



► *Descubriendo recursos genéticos de maíz y trigo para el desarrollo de variedades mejoradas adaptadas al cambio climático*

► *El CIMMYT y la Sagarpa reafirman compromiso con el campo mexicano*

► *Banco de semillas: el resguardo de la biodiversidad*

Más cerca  
**01800 4627247**



<http://conservacion.cimmyt.org>



Twitter

@ACCIMMYT



Facebook

/accimmyt



Youtube

/CIMMYTCAP

Año VI. Número 26  
junio - julio 2015

### DIRECTORIO

Coordinación General  
Bram Govaerts  
Gerente de Divulgación  
Georgina Mena  
Dirección Editorial  
Gabriela Ramírez  
Comité Editorial  
Carolina Camacho  
Rachael Cox  
Bram Govaerts  
Judith Hernández  
Samuel Huntington  
Victor López  
Georgina Mena  
Gabriela Ramírez  
Horacio Rodríguez  
Matthew Thornton  
Imagen de portada  
CIMMYT



Corrección de estilo  
Iliana C. Juárez  
Diseño gráfico  
Yolanda Díaz  
Web  
Alfonso Cortés



### ÍNDICE

#### EDITORIAL

#### 2 ESPACIO DEL LECTOR

#### AL GRANO

3 El cimmyt y la Sagarpa reafirman compromiso con el campo mexicano

6 Buscan garantizar seguridad alimentaria a pesar del cambio climático

9 Estadísticas con perspectiva de género son indispensables en diseño de políticas públicas

12 Reunión en México traza ruta científica para incrementar el rendimiento de trigo

#### MONOGRÁFICO

14 Políticas públicas de la Sagarpa para el fomento y la conservación del maíz nativo

18 Biodiversidad y comercialización de maíz

#### CENTRAL

25 Descubriendo recursos genéticos de maíz y trigo para el desarrollo de variedades mejoradas adaptadas al cambio climático

#### LA CHARLA

37 La ac, necesaria para tener un suelo sano

#### DIVULGATIVO HUB BAJÍO

39 La biodiversidad en Guanajuato, una oportunidad para la fruticultura

#### DIVULGATIVO HUB VALLES ALTOS

42 Capacita Tlaxcala a productores en el uso de métodos de almacenamiento

47 Nuevos mercados para la producción de cebada en el estado de Hidalgo

#### DIVULGATIVO HUB INTERMEDIO

50 Realizan demostración de semillas mejoradas de maíz VS-536 en San Luis Potosí

#### DIVULGATIVO

51 A conocer y conservar la biodiversidad de la milpa guatemalteca

#### TIPS

55 Tips poscosecha. ¿Y tú qué alternativas de almacenamiento utilizas para conservar tus granos?

#### FOTORREPORTAJE

61 Banco de semillas: el resguardo de la biodiversidad

"EnlAce La Revista de la Agricultura de Conservación", año VI, número 26, junio - julio 2015, es una publicación bimestral editada, publicada y distribuida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con domicilio en km. 45 Carretera México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56237, México. Teléfono: + 52 (595) 9521 900. [www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org), <http://conservacion.cimmyt.org/> editorial.cimmyt@gmail.com Editor responsable: Dr. Ir. Bram Govaerts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2014-110718425800-203, número de ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Certificado de Licitud de Título y Contenido en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por: Metrocolor de México, S.A. de C.V., Av. C.P. Rafael Sesma Huerta #17, Parque Industrial FINSA, El Marqués, Qro. Este número se terminó de imprimir el 12 de junio de 2015, con un tiraje de 18,000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 15 de junio de 2015.

Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad única de los autores por lo que el CIMMYT no se hace responsable de las mismas. Los consejos, tips técnicos y cualquier otra información que se presenta en la revista son únicamente indicativos, por lo que el CIMMYT no asume la responsabilidad de los resultados obtenidos en campos específicos. Este es un material de apoyo a la divulgación de la agricultura sustentable con base en la Agricultura de Conservación en México. D.R. © CIMMYT 2014. Se prohíbe la reproducción, parcial o total, de este material, salvo que medie la autorización previa y por escrito del titular.

La revista EnlAce forma parte del componente MasAgro Productor, en el marco de las acciones emprendidas por CIMMYT para la ejecución del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro). Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido su uso para fines distintos a los establecidos en el programa.



Llegamos a la mitad del año con buenas y muy nutridas experiencias. Como hemos compartido, 2015 nos representó desde su inicio una oportunidad renovada de fortalecimiento y madurez del proyecto por la intensificación sustentable en América Latina y particularmente en México. Este número 26 de la Revista Enlace tiene como tema central la biodiversidad, ya que reconocemos la importancia de identificarla y trabajar para acceder a ella mediante la investigación agrícola y, al mismo tiempo, aprovechar el potencial de excelencia que existe en los países en desarrollo.

Uno de los objetivos del CIMMYT es la conservación, la caracterización, el aprovechamiento y/o la reproducción de maíz y trigo, coadyuvando con la estrategia de conservación y el aprovechamiento de recursos genéticos de estos cultivos.

En forma paralela, nos avocamos en asegurar los recursos y la infraestructura de alta especialidad para fortalecer las capacidades en el aprovechamiento profundo de la biodiversidad. Con base en rigurosos análisis científicos, estudiamos nuestra riqueza genética, la salud humana y el medio ambiente, y resguardamos la biodiversidad de maíz y el trigo en el CIMMYT.

Es por ello que el tema de la biodiversidad es medular en nuestro trabajo diario. Una de nuestras muchas actividades que se realizan en este marco es la operación y mantenimiento del banco de recursos genéticos que se encuentra en la sede del CIMMYT en México y del cual damos detalles aquí. Asimismo, compartimos las aportaciones y experiencias de diversos colaboradores que ayudan a mostrar con su trabajo permanente un panorama integral sobre el impacto de este tema en la seguridad alimentaria mundial.

En este contexto, las actividades que ya se llevan a cabo en el altiplano guatemalteco sobre la biodiversidad en ese país se suman en muchos sentidos, a través del proyecto Buena Milpa, al aprovechamiento y mejoramiento de los recursos nativos.

