeron 79% del total nacional. Del valor total de la producción, 91% corresponde a maderables y 9% a no maderables.

## Perspectivas y retos de la investigación forestal

Se prevé que los sistemas forestales sigan bajo la presión ambiental y humana derivada de los efectos negativos del cambio climático global y de las actividades productivas que ahí se desarrollan. Los escenarios climáticos que resultan de varios modelos de simulación muestran que las zonas áridas y semiáridas serán impactadas con mayor severidad, además de ser más frágiles debido a las altas temperaturas y patrones de lluvia concentrados en eventos extremos. Por ello, será necesario interactuar más estrechamente

con los subsectores agrícola y pecuario ya que una superficie clasificada a *priori* como forestal, paralelamente podría utilizarse en forma parcial con fines agrícolas o pecuarios. En consecuencia, el desarrollo de ecosistemas forestales sostenibles demandará que las actividades sociales, ecológicas y económicas sean vistas de manera integral.

Las prioridades de investigación y desarrollo tecnológico por realizar en el subsector forestal deberán considerar los efectos que se derivarán del cambio climático, así como la cuantificación más precisa de los problemas ocasionados por el hombre que impactan negativamente la productividad de las áreas forestales, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, tales como el sobrepastoreo, incendios forestales, tala clandestina, plagas y enfermedades forestales, así como las prácticas de manejo inadecuadas; estos factores que han transformado grandes extensiones de bosques, selvas húmedas y subhúmedas en áreas agrícolas o pastizales cultivados o inducidos. Además, será preciso atender las funciones



Fotografía: INIFAP, uniendo la ciencia y el campo, Roberto Reynoso Santos, Campo Experimental Centro de Chiapas

principales de los bosques, entre ellas la captación de agua y carbono, en general los servicios ecosistémicos que representan una fuente de ingresos para personas en condiciones de pobreza y marginación.

El INIFAP ha identificado seis sistemas de investigación forestal, con los cuales se pretende atender la generación de conocimiento, desarrollo y transferencia de tecnologías, así como de productos y servicios. En los siguientes años, será imprescindible enfocar las investigaciones sobre las relaciones entre los servicios ecosistémicos y el manejo forestal para desarrollar modelos que permitan analizar alternativas de manejo combinado o multipropósito, especialmente en regiones donde la producción maderable sigue siendo un objetivo preponderante. Lo anterior significa que se deberá continuar con el desarrollo de tecnologías para la recolección de germoplasma, producción de plantas y establecimiento de plantaciones forestales que incrementen los rendimientos en las plantaciones comerciales y para el manejo de aquellas cuya finalidad es la recuperación de áreas degradadas. En el corto y

mediano plazo, la investigación buscará aplicar sistemas de vanguardia en biotecnología forestal para aumentar la eficiencia de las estrategias de conservación *in situ* y *ex situ*, así como para el mejoramiento genético con énfasis en especies prioritarias y vulnerables.

En materia de sanidad forestal, la investigación se centrará de manera prioritaria en modelos de predicción, detección y manejo de plagas y enfermedades nativas y exóticas, principalmente con productos ecológicamente amigables. En cuanto a incendios, se investigará el potencial de modelos de simulación dinámica del comportamiento del fuego calibrados para los ecosistemas de México y se desarrollarán tecnologías para la planeación del manejo del fuego en diferentes escalas espaciales. Finalmente, otros temas forestales que deberán ser atendidos son los relativos a la industrialización de los productos maderables tradicionales, la agregación de valor a los productos forestales no maderables típicos de las zonas áridas y semiáridas y a la generación de energía a partir de materiales celulósicos (dendroenergía).



Fotografía: Agave disfrutando del paisaje, Sergio Rosales Mata, Campo Experimental Valle del Guadiana

## Aspectos relevantes de los recursos y actividades agrícolas

En México existen 26 millones de hectáreas de uso agrícola, de las cuales solo se cultivan alrededor de 22 millones al año; de estas, aproximadamente 16 millones se siembran bajo condiciones de temporal y los restantes 6 millones dependen parcial o completamente del riego con aguas superficiales o subterráneas. En 2019, se cultivaron 20.7 millones de hectáreas con especies anuales y perennes, bajo riego o temporal. De dicha superficie, alrededor de 67% correspondieron a maíz, trigo, café, caña de azúcar, frijol, avena forrajera, cacao, oleaginosas, manzana, sorgo grano y arroz (SIAP, 2019; Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). El maíz, frijol y chile se cultivan prácticamente en todo tipo de ambientes, suelos, regímenes de humedad; el caso del maíz y del chile, con una gran diversidad de propósitos. Los productores agrícolas pueden ser de subsistencia o autoconsumo, o medianos y grandes que producen para abastecer al mercado nacional y parcial o completamente a la exportación. Algunos sistemas de producción están basados en conceptos de agricultura tradicional, misma que se caracteriza por el minifundio, cultivos asociados y poco uso de materiales genéticos mejorados, tecnología e insumos como fertilizantes y plaguicidas sintéticos. Por otro lado, existen zonas donde la agricultura es altamente tecnificada con uso intensivo de semillas mejoradas, maquinaria, tecnología moderna e insumos de síntesis industrial.

El INIFAP atiende demandas de conocimiento y tecnología en más de 45 sistemas producto agrícolas, entre ellos granos básicos (maíz, frijol, arroz y trigo); cereales (avena, cebada y amaranto); cultivos forrajeros; frutales (nogal, manzana, guayaba, limón, mango, naranja, aguacate, papaya y plátano); hortalizas



Fotografía: *Siembra de experimentos de soya*, Guillermo Ascencio Luciano, Campo Experimental Las Huastecas



Fotografía: *Abeja trabajando*, LARB, Campo Experimental Río Bravo



Fotografía: *Experimentación y demostración*, Mario Marín Silva Serna, Campo Experimental Río Bravo

(chile, tomate, cebolla, ajo, melón, sandía y papa); agroindustriales (agaves, cacao, café, algodón, caña de azúcar, vid, cocotero, hule y sorgo); oleaginosas (cacahuete, soya, canola y cártamo); y ornamentales (heliconia, cosmos, tigridia, dalia, echeveria, orquídea y nochebuena). Todos estos sistemas producto tendrán que enfrentar nuevas amenazas y retos derivados del cambio climático global, como altas temperaturas, temporales erráticos y la reducción en la disponibilidad del agua superficial y subterránea para riego.

## **Perspectivas y retos de la investigación agrícola**

Se espera que la demanda de alimentos continúe aumentando en consecuencia al crecimiento poblacional y a las nuevas demandas de la sociedad y del sector agroindustrial. Sin embargo, la sociedad espera además que los alimentos tengan mayor calidad, nutrición e inocuidad, además que los sistemas de producción sean sostenibles desde el punto de vista social y ambiental.

Una de las fortalezas del INIFAP es la permanente generación de nuevas variedades vegetales. El mejoramiento genético continuará como una de las prioridades de investigación, al menos en las especies antes citadas debido a que ofrece soluciones de mediano y largo plazo, más sostenibles que las estrategias de corto plazo, que suelen basarse en el uso de agroquímicos. El mejoramiento genético continuará orientado hacia la obtención de nuevas variedades, híbridos, clones, con mayor potencial de rendimiento, calidad del producto y con resistencia a diferentes tipos de estrés biótico y abiótico en los diversos agrosistemas, muchos de los cuales se relacionan con el cambio climático. Para esta estrategia, será fundamental el Centro Nacional de Recursos Genéticos, así como los 54 bancos de germoplasma de especies vegetales del

INIFAP. Así mismo, el Instituto continuará desarrollando investigación aplicada para determinar las mejores prácticas agronómicas, como labranza, fechas de siembra, densidades de siembra, arreglos topológicos, fertilización, uso y manejo del agua, y manejo de plagas, enfermedades y maleza. Además, cada vez será más imperiosa la necesidad de cuantificar los impactos negativos en los productos cosechados, en el suelo, cuerpos de agua y atmósfera derivados del uso de las actuales tecnologías de producción.

En los siguientes años, el INIFAP deberá aplicar técnicas más modernas como el mejoramiento genético asistido con marcadores moleculares y otros métodos biotecnológicos; monitoreo, cuantificación y desarrollo de soluciones a problemas bióticos o abióticos basados en el uso de sensores remotos y modelos de simulación cada vez más robustos; generación de conocimientos y tecnologías para la recuperación y mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos y de las cuencas hidrológicas; reducir la emisión de contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos; desarrollar métodos y técnicas alternativos al uso de agroquímicos para el combate de plagas, enfermedades y maleza; y desarrollo de biofertilizantes y abonos orgánicos con potencial para sustituir parcial o totalmente el uso de fertilizantes de síntesis industrial.

El INIFAP deberá contribuir con nuevos conocimientos y tecnologías a los objetivos del desarrollo sostenible, sobre todo los relacionados con la seguridad alimentaria, la mejora en la calidad nutricional y la erradicación del hambre, con énfasis en productores y zonas rurales de alta y muy alta marginación, sin excluir a medianos y grandes productores; en ambos casos mediante una agricultura sostenible y amigable con el ambiente. Sin duda el INIFAP tendrá que aportar tecnologías para una mejor gestión de los recursos hídricos

nacionales, tanto en sistemas de producción de temporal como en los que utilizan agua superficial y subterránea.

### Aspectos relevantes de los recursos y actividades pecuarias

En el país existen cerca de 32.3 millones de bovinos para carne, 2.5 millones de bovinos para leche, 17.8 millones de cerdos, 8.9 millones de caprinos, 8.7 millones de ovinos, 568 millones de aves para carne y 2.2 millones de colonias de abejas (SIAP, 201; Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). De las especies productivas pecuarias, prácticamente todas muestran un ligero incremento en el periodo 2010-2018, excepto el ganado caprino que tuvo una ligera tendencia a la baja de 2.7%. Cada una de estas especies tiene una problemática relativamente definida, lo cual se toma de base para el establecimiento de las líneas de investigación en cada caso. En contraste con los sistemas de producción agrícola, los pecuarios son menos diversos y presentan menor diferencias dentro de amplias zonas con condiciones climáticas y de cobertura vegetal similares.

### Perspectivas y retos de la investigación pecuaria

La producción de bovinos para carne es la actividad pecuaria que más se realiza en todo el país, con más de 1.15 millones de unidades de producción que se dedican a la producción de becerros para engorda y que dependen básicamente del pastoreo en alrededor de 110 millones de hectáreas de agostaderos y praderas. El principal problema que se ha identificado en esta cadena es la baja eficiencia reproductiva en los sistemas de producción vaca-cría. Para atender este problema, en los siguientes años el INIFAP deberá trabajar en aspectos de mejoramiento genético a través del



estudio genético y genómico de características relacionadas con la eficiencia reproductiva, eficiencia alimenticia, adaptación a condiciones adversas y resistencia al estrés calórico. Además, dado que la producción de becerros se realiza en regiones agroclimáticas diversas en las que están involucradas diferentes razas, resultará importante desarrollar evaluaciones genéticas y genómicas multirraciales. Asimismo, se deberá estudiar aspectos de nutrición para el desarrollo de estrategias de alimentación y suplementación, así como en endocrinología reproductiva para la resolver aspectos de inicio tardío de la pubertad, el anestro posparto y la producción de hembras de reemplazo. En este sistema de producción, también se deberá continuar con la evaluación y conservación de los recursos genéticos forrajeros, sobre todo las especies nativas y atender el problema de la degradación de las tierras de pastoreo mediante el desarrollo de mejores prácticas de manejo mediante la conservación de la biodiversidad vegetal y los recursos suelo y agua.