Por otra parte, damos cuenta de los eventos ocurridos recientemente, entre los que destacan, por un lado, el homenaje en el CIMMYT al doctor Norman E. Borlaug, en el marco del cierre de las actividades sobre el centenario de su nacimiento, y por otro, la firma del convenio de colaboración 2015 del Programa MasAgro con la Sagarpa, que en palabras del secretario Martínez y Martínez: “permite operar uno de los componentes más importantes de la dependencia, ya que con base en la investigación es posible desarrollar la productividad ante los retos globales”.

Y finalmente, en esta ocasión la sección de “Tips”, ofrece valiosas recomendaciones para un buen almacenamiento de la cosecha, que como sabemos, es fundamental para que no se pierda o desaproveche la producción.

Agradecemos mucho sus aportaciones y esperamos sus comentarios. Recuerden que contamos con el “Espacio del Lector”, creado para todos.

Muchas gracias,

**Bram Govaerts**

Director Adjunto del Programa Global de Agricultura de Conservación. CIMMYT

Escríbenos a: [cimmyt-contactoac@cgiar.org](mailto:cimmyt-contactoac@cgiar.org)

Espacio *del Lector*

“Cómo están mis estimados amigos de Difusión de CIMMYT? Envío este artículo que trabajé el año 2014 como resultado de los trabajos de AC en coordinación con el Hub Pacífico Sur, soy técnico certificado egresado del Hub Trópico Bajo en Chiapas. Espero lo revisen y cualquier comentario estaré pendiente. La intención es que se publique y que se vea que estamos trabajando AC en el sur Veracruz.” Ing. José Antonio Navarro Reyes

Ingeniero Navarro: Ya hemos revisado su trabajo y lo publicaremos próximamente en la revista Enlace. Agradecemos su valiosa aportación. Saludos cordiales.

Texto y fotografías:  
Gabriela Ramírez

AL GRANO



## El CIMMYT y la Sagarpa reafirman compromiso con el campo mexicano

- *El CIMMYT y la Sagarpa firmaron el convenio de colaboración 2015 para seguir trabajando por el campo mexicano.*
- *Terminan las celebraciones del Centenario del nacimiento de Norman Borlaug.*
- *Reconocen trayectoria de Sanjaya Rayaram y Bram Govaerts.*

El director general del CIMMYT, Thomas Lumpkin, y el titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Enrique Martínez y Martínez, firmaron el convenio de colaboración 2015 para seguir trabajando de manera conjunta en el Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) y para impulsar la investigación y la transferencia de conocimientos en el sector agrícola.

Durante un evento realizado en el CIMMYT para concluir las celebraciones por el natalicio de Norman Borlaug, la dependencia federal y el organismo internacional reafirmaron su compromiso con el campo mexicano.

Al respecto, Thomas Lumpkin explicó que las investigaciones que realiza el CIMMYT para generar desarrollo e innovación se verán reflejadas en

Foto: Firma de convenio de colaboración 2015 entre CIMMYT y Sagarpa.



la meta de alimentar a la creciente población para 2050. Abundó que la estrategia MasAgro, cuyo objetivo es elevar los rendimientos en maíz, trigo y otros granos con base en prácticas sustentables de los pequeños productores, busca ser replicada por países de Centroamérica y El Caribe, como Honduras, Bolivia y Haití.

Por otra parte, Enrique Martínez y Martínez subrayó que este convenio permite operar uno de los componentes más importantes de la dependencia, ya que con base en la investigación es posible desarrollar la productividad ante los retos globales.

Durante este evento, los asistentes recordaron el legado y el trabajo realizado por Norman Borlaug, así como su contribución en la generación de alimentos, y aprovecharon la ocasión para develar una estatua en su honor.

La hija del Premio Nobel de la Paz, Jeanie Borlaug, aprovechó la ocasión para señalar que la inversión en el sector agrícola es fundamental en la actualidad, ya que hay diversos retos que enfrentar por el cambio climático que estamos viviendo. Además mencionó que su padre se sentiría orgulloso por el trabajo que se ha hecho en México.

También durante este evento se reconoció la trayectoria de Sanjaya Rayaram, Premio Mundial de Alimentación 2014 y de Bram Govaerts, Premio Norman Borlaug a la Investigación de Campo en 2014.

Rayaram hizo un llamado a los gobiernos e instituciones públicas y privadas para invertir más recursos en investigación para el desarrollo agrícola sostenible por medio de verdaderas alianzas público-privadas.

Finalmente, el director asociado del Programa Global de Agricultura de Conservación del CIMMYT, Bram Govaerts, aseveró que la memoria y la visión de Norman Borlaug continúan en las parcelas de investigación de Agricultura de Conservación y dijo que no hay ninguna razón por la cual México no debería ser el líder no



1. Entrega de un reconocimiento a la trayectoria de Sanjaya Rayaram.  
2. Manuel Cota Jiménez, presidente de la Comisión de Agricultura del Senado de la República.

solo de la región, sino del mundo en excelencia en ciencia e innovación en trigo y maíz en el desarrollo sustentable de la agricultura.

Al evento también asistieron Manuel Cota Jiménez, presidente de la Comisión de Agricultura del Senado de la República; Javier Usabiega Arroyo, secretario de Desarrollo Agropecuario de Guanajuato; Jesús Aguilar Padilla, subsecretario de Agricultura; Francisco Gurría Treviño, coordinador general de Ganadería; y Belisario Domínguez Méndez, coordinador general de Productividad y Desarrollo Tecnológico de la Sagarpa.

3. El titular de la Sagarpa, Enrique Martínez y Martínez, destacó la relevancia del trabajo del CIMMYT en investigación.  
4. Estatua de Norman Borlaug.







Texto y fotografías:  
Gabriela Ramírez

Bram Govaerts habló sobre la contribución del CIMMYT a la agricultura resistente al cambio climático.

## Buscan garantizar seguridad alimentaria a pesar del cambio climático

Con la finalidad de difundir los resultados potenciales de la Alianza Global para una Agricultura Climáticamente Inteligente, tuvo lugar una sesión informativa en la Ciudad de México, organizada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), a través de la Coordinación General de Asuntos Internacionales (CGAI).