La cadena agroalimentaria de bovinos para leche se basa en tres tipos de sistemas de producción: intensivo, familiar y doble propósito. El principal problema identificado en esta cadena es la baja eficiencia productiva de la vaca en los tres sistemas de producción. Las causas de la baja productividad están relacionadas con el pobre desarrollo durante la lactancia, el bajo aprovechamiento de los nutrientes disponibles, el bajo potencial genético para la producción de leche y la baja eficiencia reproductiva. Las líneas de investigación del INIFAP para los próximos años deberán enfocarse en el mejoramiento genético de los hatos a partir de evaluaciones genéticas y genómicas, así como determinar mejores alternativas de alimentación en las fases de crianza y desarrollo, además del uso racional de aditivos e ingredientes alternos. Con estas estrategias, se espera mejorar la producción de leche en los sistemas intensivo, familiar y de doble propósito.

La porcicultura se realiza en aproximadamente 800 mil unidades de producción, de las cuales alrededor de 50% son tecnificadas, 21% semitecnificadas y el resto (29%) se consideran de subsistencia o traspatio. El principal problema que enfrenta esta actividad en los tres tipos de unidades es la baja productividad determinada por el bajo número de cerdos producidos por hembra al año, por lo que el INIFAP deberá realizar investigación en nutrición y reproducción para atender este problema, así como en el desarrollo de tecnologías que contribuyan al incremento de la productividad y un control sanitario eficiente, particularmente en las unidades semitecnificadas y traspatio en apoyo a productores ubicados principalmente en las regiones centro y sur de México, en zonas de alta y muy alta marginación.

En la cadena miel de abeja, el principal problema es la pérdida de colonias de abejas por factores asociados al Síndrome del Colapso de las Colonias, fenómeno que tiene un origen multifactorial que incluye el ataque del parásito *Varroa destructor*, la reducción en la diversidad genética de las poblaciones de abejas, el estrés en las colonias por una alimentación deficiente, los cambios en los patrones de floración como consecuencia del cambio climático, la intoxicación de las abejas por plaguicidas y la supresión del sistema inmune de las abejas ocasionado por factores ambientales y parásitos. Las líneas de investigación a desarrollar por el INIFAP deberán incluir el mejoramiento genético, el control reproductivo y la conservación de recursos genéticos apícolas, la nutrición y alimentación de las abejas, la evaluación del impacto de cambios en el medio ambiente sobre la producción apícola y el desarrollo de tecnologías para mejorar y diversificar los sistemas de producción apícola.

La investigación en salud animal continuará dirigida hacia el diagnóstico y control de las

principales enfermedades de naturaleza viral, bacteriana, micótica y parasitaria que afectan a los animales y el hombre (zoonosis). En general, se continuará desarrollando investigación que contribuya a mejorar y conservar la salud animal, la producción de alimentos inocuos, el desarrollo de nuevos productos y servicios, y la transferencia de las tecnologías generadas.

El INIFAP también deberá continuar con la evaluación y conservación de los recursos genéticos forrajeros, sobre todo las especies

nativas y atender el problema de la degradación de las tierras de pastoreo mediante el desarrollo de mejores prácticas de manejo, además de la conservación de la biodiversidad vegetal y de los recursos suelo y agua. Asimismo, en los próximos años será importante la generación de nuevas tecnologías para la adaptación al cambio climático, así como para mitigar el impacto de la producción pecuaria en el medio ambiente y para reducir la emisión de gases de efecto invernadero en todos los sistemas de producción pecuaria.



Fotografía: *Evaluación de la eficiencia del riego*, Carlos Miguel Ramos Cruz, CENID RASPA

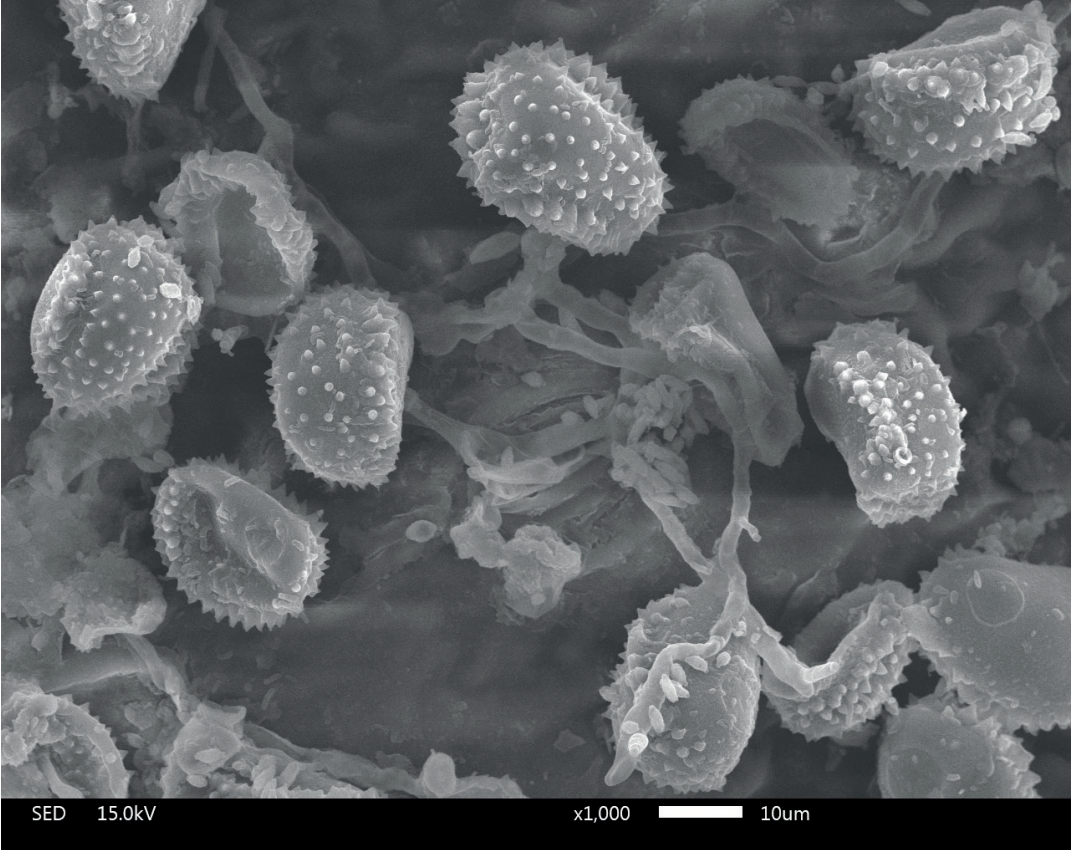


# Capítulo 6

## COMUNICACIÓN MULTIMEDIA



Fotografía  
Toma de datos en frijol,  
Edgardo Cortez Mondaca  
Campo Experimental Valle del Fuerte



Fotografía  
*Quien entra primero,*  
Edgar Couttolenc Brenis  
Campo Experimental Cotaxtla

# CAPÍTULO 6

## COMUNICACIÓN MULTIMEDIA

Mtra. Com. Sindy Laura Campero Vega<sup>1</sup>  
Jesús Gregorio Espindola Bautista<sup>2</sup>  
Lic. Lucy Lilita Palacios Castellanos<sup>1</sup>  
Lic. Nataly Vanessa López López<sup>1</sup>  
Dr. Luis Reyes Muro<sup>1</sup>

### Introducción

**E**l 2020 y los 35 años del INIFAP iniciaron nuevas formas para comunicar el trabajo de los investigadores. Si bien, a través del portal del Instituto se ha tenido acceso a la información referente al quehacer institucional, las posibilidades que brinda Internet motivaron la emisión de conferencias y videos, dedicados la experiencia del personal, al conocimiento científico y los desarrollos tecnológicos que han solucionado las necesidades de los productores en los subsectores forestal, agrícola y pecuario, así como sus efectos en el ámbito económico, social y ambiental de México.

Productores, técnicos, comunidad científica, académicos, estudiantes y sociedad en general, recibieron información tecnológica mediante **conferencias virtuales, videocápsulas de tecnologías** y cápsulas **¿Sabías que...?**, las cuales, se transmitieron en las redes sociales y plataformas del Instituto. Además, por los 35 años del INIFAP, en la sección especial de la página web, se encuentran estos productos audiovisuales que continuarán disponibles para la consulta de los usuarios y beneficiarios.

Las **conferencias virtuales**, son presentaciones transmitidas semanalmente los días jueves con duración de una hora, en vivo, en las que los investigadores expusieron temas tecnológicos del sector agrícola, pecuario o forestal. En cada emisión, se contó con espacio para responder las interrogantes que los usuarios hicieron llegar por medio de mensajes escritos en las redes sociales y plataformas. Hasta octubre se realizaron 18 transmisiones.

Las **videocápsulas de tecnologías** son grabaciones realizadas por investigadores con transmisión diaria y una duración de tres minutos aproximadamente, en las que se aborda de manera sencilla el desarrollo de alguna tecnología y su impacto. Con las grabaciones, los usuarios conocieron los sitios de trabajo por medio de las redes sociales y plataformas, a la vez de escuchar de viva voz la importancia de la ciencia y su aplicación en el campo, los efectos de las capacitaciones y los servicios. Se produjeron 150 videos sobre desarrollos tecnológicos.

Las cápsulas de la serie **¿Sabías que...?** son breves audiovisuales con texto de 30 segundos aproximadamente, publicadas cada tres días. En 46 videos se destacan aportaciones tecnológicas; numeralia; historia del INIFAP; impactos económicos, sociales y ambientales; vida y obra de los científicos, entre otros.

Las visitas en vivo y reproducciones a las conferencias virtuales, videocápsulas de tecnologías y ¿Sabías que...? han sumado 162 mil a la fecha, lo que muestra el interés de la sociedad en general por los temas difundidos por el INIFAP.

El uso de la red facilitó la colaboración entre investigadores, fortaleció los vínculos con la sociedad, y coadyuvó en la socialización de la ciencia, labor que, por los resultados obtenidos, generó nuevos proyectos para la comunicación de la ciencia del INIFAP con la participación de todos sus miembros en el país, que será de impacto para los más de 81 mil seguidores en Facebook, YouTube, Twitter e Instagram.

<sup>1</sup>Coordinación de Investigación, Innovación y Vinculación, Oficinas Centrales

<sup>2</sup>Coordinación de Administración y Sistemas, Oficinas Centrales



---

Fotografía  
*Nutriendo el suelo,*  
Jorge Iván Alvarado Padilla  
Campo Experimental Valle de Mexicali



¿Sabías que...?

Cápsulas de la serie ¿Sabías que...? disponibles en:

---

 **Facebook INIFAP**

 **Youtube INIFAP**



Fotografía  
*Paisaje agro-pecuario-forestal en la Sierra Tarahumara de Chihuahua,*  
Pedro Jurado Guerra  
Campo Experimental La Campana

## ¿Sabías que...?

### FORESTALES



... el INIFAP **coadyuvó a reforestar el ex Lago de Texcoco** y reducir un 95% las tolvaneras del Valle de México?



... el INIFAP participó en el Grupo Intergubernamental de expertos en **Cambio Climático** a quien se le otorgó el **Premio Nobel de la Paz en 2007**?



... el INIFAP ha identificado **árboles de hasta 1600 años de edad** lo que ha permitido que se tomen **acciones para su conservación en México**?



... el INIFAP ha generado **reconstrucciones históricas de sequía e incendios de los bosques de México** de los últimos 600 años para determinar el impacto del cambio climático?



... el INIFAP **promueve tecnologías que generan 20% más carbón**, en menos tiempo y con un ahorro de hasta 50% en la mano de obra en comparación con los métodos tradicionales?



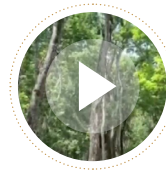
... el INIFAP desarrolló un **secador solar para la pequeña industria forestal** que reduce los costos de secado de la madera hasta un **88%** comparado con la secadora convencional, además ser amigable con el ambiente?



... el INIFAP identificó y caracterizó **más de 38 mil árboles del Bosque de Chapultepec** y determinó que los servicios ambientales que proveen tienen un valor anual de más de **25 mil millones de pesos**?



... el INIFAP generó **tecnología para la propagación in vitro de cactáceas amenazadas**, lo que permite su conservación y mantener la biodiversidad del desierto chihuahuense con un impacto ecológico de más de medio millón de kilómetros cuadrados?



... el INIFAP desarrolló tecnología para estimar la **producción maderable de caoba que permite la cosecha a los 30 años**, lo que reduce a la mitad el tiempo utilizado tradicionalmente para beneficio de los **productores forestales** del sureste de México?



... el INIFAP desarrolló los **híbridos de cocotero Chactemal, Ordaz, Xcaret, Cancún y Donaji**, resistentes a la enfermedad amarillamiento letal y que **triplican el rendimiento** comparado con las variedades criollas?

## AGRÍCOLAS



... el INIFAP ofrece tecnologías para el **control de plagas del aguacate** que permiten su exportación con un valor de **66 mil millones de pesos** cada año?



... **la Nochebuena es orgullosamente mexicana** y que **el INIFAP creó las variedades Alondra, Rubí, Juanita, Leticia, Ximena, Alhely, Victoria y Beatriz**, con bellos colores, únicos en el mundo?



... el INIFAP ha desarrollado más de **1000 variedades de 45 cultivos** como maíz, frijol, arroz, trigo, garbanzo, chile, limón, café, cacao, papaya y nochebuena, **altamente adoptadas por los agricultores y preferidas por los consumidores?**



... el INIFAP desarrolló tecnologías para evitar la contaminación del maíz con **hongos dañinos** a la salud humana conocidos como **aflatoxinas**, lo que genera un beneficio a los agricultores por más de mil millones de pesos al año?



... el **Organismo para la Certificación de Implementos y Maquinaria Agrícola (OCIMA)** del INIFAP es el único de su tipo en México y ha certificado más de 600 equipos de 14 empresas para su uso en el campo mexicano?



... las **tecnologías de riego y uso eficiente del agua** desarrolladas por el INIFAP, permiten un ahorro de hasta el 50% del agua que se utiliza en diversos cultivos y regiones agroecológicas de México?



... las tecnologías generadas por el INIFAP para el **manejo integrado de plagas y enfermedades** han evitado pérdidas de más del 50% en el rendimiento y calidad en los principales cultivos que se siembran en México, además de proteger el ambiente?



... la **variedad de chile habanero Jaguar**, altamente preferida por los consumidores, fue generada por el INIFAP y se usa en más del 70% de la superficie sembrada con este cultivo en México?



... las variedades de **soya** generadas por el INIFAP se utilizan en el **90% de la superficie sembrada** con este cultivo, lo que ha permitido incrementar un **100% el volumen de producción** para beneficio de 4 mil productores del trópico mexicano?



... el INIFAP desarrolló tecnología que permite **prolongar la vida productiva de la planta de la vainilla** hasta por ocho años e incrementar su rendimiento en un 100%?



... el INIFAP **generó tres variedades de tamarindo** y tecnología de manejo para producir hasta **17 toneladas por hectárea**, lo que triplica el rendimiento promedio a nivel nacional?



... el INIFAP **desarrolló la variedad de limón mexicano Colimex** que se siembra en 90 mil hectáreas y que lo consumen **millones de mexicanos** todo el año?



... **el Sistema de Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF)** desarrollado por el INIFAP y el Colegio de Postgraduados reduce la pérdida de suelo en un 90% y triplica los ingresos de los campesinos?



... el INIFAP ha generado **nueve variedades de cacao** de calidad suprema que son **resistentes a enfermedades y que triplican los rendimientos** por hectárea actuales?



... de las **2.5 millones de hectáreas que se siembran en México** con frijol, garbanzo, trigo, avena y cebada, el 90% **se realiza con variedades desarrolladas por el INIFAP?**



... el INIFAP generó las **variedades de arroz Morelos A92, Morelos A98 y Morelos A2010** con alta calidad alimenticia y reconocidas internacionalmente, lo que contribuyó a la denominación de origen del **“Arroz del estado de Morelos”?**



... el INIFAP desarrolló **tecnologías para el control de la plaga invasora** conocida como el **pulgón amarillo del sorgo**, que evitan pérdidas por más de mil millones de pesos cada año?



... **todo el garbanzo que se produce en México proviene de variedades generadas por el INIFAP** y que por su alta calidad se exporta a más de 50 países?



... el INIFAP desarrolló tecnología para adelantar **la floración y cosecha del mango**, lo que genera un **incremento de 400%** en los ingresos de los productores?



... el INIFAP generó las **variedades de papa Norteña, Granate, Rosita y Malinche**, de alto rendimiento, buena calidad y tolerantes a enfermedades, y que se cultivan en más de **diez mil hectáreas**?



... el INIFAP desarrolló tecnología para la **producción de piña** que incrementa 25% el rendimiento en más de **30 mil hectáreas**, lo que genera un beneficio adicional para los productores de mil millones de pesos cada año?



... el INIFAP desarrolló la **variedad de café Oro Azteca de excelente sabor y aroma**, resistente a enfermedades, 30% más productiva que otras variedades y que se cultiva en 4 mil hectáreas en México?

## PECUARIAS



... el **30%** de la carne que se produce en México cada año, **proviene de razas de ganado que el INIFAP evalúa genéticamente?**



... el INIFAP desarrolló la **vacuna PAV 250** aplicada a 10 millones de cerdos para **erradicar la fiebre porcina clásica en México**, lo que abrió al mercado de exportación y evita pérdidas por mil millones de pesos anuales?



... el INIFAP contribuye a que México sea el **tercer exportador de miel en el mundo**, al mejorar genéticamente a las abejas y generar tecnologías para garantizar la calidad e inocuidad de la miel?



... el INIFAP desarrolló el **modelo GGAVATT** para **transferir tecnologías a 21 mil productores pecuarios** de 1500 grupos organizados en todo el país, lo que **incrementó la producción de carne, leche y miel entre el 30 y 200%**, además de mejorar su calidad y garantizar su inocuidad?



... los **cruzamientos entre razas de ganado** diseñados por el INIFAP **incrementan en 30 kg en promedio el peso de los becerros** a los siete meses de edad, lo que ha beneficiado a más de 20 mil ganaderos del trópico mexicano?



... **las evaluaciones genéticas del INIFAP en ganado Holstein** ha permitido que la producción anual de leche por vaca se haya incrementado en 150 kg y beneficiado a más de 500 ganaderos del país?

## MULTISECTORIALES



... para atender las necesidades del campo mexicano el INIFAP cuenta con **900 investigadores** distribuidos en todo el país en **77 Campos y Sitios Experimentales, ocho Centros Regionales y seis Centros Nacionales?**



... el INIFAP publica en línea **tres revistas científicas** con temas **forestales, agrícolas y pecuarios con más de 300 artículos al año**, que se consultan más de 300 mil veces anualmente por la comunidad científica nacional e internacional?



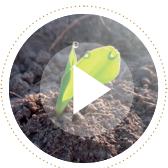
... una de las estrategias del INIFAP para **difundir sus aportaciones científicas y tecnológicas** son las **redes sociales**, donde cuenta con más de **70 mil seguidores** en Facebook, Twitter, YouTube e Instagram?



... los investigadores e investigadoras del INIFAP han recibido más de **500 reconocimientos nacionales e internacionales** por sus aportaciones científicas y tecnológicas al desarrollo del campo mexicano?



... el **INIFAP se creó en 1985 a partir de la fusión de tres Institutos Nacionales de Investigación**; el Forestal (**INIF**), el Agrícola (**INIA**) y el Pecuario (**INIP**) con la finalidad de optimizar el uso de los recursos humanos y materiales, para generar conocimiento y tecnología para el campo mexicano?



... el INIFAP cuenta con **nueve patentes tecnológicas y 21 más en trámite** de obtención que permiten incrementar la productividad y calidad de los productos del campo mexicano?



... el INIFAP tiene actualmente **130 convenios de colaboración con instituciones y organismos nacionales e internacionales** para sumar esfuerzos en investigación y capacitación en beneficio del campo mexicano?



... el INIFAP cuenta con **60 laboratorios** distribuidos en todo el país para atender las necesidades de los productores para el análisis y diagnóstico de clima, agua, suelo, plantas y animales?



... por **cada peso** que se invierte en el INIFAP para generar tecnologías se produce una derrama económica de más de **50 pesos** para el campo mexicano?



... el INIFAP cuenta con **130 invernaderos** bajo condiciones controladas en todo el país para generar conocimientos y tecnologías sobre **nutrición, sanidad, propagación, conservación y productividad?**



... el INIFAP resguarda **material biológico con fines de patente**, como Autoridad Depositaria Internacional, la segunda institución en América Latina y única en México con esta distinción?



... **210 científicos del INIFAP** pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores como reconocimiento a su productividad y calidad científica en beneficio del campo mexicano?



... el INIFAP colabora con universidades en la formación de recursos humanos a través de la **asesoría de 400 tesis de licenciatura y posgrado** cada año en temas relevantes para el campo mexicano?



... el INIFAP divulga sus conocimientos científicos y tecnologías que genera para beneficiar al campo mexicano, a través de **1500 publicaciones cada año?**



... el INIFAP cuenta con **70 bancos de germoplasma** donde se conserva la riqueza de los **recursos genéticos de México** para la alimentación y la agricultura?



... el **Centro Nacional de Recursos Genéticos** del INIFAP **resguarda casi 100 mil variedades de plantas, animales y microorganismos**, patrimonio genético de México para las generaciones presentes y futuras?



... **más del 80% de los alimentos** que consumimos del campo mexicano se **producen con alguna tecnología del INIFAP?**



... alrededor de **90 investigadores** del INIFAP realizan **estudios de posgrado** en más de 10 países para fortalecer la generación de conocimiento y tecnologías en beneficio del campo mexicano?



... el INIFAP **capacita a más de 50 mil productores y técnicos** cada año para incrementar la producción de alimentos conservando los recursos naturales del campo mexicano?