En la sesión, representantes de instituciones del Gobierno Federal, de oficinas agrícolas de diversas embajadas, de agencias internacionales de cooperación, de instituciones de investigación y asociaciones de agricultores y de agronegocios hablaron acerca de los compromisos adquiridos, así como de las futuras acciones relacionadas con la agricultura, la seguridad alimentaria y el cambio climático.

Mark Manis, asesor de políticas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), explicó que la Alianza Global para una Agricultura Climáticamente Inteligente nació el 23 de septiembre de 2014 en la Cumbre del Clima celebrada en Naciones Unidas, con la finalidad de identificar, promover y desarrollar acciones para adoptar mejores prácticas agrícolas, sistemas de



1. Los asistentes a la sesión informativa sobre agricultura, seguridad alimentaria y cambio climático. 2. Luis Martínez y Miguel Narváez explicaron la participación de Sagarpa en iniciativas globales relacionadas con el cambio climático.

producción de alimentos y políticas sociales. Actualmente, 20 países, incluido México, forman parte de esta alianza. Mencionó también que es de vital importancia compartir experiencias y desarrollar iniciativas y estrategias regionales que puedan derivar en acciones de cooperación regional.

Durante el mismo acto, Bram Govaerts, director adjunto del Programa Global de Agricultura de Conservación (AC) del CIMMYT, se refirió a la

contribución de este organismo internacional para lograr una agricultura resiliente al cambio climático. Explicó además los proyectos del CIMMYT a escala global en relación con el tema del cambio climático: la comprensión y evaluación de la respuesta del trigo al cambio climático para generar estrategias integrales de mejoramiento a través del modelaje; la consulta de expertos y diálogos multiactorales; la disseminación focalizada de variedades adaptadas de maíz con tolerancia al calor y la sequía y con características elegidas por los productores en zonas prioritarias por vulnerabilidad climática en África oriental y meridional y la planicie del Indo-Ganges; y la mejora de las estimaciones de las emisiones de  $N_2O$  de sistemas de cultivo de maíz y trigo.

También, señaló que el CIMMYT ha abonado al cumplimiento de los compromisos de México 2020-2030. El primero es la reducción del carbono negro en 51% en 2030. El segundo compromiso se refiere a la reducción de GEI en 22% en 2030. El CIMMYT, dijo Bram Govaerts, ha contribuido a este objetivo con la difusión de prácticas de AC que generan una disminución en la quema de combustibles fósiles y biomasa (no quema residuos); con el uso de sensores para mejorar la eficiencia de la fertilización ( $N_2O$ ) a través del proyecto MasAgro, el más importante en cuanto a investigación e innovación agrícola en México; con el proyecto CCAFS "Mejora de las estimaciones de las emisiones de  $N_2O$  de sistemas de cultivo de maíz y trigo", donde México aporta datos de GEI; y con una investigación sobre  $N_2O$  emitido a la





3. Mark Manis habló sobre la Alianza Global para la Agricultura Climáticamente Inteligente. 4. Bran Govaerts, durante su participación.

atmósfera por uso de fertilizantes nitrogenados en la producción de maíz, con la que podrán diseñar tecnologías que ayuden a mitigar la emisión de GEI.

Govaerts invitó a generar una plataforma de inversión pública-privada para la investigación en sistemas de producción sustentable de maíz y trigo para México, ya que el país tiene un gran potencial de ser líder en la materia a escala global.

Por otra parte, François Boucher y Leticia Deschamps, representantes del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), mencionaron la necesidad de articular esfuerzos y políticas para prevenir o mitigar los desastres causados por el cambio climático. Por ello, explicaron que actualmente desarrollan un Observatorio de Cambio Climático a escala nacional, cuyo objetivo es proporcionar información relevante y oportuna para poder diseñar políticas públicas y acciones en materia de cambio climático y seguridad alimentaria.

Durante su intervención, Lionel Grott, de la embajada de Francia, hizo referencia a la 21 Conferencia de las Partes de

la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 21), que se celebrará este año en París y en la que se espera lograr un acuerdo global para que todas las partes puedan hacerle frente al cambio climático y evitar un aumento de 2 °C en el calentamiento del planeta.

También en la sesión, AG Kawamur comentó la experiencia del cambio climático y el impacto en la agricultura en California. José Luis Meza, director ejecutivo de Agronegocios de Scotiabank abordó el tema de los esquemas de financiamiento para la sustentabilidad.

Finalmente, los asistentes se comprometieron a entablar un diálogo permanente para trabajar de manera conjunta y compartir experiencias e inquietudes que les permitan abonar al tema de cambio climático y tomar acciones para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro.†



Texto y fotografías:  
Gabriela Ramírez

AL GRANO



General



Reunión sobre estadísticas de género y seguridad alimentaria en Naciones Unidas.

## Estadísticas con perspectiva de género son indispensables en el diseño de políticas públicas

En 58 por ciento de los países de América Latina y el Caribe, las mujeres tienden a sufrir inseguridad alimentaria severa en mayores proporciones con respecto a los hombres. En África, esta situación se reporta en 47 por ciento de los países y en Asia, en 24 por ciento.

Esto fue dado a conocer por Chiara Brunelli, analista de seguridad alimentaria y perspectiva de género de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) durante el 59 periodo de sesiones de la Comisión de la Condición Jurídica de la Mujer (CSW59) en Naciones Unidas en Nueva York, que tuvo lugar el pasado mes de marzo.

Brunelli explicó que esta situación se da principalmente en la región de América Latina, ya que, por lo general, las mujeres buscan primero el bienestar de sus familias y después el de ellas mismas.

{ La FAO señala que la inseguridad alimentaria afecta de manera diferente a hombres, mujeres y familias. }



Durante el CSW59 tuvo lugar una reunión sobre estadísticas de género y agricultura, en la que especialistas de la FAO y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) explicaron que han desarrollado estadísticas desagregadas por género que pueden contribuir al desarrollo de políticas públicas que mejoren la vida de las mujeres rurales.

“Es indispensable contar con estadísticas de género en materia de seguridad alimentaria, pero es igual de importante que éstas no lleguen tres o cuatro años después. Los países deben hacer un esfuerzo por generarlas y mantenerlas actualizadas, ya que con ello es posible diseñar políticas y emprender acciones para prevenir o mitigar alguna situación”, dijo Brunelli.