... el INIFAP genera en promedio **150 tecnologías al año para mejorar el ingreso de los campesinos** y llevar a tu mesa más y mejores alimentos, además de conservar los recursos naturales?



---

Fotografía  
*Ensayo de progenies para el mejoramiento genético forestal,*  
Roberto Reynoso Santos  
Campo Experimental Centro de Chiapas

# CICLO DE CONFERENCIAS VIRTUALES

Conferencias completas en:

---

 **Facebook INIFAP**

 **Youtube INIFAP**



**¿El Avispón Gigante Asiático es una amenaza para las abejas y para la apicultura en México?**

Dr. Miguel Enrique Arechavaleta Velasco, CENID-FyMA, Querétaro



**La importancia de la investigación forestal para las ciudades**

Dr. Héctor Mario Benavides Meza, CENID-COMEF, Cd. de México



**Pronóstico numérico del clima**

Dr. Víctor Manuel Rodríguez Moreno, LNMySR, Aguascalientes



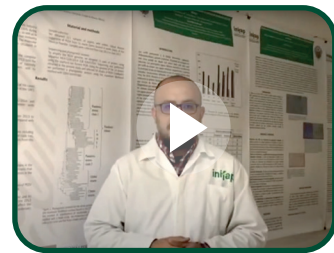
**Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF): Fundamentos y beneficios**

Dr. Sergio Uribe Gómez, C.E. Cotaxtla, Veracruz



**Manejo integral de cuencas**

M.Sc. Walter López Báez, DICOVI-Chiapas



**COVID-19 y Coronavirus que impactan el entorno pecuario**

Dr. Francisco Rivera Benítez, CENID-SAI, Palo Alto



**Recursos genéticos, pilar de nuestra soberanía alimentaria ante el escenario del cambio climático**

Dr. Juan M. Pichardo González, CNRG, Tepatitlán, Jal.



**Las Revistas Científicas del INIFAP**

Dra. Dora M. Sangerman-Jarquín, C.E. Valle de México  
MVZ. Arturo García Fraustro, CENID-SAI, Palo Alto  
M.C. Marisela C. Zamora Martínez, CENID-COMEF, Cd. de México



**(1) Resistencia antihelmíntica  
(2) Aborto enzoótico**

Dra. María Eugenia López Arellano, CENID-SAI, Mor.  
Dra. Erika Gabriela Palomares, CENID-SAI, Palo Alto



**(1) Importancia de los maíces nativos  
(2) Mejoramiento genético del maíz**

Dr. Antonio Turrent Fernández, C.E. Valle de México  
Dr. Noel Orlando Gómez Montiel, C.E. Iguala



**Participación de las mujeres  
investigadoras del INIFAP**

Dra. Elizabeth Loza Rubio, CENID-SAI, Palo Alto  
M.C. Matilde Cortazar Ríos, C.E. Chetumal  
M. C. Marisela C. Zamora Martínez, CENID-COMEF, Cd. de Méx.



**Frijol mexicano**

Dr. Jorge A. Acosta Gallegos,  
C.E. Bajío



**Producción y consumo de  
carne de bovino en México**

Dr. Moisés Montaña Bermudez,  
CENID FyMA, Querétaro



**Cocinando con  
leña y carbón**

Ing. Noel Carrillo Ávila,  
C.E. San Martinito



**Diversidad de  
los chiles en México**

Dr. Moisés Ramírez Meráz,  
C.E. Las Huastecas



- (1) Huanglongbing 18 - 11 - 35
- (2) Huanglongbing de los cítricos: detección y diagnóstico

Dr. José Isabel López Arroyo, C.E. General Terán  
M.C. Cynthia Guadalupe Rodríguez, C.E. Ixtacuaco



- (1) Software IRRINET para riego
- (2) Software IRRIMODEL para riego

Dr. Ernesto Catalán Valencia, CENID-RASPA, Durango  
Dr. Ernesto Sifuentes Ibarra, C.E. Valle del Fuerte



- (1) Fertilidad del suelo en agricultura de conservación
- (2) Importancia de los abonos orgánicos

Dr. Miguel A. Martínez Gamiño, C.E. San Luis Potosí  
Ing. Cristian Matilde Hernández, C.E. Ixtacuaco



- (1) Efecto de la mastitis y buenas prácticas de producción en la calidad de leche
- (2) Antígenos inmunogénicos de *Mycobacterium bovis* como marcadores de diagnóstico

M.C. Laura Hernández Andrade, CENID - SAI  
Dra. Elba Rodríguez Hernández, CENID - FyMA



- (1) Calidad de la madera en plantaciones forestales de especies tropicales
- (2) Especies forestales tropicales nativas para el establecimiento de plantaciones (cedro rojo)

Dr. José Amador Honorato Salazar, C.E. San Martinito  
M.C. Vicente Sánchez Monsalvo, C.E. San Martinito



- (1) Generación de variedades de trigo harinero y cristalino en el Noroeste de México
- (2) 35 años de mejoramiento genético de trigo y sus resultados en INIFAP

M.C. Alberto Borbón Gracia, C.E. Norman E. Borlaug  
Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir, C.E. Valle de México



- 
- (1) Variedades de soya para el Trópico de México**
  - (2) Manejo integrado del cultivo de soya en Sinaloa**
- 

M.C. Nicolás Maldonado Moreno, C.E. Las Huastecas  
M.C. Franklin Rodríguez Cota, C.E. Valle del Fuerte



- 
- (1) Manejo forestal sustentable, captación de carbono**
  - (2) Cambio climático e incendios forestales**
- 

Dr. Miguel Acosta Mireles, C.E. Valle de México  
Dr. Martín Enrique Romero Sánchez, CENID-COMEF



- 
- Estrategias de mitigación de la emisión de metano por el sector pecuario**
- 

Dr. José Luis Romano Muñoz,  
CENID Fisiología y Mejoramiento Animal



- 
- (1) Recomendaciones para mejorar la salud de las abejas**
  - (2) Ventajas de las vacunas de nueva generación**
- 

Dra. Marisela Leal Hernández, CENID-SAI  
Dra. Julieta Sandra Cuevas Romero, CENID-SAI

# VIDEOCÁPSULAS DE TECNOLOGÍAS

Videocápsulas completas en:

---

 **Facebook INIFAP**

 **Youtube INIFAP**



**Palma de coco**

Matilde Cortazar Ríos  
CIRSE



**Apicultura**

Bernardo Sachman Ruíz  
CENID SAI



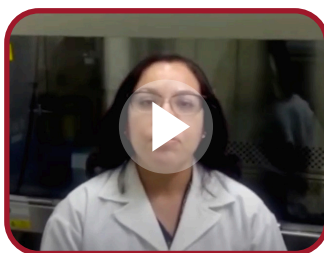
**Manejo de enfermedades de los principales cultivos de la Comarca Lagunera**

Yasmín Ileana Chew  
Madinaveitia  
CIRNOC



**Aprovechamiento de mezquite en el noroeste de México**

Luis Ángel Hernández Martínez  
CIRNO



**Tuberculosis bovina**

Anabelle Manzo Sandoval  
SAI



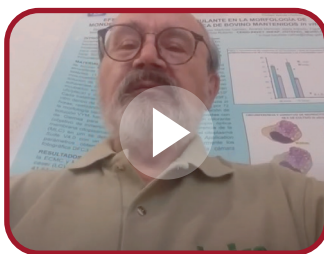
**Entomología forestal**

Guillermo Sánchez Martínez  
CIRNOC



**Control fitosanitario de la mosquita blanca**

Juan José Pacheco Covarrubias  
CIRNO



**Bacterias protectoras**

Carlos Ramón Bautista Garfias  
CENID SAI



**Restauración forestal (cuencas hidrográficas)**

Gabriel Sosa Pérez  
CIRNOC



**Agricultura de conservación  
en parcelas de maíz  
(cero labranza)**

Walter López Báez  
CIRPAS



**Resistencia antihelmíntica**

David Reyes Guerrero  
CENID SAI



**Pulgón amarillo  
del sorgo**

Luis Ángel Rodríguez del Bosque  
CIRNE



**Estudio y preservación de  
agaves silvestres**

Francisco Antonio Rubio Aguirre  
CIRNOC



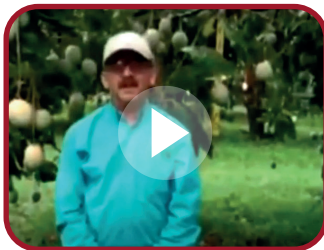
**Anaplasmosis**

Elizabeth Salinas Estrella  
CENID SAI



**Sistema integral de  
producción sostenible**

Alberto Jorge Galindo Barboza  
Gerardo Domínguez Araujo  
CIRPAC



**Determinación de materia  
seca en el cultivo de mango**

Jorge Alberto Osuna García  
CIRPAC



**Mejoramiento y  
conservación de coníferas  
de clima templado  
(pino navideño)**

Liliana Muñoz Gutiérrez  
CENID COMEF



**Frijol Azufrado Higuera  
aportación de la  
investigación agrícola  
del INIFAP en Sinaloa**

Franklin Gerardo Rodríguez Cota  
CIRNO

Comunicación Multimedia



**Uso de quemas controladas para el manejo de vegetación de los pastizales del norte y centro de México**

Miguel Luna Luna  
CENID AGRICULTURA



**Agricultura de conservación vs. barbecho**

Miguel Ángel Martínez Gamiño  
CIRNE



**Mejoramiento genético de cacao**

Alfonso Azpeitia Morales  
CIRGOC



**Calidad de la leche producida en pastoreo**

Campo Experimental Huimanguillo  
CIRGOC



**Evaluación agroecológica de tierras (Territorio Kársticos)**

Yameli Aguilar Duarte  
CIRSE



**Abejas miel (Banco de Germoplasma)**

Claudia García Figueroa  
CENID FISIOLÓGIA



**Evaluaciones de trigo harinero (pruebas de panificación)**

Gabriela Chávez Villalba  
CIRNO



**Clamidiasis**

Efrén Díaz Aparicio  
CENID SAI



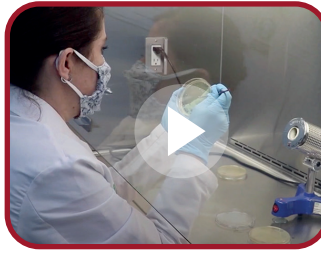
**Incendios forestales**

José Germán Flores Garnica  
CIRPAC



**Tecnología sustentable de alto rendimiento para frijol de temporal**

Esteban Salvador Osuna Ceja  
CIRNOC



**Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos**

Edith Rojas Anaya  
CNRG



**Mejoramiento genético forestal**

José Vidal Cob Uicab  
CIRSE



**Producción de stevia**

Filiberto Herrera Cedano  
CIRPAC



**Trimátodos (parásitos zoonosarios)**

Estefhan Miranda Miranda  
CENID SAI



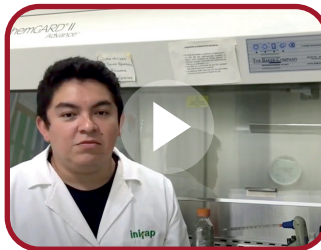
**Maíz H-520**

Campo Experimental Cotaxtla  
CIRGOC



**Manejo de pastizales (ajuste de carga animal)**

Ramón Gutiérrez Luna  
CIRNOC



**Diagnóstico molecular**

Fernando Cerón Téllez  
CENID SAI



**Administrador de la empresa REYNA FARMS S.A. de C.V. (palma de coco)**

Juan Carlos Olvera Arellano  
CIRPAC



**Mejoramiento genético de sorgo**

Noé Montes García  
CIRNE



**Servicios ambientales, experiencia en dendrocronología**

José Villanueva Díaz  
CENID RASPA



**Producción de garbanzo blanco y forrajero para Baja California Sur**

Claudia María Melgoza Villagómez  
CIRNO



**Cacao**

Carlos Hugo Avendaño Arrazate  
CIRPAS



**Implementación de herramientas moleculares en programas de mejoramiento genético de plantas**

Luis Antonio Díaz García  
CIRNOC



**Principales enfermedades de las abejas**

Marisela Leal Hernández  
CENID SAI



**Programa Nacional de Capacitación Formal en el INIFAP**

Luis Ortega Reyes  
CPyD



**Bovinos criollos**

Noé Medina Córdova  
CIRNO



**Café**

Edgar Couttolenc Brenis  
Gabriel Díaz Padilla  
Rafael Alberto Guajardo Panes  
Rosalío López Morgado  
Marco Antonio Toral Juárez  
CIRGOC



**Enfermedades porcinas**

Fernando Diosdado Vargas  
CENID SAI



**Cambio climático**

Josué Delgado Balbuena  
CENID AGRICULTURA



**Frijol Pinto Saltillo**

José Ángel Cid Ríos  
CIRNOC



**Establecimiento de  
plantaciones en selvas  
mediana subperennifolia**

Juan Martín Jiménez Colchado  
CIRSE



**Historia del Laboratorio de  
Biotecnología**

Elizabeth Loza Rubio  
CENID SAI



**Trigo**

Jorge Iván Alvarado Padilla  
CIRNO



**Baja rentabilidad (becerros)**

Guillermo Martínez Velázquez  
CIRPAC



**Plantaciones forestales  
comerciales**

Xavier García Cuevas  
CIRSE



**Actividades de la Unidad de  
Babesia Bovina**

Grecia Martínez García  
CENID SAI



**Mango en Nayarit**

Irma Julieta González Acuña  
CIRPAC



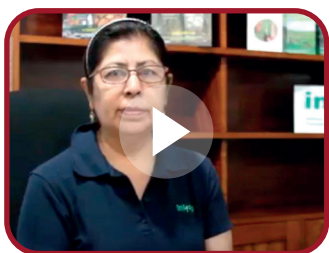
**Sistemas agroforestales**

Roberto Reynoso Santos  
CIRPAS



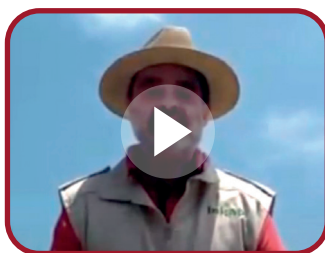
**Biotecnología (salud animal)**

María Genoveva Álvarez Ojeda  
CIRNE



**Enfermedades de la palma de coco**

Matilde Cortazar Ríos  
CIRSE



**Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**

Arturo García Fraustro  
CENID SAI



**Laboratorio Nacional de Dendrocronología**

José Villanueva Díaz  
CENID RASPA



**Breve explicación del quehacer del Campo Experimental Zacatepec**

Campo Experimental Zacatepec  
CIRPAS



**Banco de Germoplasma de Especies Forrajeras**

José Francisco Villanueva Ávalos  
CIRPAC



**Laboratorio de Tuberculosis Bovina**

Fernando Díaz Otero  
CENID SAI



**Entomología**

Luis Martín Hernández Fuentes  
CIRPAC



**Guías de apoyo a la  
administración de ranchos  
ganaderos**

Blanca Isabel Sánchez Toledano  
CIRNOC



**Desarrollo de tecnologías en  
frutales**

Enrique Vázquez García  
CIRNE



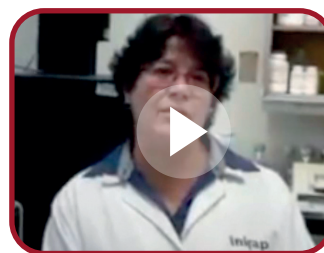
**Actividades del Laboratorio  
de Pequeños Rumiantes**

Erika Gabriela Palomares  
Reséndiz  
CENID SAI



**Olivo**

Raúl Leonel Grijalva Contreras  
CIRNO



**Laboratorio de  
Lectoparasitosis**

Guadalupe Socci Escatel  
CENID SAI



**Arroz**

Juan Patisthan Pérez  
CIRNE



**Mecanismos de la  
garrapata de ganado**

Hugo Aguilar Díaz  
CENID SAI



**Maíz palomero y cártamo**

Juan Valadez Gutiérrez  
CIRNE



**Anaplasmosis bovina**

Itzel Amaro Estrada  
CENID SAI



**Evaluaciones de trigo harinero (pigmentos en sémolas)**

Gabriela Chávez Villalba  
CIRNO



**Laboratorio de Episitiología (proteínas recombinantes)**

José Luis Cerriteño Sánchez  
CENID SAI



**Sorgo tolerante al pulgón amarillo**

Ulises Aranda Lara  
CIRNE



**Modelo GGAVATT**

Heriberto Román Ponce  
CIRGOC



**Soya**

Mirna Hernández Pérez  
CIRSE



**Transmisión de la anaplasmosis bovina**

Jesús Francisco Preciado de la Torre  
CENID SAI



**Garbanzo**

Pedro Francisco Ortega Murrieta  
CIRNO



**Clitoria ternatea, suplemento alimenticio para vacas de doble propósito**

Edgar Enrique Sosa Rubio  
CIRSE



**Resultados de investigación en frijol**

Franklin Gerardo Rodríguez Cota  
CIRNO



**Silos rústicos**

José Demetrio Pérez Rodríguez  
CIRSE



**Mejoramiento genético de Chile**

Moisés Ramírez Meráz  
CIRNE



**Laboratorio de Biología y Bioprocesos**

José Francisco Rivera Benítez  
CENID SAI



**Mejoramiento genético maíz**

César Augusto Reyes Méndez  
CIRNE



**Criterios para establecer un programa de control integral de garrapatas en Sistema Producto Leche y Carne en la región trópic de México**

Francisco Tobías Barradas Piña  
CIRGOC



**Red Agroclimática en Sonora**

José Grageda Grageda  
CIRNE



**Impactos de las Enfermedades del ganado bovino en general**

José Luis Gutiérrez Hernández  
CENID SAI



**Trigo (duro o cristalino)**

Gabriela Chávez Villalba  
CIRNO



**Unidad de Helmintología  
(parásitos gastrointestinales  
de ovinos)**

Liliana Aguilar Marcelino  
CENID SAI



**Limón mexicano**

Mario Orozco Santos  
CIRPAC



**Respuesta inmune de  
bovinos y ovinos a parásitos  
internos**

María Eugenia López Arellano  
CENID SAI



**Varietades de soya para el  
trópico de México**

Nicolás Maldonado Moreno  
CIRNE



**Enfermedad de  
anaplasmosis (enfermedad  
de la tristeza)**

Mayra Elizeth Cobaxin Cárdenas  
CENID SAI



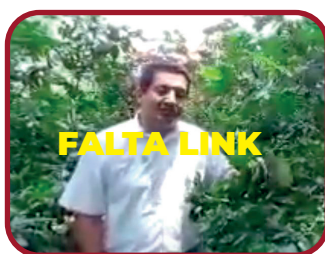
**Híbridos de cocotero**

Esteban Domínguez Castillo  
CIRGOC



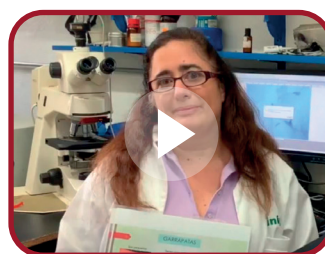
**Helmintología (cultivo de  
hongos nematofagos para el  
control de larvas del pasto)**

Pedro Mendoza de Gíves  
CENID SAI



**Café**

Misael Martínez Bolaños  
CIRPAS



**Control de garrapatas en el  
ganado bovino**

Raquel Cossío Bayúgar  
CENID SAI



**Enfermedad: babesia bovina**

Rebeca Montserrat Santamaría  
Espinosa  
CENID SAI



**Frijol Pinto Saltillo**

Isaac Sánchez Valdéz  
EX INVESTIGADOR CIRNE



**Estudios realizados para la creación de una vacuna contra la garrapata común del ganado bovino**

Rodolfo Esteban Lagunes  
Quintanilla  
CENID SAI



**Maleza: correhuela perenne  
*Convolvulus arvensis***

Gerardo Martínez Díaz  
CIRNO



**Estudio genómico de patógenos (Anaplasmosis)**

Rosa Estela Quiroz Castañeda  
CENID SAI



**Híbridos de palma de coco (Chactemal, Ordaz, Xcaret y Cancún)**

Matilde Cortazar Ríos  
CIRSE



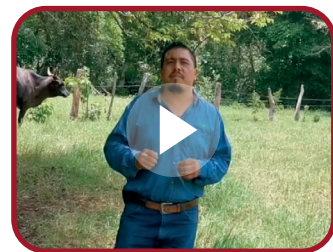
**Laboratorio de Biología Molecular y Cultivo Celular**