La FAO ha generado estadísticas con perspectiva de género en materia de seguridad alimentaria a través de dos proyectos. El primero es el de las Encuestas Nacionales de Hogares que proporciona datos desagregados por género sobre seguridad alimentaria a escala nacional y subnacional y que hasta el momento cuenta con información de 15 indicadores en cuatro áreas: consumo alimenticio, pobreza, análisis nutricional en la ingesta y fuentes de alimento. Los datos están disponibles para 38 países.

<http://faostat3.fao.org>



El segundo proyecto estadístico que cuenta con perspectiva de género es *Voices of the Hungry*, que pretende desarrollar un estándar global para la estimación de la prevalencia de la inseguridad alimentaria. Cuenta con información basada en las respuestas de personas a un cuestionario sobre su acceso a una alimentación adecuada.



Chiara Brunelli, analista de seguridad alimentaria y perspectiva de género de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Sobre *Voices of the Hungry*, Chiara Brunelli explicó que hasta el momento hay datos de 111 países, pero que en breve se dispondrá de información para un total de 150 naciones.

<http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/voices/en/>



Por otra parte, María Hartl, especialista de FIDA, mencionó que “lo que se hace se debe medir y lo que se mide se hace”, y habló sobre una metodología que han implementado principalmente en países africanos para medir la igualdad de género y el empoderamiento de mujeres rurales en relación con la disminución de la pobreza.

Esta medición toma en cuenta cuatro aspectos relacionados con el empoderamiento de las mujeres: producción, autonomía y toma de decisiones, recursos, propiedad de la tierra, compra, venta o renta de insumos, acceso a financiamientos, ingresos, liderazgo y uso del tiempo.

Por otra parte, especialistas señalaron que las mujeres hacen contribuciones cruciales en la agricultura, ya que se desempeñan como productoras, trabajadoras, vendedoras o distribuidoras, pero enfrentan una serie de situaciones que reducen su productividad.

Explicaron que si se redujera la brecha de desigualdad en la agricultura, las mujeres tendrían mayores recursos y esto tendría un impacto positivo en la seguridad alimentaria, nutrición, educación y salud de los niños y del resto de la población.



En la reunión participaron mujeres representantes de gobiernos y organizaciones de diversos países.

### Algunos datos sobre mujeres y agricultura



En promedio, las mujeres constituyen 43 por ciento de la mano de obra agrícola en los países en desarrollo y se estima que representan dos tercios de los 600 millones de criadores de ganado pobres del mundo.



Generalmente, las mujeres rurales trabajan más horas que los hombres, si se tienen en cuenta tanto las tareas productivas remuneradas como sus responsabilidades reproductivas o domésticas y familiares no retribuidas. Si se consideran estas últimas, el número total de horas de trabajo de las mujeres supera al de los hombres en todas las regiones.



Las mujeres suelen emplearse en tareas con un alto coeficiente de mano de obra, obtienen salarios generalmente más bajos que los hombres y es más probable que se les pague a destajo. Por ejemplo, en el mercado africano de trabajo ocasional en la agricultura, los salarios de las mujeres (ya sean en efectivo o en especie) suelen ser 50 por ciento más bajos que los de los hombres. ▶



Fuente: FAO <http://www.fao.org/gender/gender-home/gender-resources/gender-statistics/es/>



# REUNIÓN EN MÉXICO traza ruta científica para incrementar el rendimiento de trigo

“México busca impulsar nueve por ciento la producción nacional de trigo para alcanzar rendimientos de 3.6 millones de toneladas en 2018, a través de una mayor inversión en infraestructura, maquinaria, equipo e innovación tecnológica, aseguró Daniel Ibarra Guerra, representante de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), durante la inauguración del Taller Internacional de Potencial de Rendimiento de Trigo en Ciudad Obregón, Sonora.

“La visión estratégica del Gobierno de México es promover un escenario rural que sostenga un sector agroalimentario productivo, competitivo, rentable, sostenible y justo para garantizar la seguridad alimentaria”, declaró Ibarra frente a 75 científicos internacionales y mejoradores de trigo que participaron en dicho taller, organizado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

La implementación del programa MasAgro Trigo ha dejado el establecimiento de la Plataforma Mexicana de Fenotipado, Mexplat, donde se estudian y se evalúan los trigos de todo el mundo para después seleccionar los que mejor se adapten a las condiciones agroclimáticas de México.

- *El programa encabezado por el CIMMYT y la Sagarpa ha hecho la selección de dos mil líneas tolerantes al calor y más de 70 mil a la sequía.*
- *Se han evaluado más de 400 líneas élite por su potencial de rendimiento y se han logrado más de 200 cruzas exitosas para desarrollar líneas con mayor capacidad de adaptación y rendimiento.*



Inauguración del Taller Internacional de Potencial de Rendimiento de Trigo en Ciudad Obregón, Sonora.

En 2014, el programa encabezado por el CIMMYT y la Sagarpa ha hecho la selección de dos mil líneas tolerantes al calor y a la sequía de entre más de 70 mil líneas evaluadas; se han evaluado más de 400 líneas élite por su potencial de rendimiento y se han logrado más de 200 cruzas exitosas para desarrollar líneas con mayor capacidad de adaptación y rendimiento. En cuanto a generación de capacidades se refiere, siete mejoradores de trigo mexicanos están por concluir sus estudios de doctorado en universidades de alto prestigio, se ha entrenado a 17 mexicanos estudiantes de licenciatura en el tema de métodos de investigación de campo y laboratorio, y tres técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, se capacitaron en técnicas de fenotipado.

## PRESIONES AMBIENTALES

Los participantes del Taller de Potencial de Rendimiento de Trigo, celebrado del 24 al 26 de marzo de 2015, delinearon cómo los proyectos de investigación actuales y futuros pueden encajar en la Alianza Internacional de Rendimiento de Trigo (IWYP, en inglés), una alianza público-privada internacional enfocada en desarrollar nuevas variedades de trigo de alto rendimiento.

Hans Braun, director del Programa Global de Trigo del CIMMYT y del programa Trigo del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, en inglés), señaló que los resultados del reporte publicado el año pasado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, en inglés) señalan como altamente probable que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y que la precipitación pluvial sea impredecible.