Sergio Darío Rodríguez Camarillo  
CENID SAI



**Materia seca en aguacate**

Jorge Alberto Osuna García  
CIRPAC



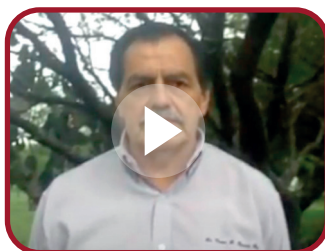
**Ganadería bovina en México**

Uriel Valdéz Espinoza  
CENID SAI



**Expo Maíz 2020**

Alfonso Peña Ramos  
CIRNOC



**Laboratorio de Bacteriología**

Víctor Rubén Tenorio Gutiérrez  
CENID SAI



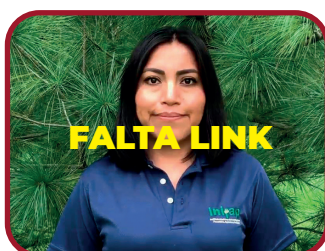
**SARS-COV-2: Enfoque veterinario**

José Francisco Rivera Benítez  
CENID SAI



**Día del Agricultor**

Campo Experimental Río Bravo  
CIRNE



**Inventario y mapeo de bosques templados y selvas medianas**

Alma Delia Ortiz Reyes  
COMEF



**Cambio climático**

Arian Correa Díaz  
COMEF



**Enfermedades bovinas que afectan el ciclo de reproducción**

Jorge Víctor Rosete Fernández  
CIRGOC



**Dendrocronología**

Julián Cerano Paredes  
CENID RASPA



**Rehabilitación de praderas degradadas en el trópico de México**

Javier Francisco Enríquez Quiroz  
CIRGOC



**Lechería subtropical especializada con vacas suizo Americano y Holstein en pastoreo**

Abraham Fragoso Islas  
CIRGOC



**Recomendaciones para un mejor aprovechamiento de pastos mejorados en condiciones de clima subtropical húmedo**

Josafath Omar Hernández Vélez  
CIRGOC



**El problema del barrenador en plantaciones de cedro rojo**

Vicente Sánchez Monsalvo  
CIRGOC



**Sistema de producción intensiva de pitahaya**

Raúl Ríos Sánchez  
CIRGOC



**Variedades de pasto generadas en San Luis Potosí**

Sergio Beltrán López  
EX INVESTIGADOR CIRNE



**Efecto de la preparación del suelo en el desarrollo del maíz**

Miguel Ángel Martínez Gamiño  
CIRNE



**Labranza de conservación**

Juan Patisthan Pérez  
CIRNE



**Banco de Germoplasma de Cactáceas**

Edith Villavicencio Gutiérrez  
CIRNE



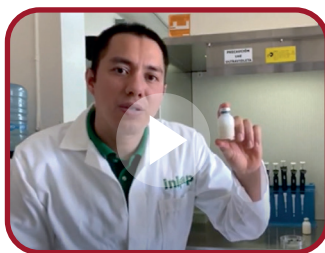
**Caprinos región árida y semiárida**

Jorge Urrutia Morales  
CIRNE



**Agricultura de conservación**

Martín Espinoza Ramírez  
CIRNE



**Garrapata común del ganado bovino**

Rodolfo Esteban Lagunes  
Quintanilla  
CENID SAI



**Suplemento mineral en rumiantes**

Eduardo José Cabrera Torres  
CIRSE



**Parasitosis en ovinos**

Jerónimo Sepúlveda Vázquez  
CIRSE



**Chile jalapeño**

José Ángel García Sandoval  
CIRSE



**Sitio Experimental El Tormento**

Juan Martín Jiménez Colchado  
CIRSE



**Revegetación del Lago de Texcoco**

Tomás Pineda Ojeda  
CENID-COMEF



**Tecnología dron para plantaciones forestales**

José Germán Flores Garnica  
CIRPAC



**Establecimiento de praderas tropicales**

José Francisco Villanueva Ávalos  
CIRPAC



**Nuevos empaques de mango**

Jorge Osuna García  
CIRPAC



**Podas de conformación en mango**

María Hilda Pérez Barraza  
CIRPAC



**Importancia del bambú**

Gabriela Orozco Gutiérrez  
CIRPAC



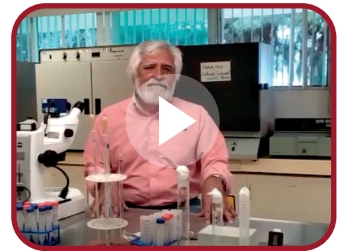
**Mejoramiento Limón**

Silvia H. Carrillo Medrano  
CIRPAC



**Limón**

Joaquín Velázquez Monreal  
CIRPAC



**Fitopatología-Maíz**

Javier Ireta Moreno  
CIRPAC



**Fitopatología**

Javier Ireta Moreno  
CIRPAC



**Entomología-agave**

Juan Francisco Pérez Domínguez  
CIRPAC



**Entomología-maíz**

Juan Francisco Pérez Domínguez  
CIRPAC



**Entomología-limón**

Juan Francisco Pérez Domínguez  
CIRPAC



**Bioreactor**

Miguel B. Nájera Rincón  
CIRPAC



**Maíz**

Miguel B. Nájera Rincón  
CIRPAC



**Aguacate**

Víctor Manuel Coria Ávalos  
CIRPAC



**Limón**

Mario Alberto Miranda Salcedo  
CIRPAC



**Guanábana**

Luis Martín Hernández Fuentes  
CIRPAC



Fotografía  
*Trampeo de insectos,*  
Guillermo Sánchez Martínez  
Campo Experimental Pabellón



## Capítulo 7 TESTIMONIOS

Fotografía  
*Productora María Luisa*  
Robertony Camas Gómez  
Campo Experimental Centro Chiapas



Fotografía  
*Inventario de Semovientes La Posta,*  
Cynthia Pazos Rosales  
CIR-Golfo Centro

## Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Titular

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER



“35 años como INIFAP es la oportunidad para destacar que ustedes juegan un papel muy importante para la Secretaría de Agricultura. Son el acompañamiento técnico, de modo que es indisoluble la vinculación que tenemos, y a través de esta relación, con todos los productores que nos garantizan, no solamente la alimentación, sino también la incorporación de conocimientos, tecnologías, prácticas que cada vez son más adoptadas. Los felicito y les doy un abrazo fraterno. Gracias por todo lo que han venido haciendo y gracias por lo que resta por hacer. Hay un futuro muy promisorio para la agricultura de México y ustedes forman parte importante de él”.

## C. Rodolfo García Quintanar

Trabajador de campo con mayor antigüedad en el INIFAP, Campo Experimental Costa de Hermosillo

“Algo que he disfrutado mucho, es salir a los campos de agricultores cooperantes donde se tenían y tienen proyectos de investigación, y la interacción e intercambio de experiencias con los mayordomos, técnicos y agricultores de esos campos cooperantes.

Participo tanto en actividades de campo, en olivo, forrajes, plagas y malezas. Con 36 años de servicio en INIFAP agradezco la oportunidad de servir y los grandes momentos que he pasado con mis compañeros, así como con los jefes de campo, y los investigadores”.



## Dr. Francisco Javier Trujillo Arriaga

Director en Jefe

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SENASICA



“Mucho más allá de 35 años es la historia de cooperación que tenemos, sobre todo, para beneficio de los pequeños productores. Históricamente, en el INIFAP se han generado variedades tolerantes a roya anaranjada en el café. Son producto del trabajo del INIFAP las vacunas para la salud animal, muy apreciadas, muy asequibles, para Rabia Paralítica Bovina, Newcastle, y Fiebre Porcina Clásica.

Nadie dude que somos instituciones complementarias que se reconocen como aquel binomio de la Secretaría de Agricultura que tiene un mandato, que lo reconoce y que lo sabe cumplir. Muchas gracias”.

## Mtro. Ignacio Peralta Sánchez

Gobernador Constitucional  
estado de Colima



“El INIFAP ha sido un pilar para el progreso del estado de Colima y de todo México, pues ha generado alternativas de solución a los principales problemas que tienen los productores agropecuarios y forestales, con especial atención en el cuidado de la biodiversidad y de los recursos naturales. Los científicos del Campo Experimental Tecomán acumulan varios logros, como el desarrollo de tecnologías para el manejo sustentable del HLB en la región, logrando mantener la rentabilidad de limón mexicano. Reconocer su gran aportación en la generación de líneas productivas como el limón Lise, entre otros. Gracias a nombre del Gobierno del pueblo de Colima y muchos años más de éxito”.

## C. Graciela Espinoza Jiménez

Productora de palma de coco, Laguna Guerrero, Quintana Roo

“Soy productora de coco desde hace 20 años porque tiene muchas bondades. Le agradezco mucho al INIFAP la capacitación para aprender a conocer el coco. Primero nos dieron cursos, después plántulas de híbridos y nos enseñaron que el coco también tiene enfermedades, plagas que la atacan, a hacer las trampas y fumigar. Aprendimos a hacer artesanía, repostería y cocina, leche de coco, horchata, dulces, aceite de coco, carbón activado. Hemos organizado ferias del coco que a la gente le ha gustado y hemos vendido todos los productos.

El INIFAP apoya a las mujeres, y necesitamos que nos sigan apoyando. Gracias, y los felicito por estos 35 años, espero que sigamos adelante”.



## Ing. Antonio Manuel García González

Presidente  
Asociación Simmental Simbrah Simmangus Mexicana



“Deseamos el mayor de los éxitos a investigadores y personal de los centros de investigación y laboratorios, muy en especial al Centro Nacional de Recursos Genéticos y el gran equipo de genetistas que nos apoyan desde el Centro de Fisiología y Mejoramiento Animal. La vinculación del Instituto con la sociedad civil y, sobre todo, con los productores ha hecho posible que el mejoramiento de nuestras razas sea acorde a los tiempos que vivimos, posicionándonos entre los mejores del mundo. En la Asociación Simmental Simbrah Simmangus Mexicana reconocemos su gran valor y entrega, y los exhortamos a seguir trabajando juntos por el desarrollo del campo de México”.

### Lic. Edgar Conzuelo Contreras

Dir. Gral. Probosque  
Estado de México



“Es un honor poder presenciar estos 35 años, ahora como colaboradores en intercambio de tecnología e investigación, ya celebramos la firma del Convenio para generar tecnología para árboles de navidad, establecimiento de huertos semilleros para la extracción de resina, estudios de mercado de productos forestales, tanto maderables como no maderables, y estrategias tecnológicas y biológicas para el control de plagas e insectos, en beneficio de los productores mexicanos.

**Gracias por la confianza que han depositado en Probosque, celebro con ustedes que este aniversario traiga más retos para brindar oportunidades y herramientas en beneficio de nuestro sector forestal”.**

### C. Oswaldo Cházaro Montalvo

Presidente  
Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas, CNOG

“En la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas reconocemos al INIFAP por su gran trayectoria, basada en el trabajo a favor de la ciencia y la tecnología. **La investigación y transferencia que durante años ha realizado a través suyo, ha sido determinante para el desarrollo de las actividades pecuarias de México**, muchas de las cuales, hemos realizado en estrecha colaboración que mucho agradecemos. Desde luego que esta felicitación y reconocimiento incluye a quienes han colaborado y lo siguen haciendo a lo largo y ancho del país, y hacemos votos por la continuidad de esta importante misión. Enhorabuena”.



### Mtra. Zaynia Andrea Gil Vázquez

Titular  
Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, SAGyP  
Gobierno de Chiapas



“**Los recursos económicos y humanos del INIFAP han sido destinados para atender las problemáticas de los productores.** Sobresalen las variedades e híbridos mejorados de maíz adaptado a las diferentes regiones de Chiapas. El genotipo de mango Citlalli, con alto potencial de rendimiento; las variedades de cacahuete Coiltequita y Chismani, con calidad de mercado; el frijol Sangre Maya y Verdín, tolerantes enfermedades y al cambio climático. También, el subsoleo, encalado y técnicas de agricultura de conservación, desarrollado en la Frailesca. El INIFAP apoya al campo **con capacitación para técnicas y traductores, eventos demostrativos y gira de intercambio tecnológico.** Muchas felicidades”.

## Senadora Gloria Sánchez Hernández

LXIV Legislatura

Secretaría de la Comisión de Recursos Hidráulicos. Senado de la República



“Las investigadoras del INIFAP han venido demostrando sus capacidades en diversas áreas de estudio, a fin de obtener los conocimientos para la recuperación forestal y la producción agrícola y pecuaria sustentable y suficiente; **son ejemplo de responsabilidad, disciplina, y entrega.** Tengo la seguridad que, en su trabajo de campo, toman los saberes y las tradiciones que las mujeres indígenas han atesorado para lograr más y mejores cosechas, sin lastimar al ambiente, en virtud del amor que liga a los pueblos originarios con la madre tierra, los fenómenos naturales y la fauna que en ella habita. **Vale un merecido reconocimiento, fuerte abrazo y larga vida para el INIFAP, la SADER en esta histórica fecha**”.