“Los modelos indican que un aumento de dos grados en la temperatura reduciría 20 por ciento el rendimiento de trigo, un aumento de 6 grados produciría una reducción de 60 por ciento... Las consecuencias serían muy graves, ya que sabemos que la producción de trigo tiene que incrementarse 60 por ciento para mantenerla al nivel de las proyecciones poblacionales”, indicó el investigador alemán.

“El CIMMYT ha demostrado que la tasa de crecimiento de las ganancias de rendimiento de grano ha disminuido a tal punto que, si continúa al nivel actual, tendremos una brecha importante entre la cantidad disponible de trigo y lo que necesitamos para alimentar a la población”, declaró Steve Visscher, director ejecutivo adjunto internacional del Consejo de Investigación en Ciencias Biológicas y Biotecnología (BBSRC) del Reino Unido.

Visscher agregó que el reto que tenemos frente a nosotros es de dimensiones colosales, lo que significa que se necesita el esfuerzo de la comunidad internacional y reforzar esfuerzos como el de la IWYP. Destacó y reconoció el papel fundamental de la Sagarpa y del Gobierno mexicano por respaldar el trabajo del CIMMYT y proveerlo con fondos.

Rothamstead Research, en Reino Unido, trata de responder al reto de la seguridad alimentaria de trigo a través de un programa que busca incrementar el potencial de rendimiento de trigo a 20 toneladas por hectárea en los próximos 20 años.

“Dado que el rendimiento récord de Reino Unido actualmente es de 14.3 toneladas, ese es un objetivo muy grande”, consideró el director asociado Martin Parry, cuyo trabajo se enfoca en tratar de incrementar la eficiencia fotosintética del trigo, lo que llevaría a rendimientos más altos.

“En los últimos 20 años, el rendimiento solo ha incrementado una tonelada por hectárea, o sea que estamos tratando de lograr un gran cambio”, declaró.

“Existen grandes riesgos en términos tanto de estabilidad política como de seguridad alimentaria; es crítico que la población mundial tenga suficiente alimento para comer, necesitamos trabajar de forma colegiada, colaborativa, y la IWYP ofrece una excelente oportunidad para hacerlo”, señaló Parry.

El evento buscó presentar métodos innovadores para incrementar en forma significativa el potencial de rendimiento de trigo al hacer más eficiente la fotosíntesis, mejorar la adaptación del cultivo a diferentes ambientes al momento de la floración, considerar los procesos involucrados en el acame de la planta y aplicar mejoramiento fisiológico y molecular.



# Políticas públicas de la Sagarpa para el fomento y la conservación del maíz nativo

México es el hogar ancestral del maíz y posee una diversidad genética única e insustituible en sus variedades conocidas como razas locales o "maíces nativos". Es reconocido a nivel mundial como el centro de origen y de diversidad genética de este importante alimento; aunque existe una amplia distribución y diversidad de razas a lo largo del continente Americano, en México se concentra muy probablemente la mayor diversidad de maíz del mundo y en la actualidad aún se pueden encontrar en ambientes naturales bajo un esquema de coexistencia entre los maíces nativos y sus parientes silvestres (Teocintles y Tripsacum).

Aun cuando resulta importante entender e identificar los posibles centros de origen del maíz en tér-

minos históricos, lo relevante en términos de conservación es ubicar espacialmente las regiones de mayor diversidad. Se desconoce la diversidad genética de maíz que existía en Mesoamérica previo a la llegada de los europeos; sin embargo, en la actualidad no deja de sorprendernos la diversidad en formas, adaptaciones, usos y manifestaciones culturales que existen en torno al maíz, particularmente en México y otros países latinoamericanos.

La importancia del maíz radica en su capacidad de poder elaborar más de 600 recetas alimenticias provenientes de todo el país, lo podemos consumir en sus diferentes estados de maduración, tierno o elote, previo a su maduración, o como grano maduro, adicionalmente se utilizan sus hojas (totomoxtle), sus mazorcas y sus granos de cientos de maneras distintas; además, del maíz se obtienen productos industriales como cosméticos, medicinas, compuestos químicos y biocombustibles. En nuestro país, alrededor de 3.1 millones de agricultores cultivan más de 7 millones de hectáreas de maíz, lo que permitió que en 2013 se produjeran alrededor de 22.6 millones de toneladas de maíz.

Las normativas para la conservación de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y Alimentación (RFAA) de la que México es poseedor, datan del año 1992, con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (figura 1), donde México, al igual que diversos países, adoptó directrices para la conservación de su diversidad biológica, incluido el cultivo de maíz.

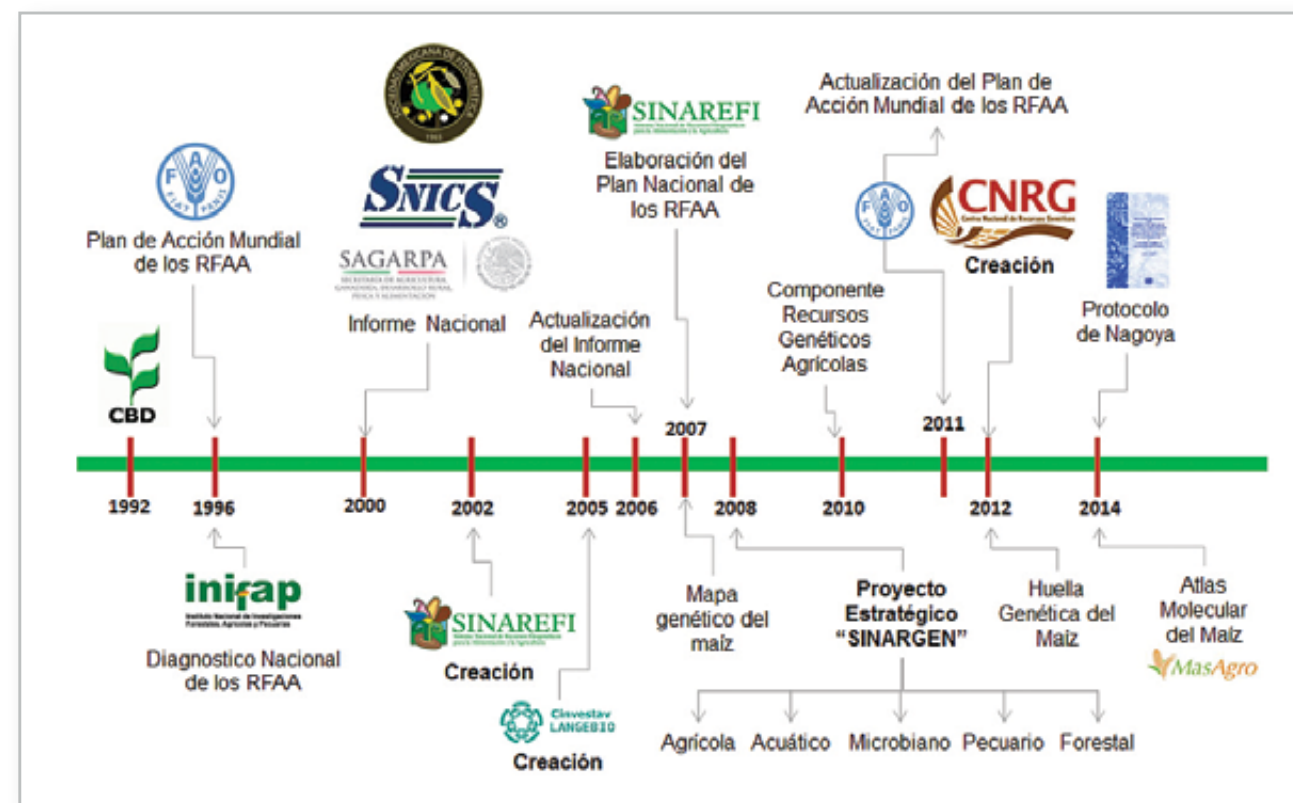


Figura 1 . Evolución de la conservación y aprovechamiento de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y Alimentación (RFAA) por parte de la Sagarpa.





Figura 2. Distribución de custodios para la conservación *in situ* de maíces nativos.

Derivado de la importancia que el maíz representa para nuestro país, la Sagarpa realiza acciones de conservación y fomento en 52 razas de maíz originarias de México, enfocadas a diferentes líneas de atención, como conservación *in situ* (en las parcelas de los productores), conservación *ex situ* (en bancos de germoplasma), uso y potenciación, así como en la creación de capacidades.

La Sagarpa trabaja mediante el esquema de “redes” integradas por instituciones, empresas, organizaciones, asociaciones, comunidades y personas que atienden un cultivo específico; para el caso de la Red Maíz, ésta se integra por 35 instancias de las anteriores, con la finalidad de proteger, conservar y usar sustentablemente las razas de maíz originarias de México. Para la operación de la Red Maíz, la Sagarpa desde su creación en 2001 y hasta el primer trimestre de 2015 ha destinado 88 millones de pesos, donde 34.7% se ha dirigido a esquemas de conservación *in situ*, 15.1% a conservación *ex situ*, 33.3% para uso y potenciación, y 16.9% para la creación de capacidades.

La conservación *in situ*, se realiza mediante el esquema de productores custodios de una raza específica, contando actualmente con 450 custodios, distribuidos en 117 municipios de 22 estados (figura 2), a los cuales se les dota de capacitación para optimizar la conservación y el mejoramiento de su raza, así como de un paquete tecnológico acorde a sus necesidades productivas con la finalidad de mejorar su capacidad productiva. Adicionalmente se cuenta con 26 bancos comunitarios de germoplasma distribuidos en todo el país en donde los productores pueden disponer de semilla para la siembra habitual o en caso de desastres naturales, como heladas, sequías e inundaciones, ya que con dicha semilla se pueden realizar resiembras para producir alimento y contar con nueva semilla para conservar.

Para la conservación *ex situ*, la Sagarpa creó el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) (figura 3), que conserva los recursos genéticos originarios de México de importancia agroalimentaria, económica y cultural, y contribuye a su protección y uso ordenado, racional y sustentable; este centro cuenta con una capacidad para resguardar bajo condiciones adecuadas por más de 100 años más de tres millones de muestras de cinco subsistemas: acuático, forestal, microbiano, pecuario y agrícola. El CNRG resguarda una copia de todas las accesiones que existen en el banco de germoplasma del CIMMYT y de otras más de la Red Maíz. Adicionalmente, dentro de la Red de Conservación se cuenta con seis cuartos fríos en universidades y centros de investigación, que sumados a las actividades del CNRG, conservan más de 30 mil accesiones de maíz de todas las razas registradas en el país.

Dentro de las actividades de investigación y creación de capacidades, se han caracterizado agrónomicamente 1,232 accesiones de maíz criollo, morfológicamente más de 2,400, molecularmente más de 800 y bioquímicamente más de 100, con la finalidad de tener materiales para programas de mejoramiento; de dichas caracterizaciones, se ha logrado identificar materiales con altos rendimientos, excelente tolerancia a plagas y enfermedades, materiales precoces y tolerantes a sequía y salinidad, con los cuales se podrá dar mayor competitividad a los productores mexicanos, cuando se ponga a su disposición nuevas semillas mejoradas y de calidad.



Figura 3. Centro Nacional de Recursos Genéticos.  
Foto: <http://www.comunicaciontepa.com>



En el marco del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional se ha culminado el “Atlas Molecular del Maíz”, una plataforma de información y conocimiento que permite hacer comparaciones entre materiales de maíz a nivel molecular, debido a la genotipificación por secuenciación, mediante la cual se ha caracterizado genéticamente más de 97% de la colección de maíz nativo del Banco de Germoplasma del CIMMYT, con lo cual se podrán optimizar los esquemas de conservación de las razas de maíz, así como acelerar y reducir los costos de los programas de mejoramiento para la generación de semillas híbridas nacionales.

Para fomentar un uso sustentable de los maíces nativos, la Sagarpa ha promovido la búsqueda de nuevos mercados, mediante marcas colectivas, como el “Mi Querencia”, que elabora tlayudas (a partir de la raza bolita) que se exportan a Estados Unidos de América, aunque también se han desarrollado productos como palomitas naturales de maíces nativos de la raza chapalote, y galletas de la raza dulce.