## Dip. Fed. José Ricardo Delsol Estrada

Srio. de la Comisión de Ganadería  
Cámara de Diputados

“Me siento encantado de tener un centro de investigación del INIFAP en San Luis Potosí, donde se han generado y liberado cinco variedades de chile, seis de pasto para ambiente semiárido, tres de mijo perla forrajero; todas en uso por los productores potosinos y de otros estados. **La contribución del Instituto está plasmada en más de 275 publicaciones serie INIFAP, de maíz, frijol, oleaginosas, hortalizas, maderables, frutales y ganadería.** El INIFAP identificó y evaluó el cultivo de Lichi, fruta exótica con demanda creciente y, por los excelentes resultados, se difundió a los productores de la Huasteca Potosina, con 700 hectáreas de alta rentabilidad. Feliz aniversario INIFAP”.



## Ing. Jaime Enrique Sánchez Ruelas

Agricultor

Presidente de Consejo Regional Consultivo del  
INIFAP en el Noreste



“Esta región era algodонера y fue cambiando a sorguera. El INIFAP nos apoyó con las variedades RB 3030 y RB 3006. Para la rotación de cultivos, el INIFAP nos ha apoyado en el maíz con variedades como el H-421 y el H-422. También en canola con las variedades Canorte y Ortegón, y en soya, que en esta zona es importante. Hago un llamado a los productores y a la sociedad en general para el apoyo del INIFAP. **Estamos muy agradecidos por sus apoyos durante estos 35 años. Debemos continuar, es necesario el progreso de esta zona con base en la investigación de estos campos.** Muchas gracias”.

### Dr. Leobigildo Córdova Téllez

Director General

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas  
SNICS



“ El INIFAP se vincula con el SNICS en la generación de nuevas y mejores variedades vegetales para que los agricultores del campo mexicano tengan mejores semillas. El Instituto ha generado variedades en 48 cultivos, entre los que destacan maíz, trigo, frijol, arroz, café y garbanzo, que cubren la mayor parte de la superficie cultivada. El maíz, es especial, porque ha generado híbridos y variedades nativas mejoradas para los estados del sur del país al alcance de los pequeños agricultores. Actualmente se trabaja de manera conjunta en la implementación de programas de abasto de semilla de cultivos estratégicos para hacer frente al cambio climático. En los productos que tengas en tu mesa, en cada comida, seguramente hay trabajo del INIFAP”.

### Dr. Miguel Caballero Deloya

Investigador Académico

Colegio de Postgraduados, COLPOS

“ En 1985 yo era director del INIF, fueron años muy difíciles; hoy llegamos al 35 aniversario con gran éxito. La investigación forestal, en aquellos años, era pionera en estudios de ecosistemas, propiedades de la madera, sanidad forestal; hoy vemos otro INIFAP, más consolidado, fortalecido, trabajando en los problemas del México actual, del planeta, en sustentabilidad, biodiversidad, manejo integral del bosque, producción de agua, recreación e importancia de la fauna silvestre, con metodologías bastante modernas.

Expreso mi sincero deseo que el INIFAP siga siendo la institución estratégica que brinda invaluable aportaciones al desarrollo de México de hoy, y que continúe exitosamente en esta labor del México del futuro”.



### Dr. Miguel García Winder

Subsecretario de Agricultura

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER



“ Estoy convencido de que el INIFAP y el trabajo de cada uno de ustedes tiene un papel fundamental y estratégico para el desarrollo de México. Mucho se habla del futuro de México, de negocios, comercio, pero nada de eso puede llevarse a cabo si no tenemos una sólida investigación científica, y un sólido desarrollo de tecnologías e innovaciones. Desde nuestra llegada, hemos incorporado al INIFAP en nuestros trabajos y esfuerzos. El INIFAP, en los próximos años y para el futuro de este país es esencial. Nos deberá ayudar a generar nuevos materiales genéticos y a encontrar nuevas formas de producir, hacernos más sustentables, a generar mejores alimentos. Los invito a que sigan trabajando y sigan aportando al desarrollo de este gran país. A todos los compañeros del INIFAP, muchas felicidades”.

### Ing. Víctor Suárez Carrera

Subsecretario de Alimentación y Competitividad,  
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER



“ En esta gran tarea de rescate del campo y la autosuficiencia alimentaria, el Gobierno de México revaloriza la importancia del INIFAP. Enfrentar los desafíos de construir un nuevo sistema alimentario y nutricional, justo, saludable, sustentable y competitivo, implica la articulación del conocimiento científico con el conocimiento de los propios productores para construir la nueva agricultura y la nueva alimentación del México del Siglo XXI. Reitero mi reconocimiento y felicitación a todos los investigadores e investigadoras de este glorioso Instituto, esperando que sean estos días de celebración ocasión para que se comprometa totalmente para ser un actor fundamental en el campo mexicano”.

### Lic. Raymundo Vázquez Gómez

Director General  
Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades  
del Sector Rural, INCA Rural

“ Los aportes en investigación del INIFAP han mejorado las condiciones de los productores del país, la producción de alimentos, la conservación de los recursos naturales, la transferencia de tecnología, y el desarrollo de capacidades, en apoyo de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, y los organismos que tenemos como objetivo garantizar el bienestar de la población rural. **En el INCA, estamos convencidos de que sin los aportes del INIFAP nuestro quehacer no tendría los impactos esperados.**

Estuve en el INIFAP durante casi 37 años, y me siento agradecido por todos estos años en esta institución a la que espero volver en algún momento”.



### Ing. Ignacio Lastra Marín

Ex Subsecretario de Alimentación y Competitividad  
SAGARPA



“ Mi felicitación a toda la comunidad del INIFAP, por sus aportes científicos y tecnológicos para el desarrollo del campo mexicano. **Durante los 35 años han dado resultados en todas las zonas productivas de nuestro país:** áridas, semiáridas, templadas y tropicales, donde destaco el avance tecnológico en la producción de frutas, en la ganadería de carne y doble propósito, y en las plantaciones forestales y su transformación. Sobre los impactos productivos, la selección genética de variedades de plátano, la selección genética del ganado y la alimentación bajo pastoreo con mejores pasturas de adaptación en el trópico, entre otras aportaciones”.



### Biól. Miguel Chávez Lomelí

Director General  
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco  
CCYTET

“ Son tres décadas y media de esfuerzo por generar conocimiento significativo y caminos para lograr que quienes se encuentran en la producción agrícola, pecuaria o forestal, su forma de vida, alcancen mejores niveles de bienestar de manera sustentable. Para la comunidad del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, es un gran honor poderlos felicitar por este medio, **y no sólo es la oportunidad de hacer público el reconocimiento de todos nosotros, sino también es la coyuntura para reconocer a los amigos y amigas que conforman la comunidad del INIFAP** y sentirse contagiado por el orgullo y el compromiso de sus integrantes. Hoy es momento de celebrar, de recordar, de convivir, un abrazo fraterno ”.

### C. Yara María Carpio López

Productora de palma de coco, Laguna Guerrero,  
Quintana Roo.

“ El INIFAP nos ha apoyado desde el principio en las plantas de coco, con cursos, capacitación, desde como sembrarlo y seguir su avance. Me dedico a la venta y aprovecho lo que he aprendido cómo la horchata de coco, agua de coco, leche, y muchos derivados. Estoy en una cooperativa cocotera y, con lo poquito que sabemos nosotros, lo ponemos en práctica con el personal del INIFAP que nos echan la mano. **Felicito a INIFAP por los 35 años. No se olviden de nosotros, sigan apoyándonos. Gracias ”.**



### Ing. Saúl Vázquez Pérez

Subdirector Corporativo de Abastecimientos  
Grupo MASECA

“ Festejando los 35 años del INIFAP, **estoy muy contento por el convenio de colaboración que firmamos para lograr que México produzca un maíz sano y de calidad, así como ayudar al productor a buscar una mayor rentabilidad en el campo.** Estoy convencido del talento que tiene el Instituto para formar parte de esta colaboración. Grupo Maseca los seguirá apoyando para lograr juntos un éxito importante. Gracias ”.

### C. Mario Urías Cuadras

Presidente de la Junta Local de Sanidad Vegetal  
del Valle de Évora, Sinaloa



“**Estamos en el campo para constatar el apoyo que nos ha dado INIFAP con el acompañamiento técnico.** Como Junta de Sanidad del Valle de Évora, hemos tenido mucho apoyo de ellos para el control de plagas y enfermedades en los cultivos. Agradecerles que nos den seguimiento y nos hayan apoyado para el establecimiento nuevamente del cultivo de soya y de ajonjolí en nuestra región. Y pedirles que sigan en esa labor de acompañamiento a productores, teniendo como proyectos poder apoyarnos, bajar los costos de producción y mejorar la calidad de las cosechas. Felicitar a INIFAP por sus 35 años de labor, de apoyo a productores”.

### C. Jorge Luis Arredondo Sandoval

Asesor técnico de agricultura de conservación del  
Valle de Évora, Sinaloa

“**Es un orgullo de nuestro país esta institución que tanto ha hecho por la agricultura en México,** desde la generación de variedades, las investigaciones en temas de plagas, enfermedades y nutrición de los cultivos. Estamos muy agradecidos con el Instituto, ya que siempre hemos sido favorecidos con su atención y su apoyo en el momento que los hemos ocupado, y creo que la producción **y la rentabilidad en México tiene mucho que ver con el INIFAP.** Felicidades a todos los investigadores y técnicos del Instituto”.



### Ing. Antonio Manuel Humann Adame

Jefe de Desarrollo 162 del Distrito de González  
Municipio de Altamira de González y de Aldama  
estado de Tamaulipas



“**El material genético con el que hemos trabajado ha sido de variedades producidas por el Campo Experimental de las Huastecas.** Llevamos cerca de nueve variedades de soya generadas, que son aplicables en la región del Sur de Tamaulipas, en la Huasteca y a nivel nacional. En hortalizas tenemos aportaciones para la producción de chiles jalapeños y serranos. En lo pecuario se han resuelto temas importantes en sanidad y producción de forrajes para el aprovechamiento de praderas de parte de los ganaderos de la región. **Una felicitación muy amplia al personal de investigación y administrativo por esos 35 años de trabajo valioso y productivo”.**



### Ing. Alfonso Blancas Aguirre

Productor de algodón en Ascensión, Chihuahua  
Presidente de la Unión de Productores de Algodón y del Sistema  
Producto Algodón, estado de Chihuahua

“ El INIFAP ha generado tecnologías que permiten la sustentabilidad en algodónero, como siembra en surcos estrechos y altas densidades, reducción del número de riegos, sin sacrificar los rendimientos, y establecimiento de fecha de siembra con el uso de unidades calor. El manejo integrado de plagas del INIFAP ayuda a disminuir el número de aplicaciones de insecticidas químicos y favorece el uso de orgánicos. **Agradecemos el apoyo de INIFAP y les pido que redoblen sus esfuerzos para continuar desarrollando investigación, transferencia de tecnología y capacitación en beneficio de los productores de México**”.