Para promover una mayor productividad y competitividad entre los pequeños productores, los cuales se pueden considerar salvaguardas de la amplia diversidad de maíces nativos, mediante los programas de mejoramiento genético convencional se han logrado obtener y registrar ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales tres variedades de polinización libre (Jaguan, VS Conejo y VC-152) a partir de maíces nativos, con las cuales se puede producir más por unidad de superficie, lo que mantiene todas las bondades de un maíz criollo, como: palatabilidad, calidad de tortilla, adaptabilidad a las condiciones locales y otras valoradas por los productores y consumidores de maíces nativos.

Asimismo, se han realizado talleres regionales para la producción de semilla y mejoramiento participativo de maíz criollo, foros nacionales para la conservación y uso de las razas nativas de maíz, así como talleres dirigidos a maestros y estudiantes para fomentar la siembra de maíz criollo, además de talleres para la elaboración de artesanías a partir del maíz; al respecto, la Sagarpa cuenta con amplios materiales de consulta y de difusión disponibles para todo tipo de público, desde niños hasta adultos mayores, con la finalidad de promover una cultura de uso y aprovechamiento de los maíces nativos en México, ante un panorama que requiere una mayor cantidad y calidad de alimentos para una población en constante crecimiento y limitada superficie agrícola, y donde el uso de semillas mejoradas “híbridas” compite con los nichos de producción en las zonas de producción basadas en semillas criollas.\*





Elotes cónicos

## Biodiversidad y comercialización de maíz



Tabloncillo Perla



Dulce de Jalisco

México es el centro del origen y la diversidad del maíz. Los maíces criollos o nativos son los que presentan mayor biodiversidad. Estos maíces han sido desarrollados por los agricultores mediante un trabajo de domesticación y conocimiento tradicional durante miles de años. El resultado es una diversidad morfológica y fisiológica de la planta, la mazorca y el grano que incluye a los antecesores silvestres, razas más avanzadas y variedades criollas mejoradas. Esta diversidad no es solamente biológica, sino que está asociada a una diversidad agronómica de las prácticas de cultivos y una gran variedad de usos.

En cuanto al uso y consumo, los maíces criollos presentan una multiplicidad de tipos y características de sabor, color y textura. En este sentido, el maíz se incluye en el grupo de alimentos en los que se puede desarrollar y mostrar "sabor" y "discriminación"<sup>1</sup>, como los vinos, los cafés y los quesos.

Por ejemplo, en cuanto a la característica 'color', hay una diversidad de tipos que se manifiestan en el maíz (Reyes, 1990)<sup>2</sup>:

- a) Rojo, con diversas intensidades, variando desde el rosado, pasando por el rojo claro, hasta llegar al rojo intenso.
- b) Morado, variando desde el muy claro (lila), azul y púrpura, hasta casi negro.
- c) Amarillo, con sus diversas intensidades, desde muy claro (crema) hasta muy amarillo y naranja intenso.
- d) Blanco o incoloro, ligeramente crema, con variaciones como blanco intenso, blanco sucio, poco ahumado o levemente café.
- e) Una mazorca puede tener todos los granos de un solo color o presentar varios colores en la misma o en un mismo grano (maíz pinto).

*{ Por su multiplicidad de tipos y características, los maíces criollos son los que presentan mayor biodiversidad. }*

El aumento de la urbanización en México ha significado una disminución en la producción de maíz para el autoconsumo. Con la vida en las ciudades, ha aumentado el consumo alimentario de productos industrializados y se ha reemplazado la tortilla hecha en casa por las compradas en tortillerías y supermercados. Aunque el consumo de tortilla continúa siendo una constante en la dieta nacional, las tortillas de maíces criollos han sido reemplazadas en gran parte por el consumo de maíz industrializado en sus diversas formas. En Chiapas, por ejemplo, se considera que más de 90 por ciento del consumo de tortilla está 'harinizado'. Esto quiere decir que se hacen con harina de maíz nixtamalizado y ya no con masa de granos de maíz de nixtamal, mucho menos con granos provenientes de maíces criollos.



A su vez, el cultivo del maíz se ha desarrollado por el consumo en otros usos no tradicionales. El maíz se utiliza cada vez en mayor medida en las industrias de la harina, almidones y fructosa, botanas y cereales, y especialmente en la alimentación animal. Esto significa un aumento de la comercialización de los maíces blancos y amarillos de calidades homogéneas de tipos híbridos.

Esta situación plantea la cuestión de cómo mantener la biodiversidad cuando los maíces criollos se utilizan cada vez menos en la alimentación actual. Frente a la declinación de la producción de maíz para autoconsumo, que significaba mantener muchos tipos diferentes de maíz, es importante desarrollar la comercialización de maíces criollos y sus productos. Producir alimentos de maíces criollos y ofrecerlos en el mercado es la principal herramienta no solo para mantener la biodiversidad, sino para generar valor económico para los agricultores mexicanos en la actualidad y en el futuro.

### LA COMERCIALIZACIÓN DE MAÍCES CRIOLLOS ES LA PRINCIPAL HERRAMIENTA NO SOLO PARA MANTENER LA BIODIVERSIDAD SINO, PARA GENERAR VALOR ECONÓMICO PARA LOS AGRICULTORES MEXICANOS

La comercialización y aprovechamiento de los maíces criollos en la alimentación es un paso importante para integrar a los productores en el esquema de mercado de las economías más avanzadas como la del México actual.

Mientras que en el autoconsumo el maíz se produce para el consumo propio de los integrantes de la familia y “se siembra maíz por tradición”<sup>3</sup>, la producción de maíz para su comercialización significa orientarse al mercado y desarrollar la demanda. A continuación se presentan los mercados más importantes para los maíces criollos y que se pueden desarrollar para mantener y expandir los beneficios de la biodiversidad.

### LOS MAÍCES DE VARIEDADES CRIOLLAS SE COMERCIALIZAN PRINCIPALMENTE EN LOS MERCADOS DE NICHOS: LOCALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES Y MERCADOS DE ESPECIALIDAD

¿Cuáles son los mercados de los maíces criollos? Los maíces criollos se pueden desarrollar especialmente en dos tipos de mercados: los locales de alimentos tradicionales y los de especialidad.