### Biól. Antonio Enrique del Ángel Flores

Rector de la Universidad Popular de la Chontalpa  
UPCH

“ El INIFAP es un referente en el trabajo de investigación y desarrollo del campo de México. En la zona de la Chontalpa, tenemos el Campo Experimental Huimanguillo que ha dejado muy buenos resultados en cultivos como papaya, chile, frijol, tomate, plátano y cacao, en beneficio de la agricultura de Tabasco. Saludamos a los directivos del INIFAP y del Campo Experimental. Que sigan los éxitos y muchos años más de existencia de resultado de vida institucional para el INIFAP, y una felicitación también para sus más de 900 investigadores en el país.

Enhorabuena”.



### Ing. Agustín Hernández Cardona

Productor de sorgo,  
Presidente de la Unión Agrícola Regional del Norte de Tamaulipas

“ El norte de Tamaulipas es una zona donde destaca el cultivo de sorgo. En 2013 se tuvo la presencia del pulgón amarillo en el ciclo Primavera-Verano, y **conjuntamente, productores e INIFAP encontraron la forma de controlar el pulgón**. Quiero reconocer su apoyo en la búsqueda de alternativas para no tener monocultivo. Nos hemos metido muy de lleno con ellos en los análisis de suelos; porque si hablamos de maíz, sorgo, soya o canola, requerimos de incrementar rendimientos, y hay que buscar las fórmulas adecuadas de fertilización. Gracias”.



### Dr. Ramón G. Guajardo Quiroga

Titular

Secretaría de Desarrollo Agropecuario  
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL



“ En el INIFAP se generan las tecnologías que han servido para apoyar la productividad del sector agropecuario y forestal; por lo tanto, quiero felicitar a todos los investigadores del INIFAP por el trabajo que han realizado. La Universidad Autónoma de Nuevo León tiene una amplia relación con el INIFAP. Actualmente tenemos un convenio de colaboración que ha sido muy exitoso y esperamos seguir trabajando mano con mano, hombro con hombro con este importante Instituto, colaborando para el bien del país. Deseamos el mejor de los éxitos, que siga colaborando y apoyando al sector agropecuario ”.

### C. María Dolores López Carrasco

Productora de palma de coco en la Laguna Guerrero,  
Quintana Roo

“ Soy descendiente de ejidatarios y después de estudiar varias posibilidades para cultivo de coco, nos decidimos por el coco híbrido de la variedad Chactemal del INIFAP por ser el más apto, con mejor productividad, más adaptable y resistente al amarillamiento letal. En las capacitaciones del INIFAP. en Chetumal hemos aprendido mucho y ya estamos en proyectos para sembrar coberteras para el control de malezas y que sea un abono natural para el coco. Nos apoyan sobre el cultivo y viendo cuáles son las necesidades propias del suelo. Felicito a todo el personal por su apoyo y por sus 35 años de estar en función ”.



### Ing. Reynaldo Farías de la Garza

Presidente

Charolais Charbray  
Herd Book de México



“ El Consejo Directivo, los socios, y todos los colaboradores de esta Asociación felicitamos al INIFAP en su 35 aniversario. **Sabemos de su trabajo y lo reconocemos.** Como muestra, 20 años en los que nos han apoyado y ayudado para mejorar la genética de nuestras razas, por lo que estamos muy agradecidos. Exhortamos a todo el personal que colabora en el INIFAP a seguir trabajando junto con los productores por el bien del campo mexicano.

Muchas gracias ”.



### Dr. Javier Z. Castellanos Ramos

Ex Investigador del INIFAP,  
Presidente de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo

“ La pandemia ha agudizado retos sin precedentes para el sector agropecuario, como resolver los problemas por el Cambio Climático y su efecto en la producción de alimentos, que son demandados por 130 millones de personas. **Atender cómo producir más con menos agua, de manera inocua y con alta calidad, utilizando eficientemente los recursos y proteger el medio ambiente, es un desafío que sólo podremos afrontarlo si contamos con un INIFAP fuerte,** con suficientes apoyos y recursos para generar la tecnología que hoy resulta imprescindible para el futuro del país y de las siguientes generaciones”.

### Ing. Alfonso Romo Garza

Jefe de la Oficina de la Presidencia  
Gobierno de México

“ Como ustedes saben, yo creo en la investigación agrícola, ganadera y forestal. Para mí, **la investigación tiene efecto directo en aumentar el nivel de vida de los mexicanos:** la innovación y el mejoramiento genético tienen que ver con el nivel de vida de los mexicanos. **Estoy convencido de que ustedes son una pieza fundamental para el desarrollo** de uno de los dos sectores que hoy crecen en México, y crecen porque están usando la tecnología. **Yo espero que México se convierta en un centro de orgullo, y el INIFAP ha sido un orgullo.** Les mando un abrazo, cuenten conmigo.

Muchas gracias”.



### Mtro. León Jorge Castaños Martínez

Director General Comisión Nacional  
Forestal, CONAFOR



“ En el tema forestal, **el INIFAP ha sido un aliado importante por sus aportaciones de investigación, transferencia de tecnología y temas, como inventarios forestales,** estudios de sanidad, incendios y producción de plantas; esos apoyos permiten a los beneficiarios de los bosques contar con una pequeña unidad de negocio para generar ingresos y mejorar su calidad de vida, siendo además una adecuada alternativa para dar valor agregado a las materias primas forestales maderables y no maderables. **Los paquetes tecnológicos que ha desarrollado esta institución se han transferido a los productores forestales a través de las reglas de operación de la CONAFOR.** Muchas felicidades”.

## Senadora Beatriz Paredes Rangel

LXIV Legislatura

Integrante de la Comisión de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural. Senado de la República



“ La humanidad sólo podrá sobrevivir sí y solo sí tenemos la capacidad de producir los alimentos suficientes en condiciones de inocuidad para que soporte la expansión de la especie humana. Nada más y nada menos esa es la tarea de la ciencia y de la investigación en materia agropecuaria. **Por eso, a todos ustedes que laboran en el INIFAP, a todos los investigadores, a los doctores que han puesto su vida, que han puesto el ejemplo de compromiso con el campo mexicano los quiero felicitar hoy en su 35 aniversario.** Les pido por el bien de los mexicanos y por el bien del campo de México que no desmayen. Sepan que hay muchos que reconocemos y admiramos sus tareas. Felicidades ”.

## C. Esteban Posada Renovales

Presidente del Consejo  
Directivo de Holstein de México

“ Desde hace más de 30 años hemos trabajado conjuntamente en el área de mejoramiento genético del ganado Holstein. El Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal se ha hecho cargo de las evaluaciones. Esta alianza permitió realizar los primeros estudios genómicos en México y que fuéramos la primera asociación de criadores de ganado mexicano en hacerlo. **Holstein de México siempre ha estado viendo hacia adelante y el INIFAP es parte importante en estos programas y visión de futuro.** Muchas felicidades por sus primeros 35 años a los investigadores del Centro de Ajuchitlán en Querétaro ”.



## M.C. Enrique Elías Calles

Ex investigador Gral. Terán  
Conferencia Huanglongbing

“ Mi aspiración es que los nuevos productores se sintieran con la confianza para poder pedir asistencia y asesoría en el Campo Experimental, y que los investigadores del Campo consideraran siempre que el agricultor es su cliente principal y es al que hay que satisfacer ”.



Fotografía  
*Polinizando en las alturas,*  
Faustino García Pérez  
Campo Experimental Zacatepec

**COMITÉ  
EDITORIAL**

Presidente

**Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque**

Secretario

**Dr. Miguel Enrique Arechavaleta Velasco**

Vocales

**Dra. Dora María Sangermán Jarquin**

**M.C. Marisela C. Zamora Martínez**

**MVZ. Arturo García Fraustro**

**Dr. José Antonio Cueto Wong**

**Dr. Luis Ortega Reyes**

**Mtra. Com. Sindy Laura Campero Vega**

**Dr. Rogelio Flores Velázquez**

**Dr. Venancio Cuevas Reyes**

**M.C. Enrique Herrera López**

**Dr. Efraín Cruz Cruz**

**Dr. Luis Reyes Muro**

---

**DISEÑO  
EDITORIAL**

Lic. Lucy Liliana Palacios Castellanos

Lic. Nataly Vanessa López López

---

**FOTOGRAFÍA**

Seleccionadas del Concurso Nacional de Fotografía "INIFAP en tu Vida 2020" y otras del personal del INIFAP

---

**IDEA ORIGINAL**

**Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque**

---

**Código INIFAP**

MX-0-310301-52-14-00-06-01

La presente publicación se terminó de editar en la Ciudad de México.

# INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

## OFICINAS CENTRALES

**DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE**  
Dirección General del INIFAP

**DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**DR. LUIS ORTEGA REYES**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO**  
Coordinador de Administración y Sistemas

---

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL

**ING. MARCO ANTONIO CARREÓN ZÚÑIGA**  
Noroeste

**DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ**  
Norte centro

**M.C. JAIME PIÑA RAZO**  
Noreste

**DR. JUAN DE DIOS BENAVIDES SOLORIO**  
Pacífico Centro

**DR. JESÚS URESTI GIL**  
Centro

**M.C. SERGIO ALBERTO CURTI DÍAZ**  
Golfo Centro

**DR. RAFAEL ARIZA FLORES**  
Pacífico Centro

**MTRO. BARTOLO RODRÍGUEZ SANTIAGO**  
Sureste

---

## CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA

**DR. JUAN ESTRADA ÁVALOS**  
Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera

**DR. MIGUEL ENRIQUE ARECHAULETA VELASCO**  
Fisiología y Mejoramiento Animal

**DR. ROGELIO FLORES VELÁZQUEZ**  
Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales

**M.C. ENRIQUE HERRERA LÓPEZ**  
Salud Animal e Inocuidad

**DR. MIGUEL LUNA LUNA**  
Agricultura Familiar

**DR. JOSÉ FERNANDO DE LA TORRE SÁNCHEZ**  
Centro Nacional de Recursos Genéticos





El 35 aniversario del INIFAP representa una inmejorable oportunidad para hacer un recuento de sus logros científicos y tecnológicos para mejorar las condiciones del campo mexicano, en sus diversas regiones agroecológicas. Los conocimientos y tecnologías generados en el Instituto para los sistemas forestales, agrícolas y pecuarios contemplan no solo el beneficio económico y social para los productores y campesinos, sino también la conservación de los recursos naturales.

El INIFAP se ha mantenido como una institución de vanguardia y presencia nacional, con 77 campos y sitios experimentales y casi 900 investigadores para atender la problemática forestal, agrícola y pecuaria en diversas disciplinas científicas. Su vinculación con organizaciones de productores, dependencias gubernamentales, instituciones de investigación y empresas agroalimentarias ha sido fundamental para potenciar sus capacidades para atender las demandas del sector rural.

Esta obra trata sobre el origen, evolución y misión del INIFAP. Describe su infraestructura, talento humano, principales aportaciones científicas y tecnológicas, así como los retos que enfrentará el Instituto en las próximas décadas. Como parte de la estrategia de fortalecimiento, de manera periódica, el INIFAP replantea y actualiza sus objetivos y estrategias prioritarias y establece acciones puntuales para que sus programas y líneas de investigación estén acordes a una población creciente y demandante de más alimentos sanos e inocuos, sin menoscabo del ambiente. La problemática mundial sobre población, salud, alimentación, contaminación y cambio climático obligan a las instituciones de investigación a romper paradigmas y proponer sistemas de producción holísticos y sostenibles.