Los maíces criollos en general son mercados ‘de valor’ y ‘de nicho’, es decir, mercados muy pequeños y especializados. Dado que los maíces criollos tienen características específicas especialmente valiosas para ciertos usos, su comercialización tiene sentido para ciertos usos específicos.



Chapalote

Esta especificidad de uso es la que permite obtener un sobreprecio con respecto a los maíces de tipo homogéneo obtenidos de los híbridos, blancos y



Fotos 1 y 2. Para la preparación de los alimentos tradicionales, los granos de maíz se remojan en agua y cal y se muelen en el molino de nixtamal. Las tortillas hechas a mano con grano de maíz criollo tienen características organolépticas diferentes de las industriales. Fuente: SEP MasAgro Maíz.

amarillos, cuyo objetivo es la producción de grandes volúmenes de grano uniforme para abastecimiento industrial.

#### Mercados locales de alimentos tradicionales

Los mercados de alimentos tradicionales incluyen los maíces y sus productos alimentarios elaborados en las comunidades locales empleando conocimientos técnicos y culturales desarrollados en forma artesanal. Los productos incluyen tortillas, atoles, tlacoyos, pozole y tamales que muestran en su sabor y textura las características especiales, físicas y químicas del grano.

Éstas se combinan y resaltan en las formas de preparación, lo que da como resultado un producto especial y diferenciado, productos regionales, ‘típicos’, que reflejan la biodiversidad y las tradiciones culinarias y sociales (fotos 1 y 2).

Los mercados de alimentos tradicionales forman una cadena, es decir, una corta relación entre productores y consumidores. En ella se identifica el método de venta directa de los agricultores, con un solo paso productor-consumidor. Un número pequeño de productores le vende directamente a los molinos y comaleras. Los circuitos de distribución son locales y la relación entre la producción, distribución y consumo es directa (cuadro 1).

#### Mercados de maíces de especialidad

El otro mercado importante donde se resaltan las características únicas de los maíces criollos es el de los maíces de especialidad. Estos maíces incluyen los de colores (azul, negro, rojo, morado), el pozolero, y el palome-

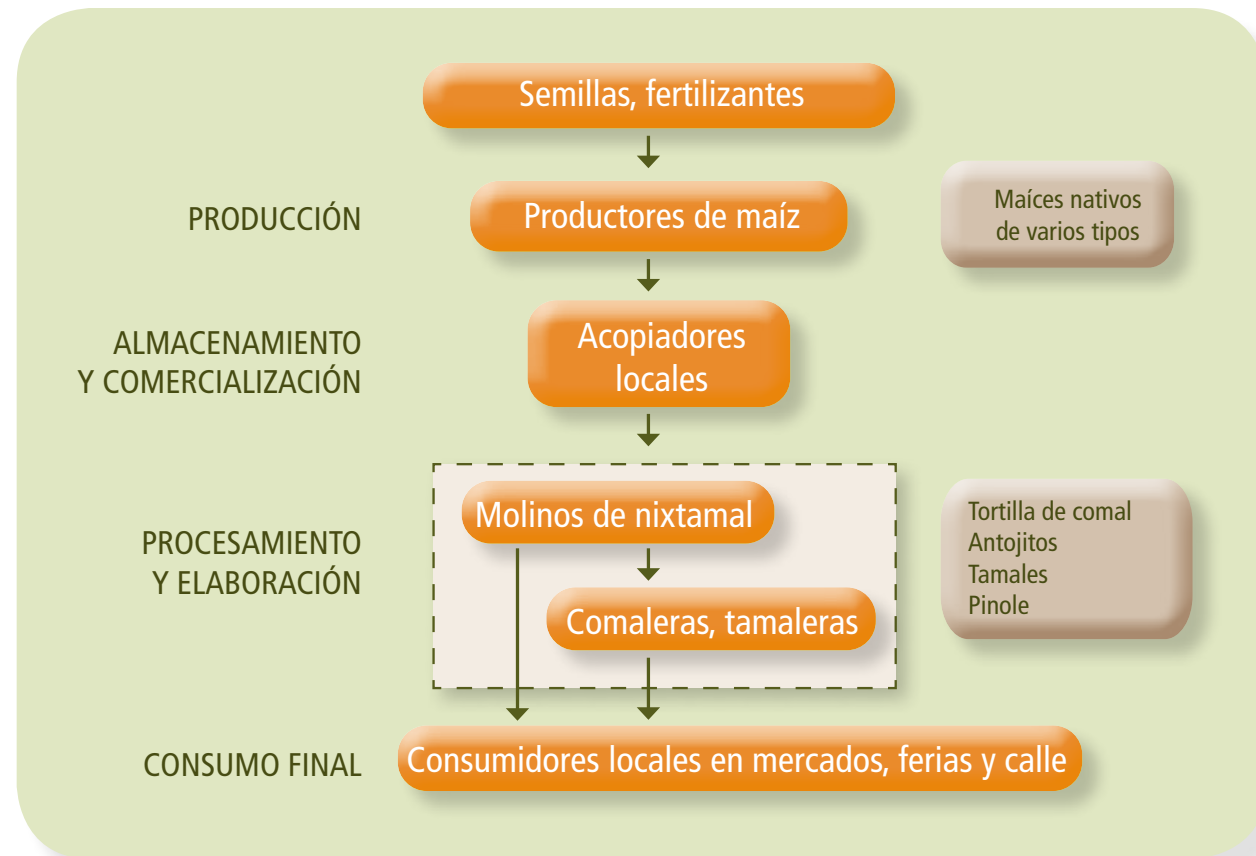
ro, entre otros. Los consumidores aprecian estos tipos de maíz por sus características culinarias de textura, sabor y color que se usan en la preparación de platillos típicos (Keleman y Hellin, 2013)<sup>4</sup>.

Todas éstas son características que solo los maíces criollos poseen. La diferencia de los mercados de especialidad con los mercados de alimentos tradicionales es la mayor especificidad de los tipos y también el hecho de que éstos no son necesariamente locales. Por el contrario, suelen estar más desarrollados en los grandes centros urbanos, como la Ciudad de México y Nueva York, donde existe un número de consumidores interesados en ‘variedades únicas’ y la identificación de lugares a través del consumo (Oaxaca, Chiapas o los volcanes de Amecameca).

En la cadena de los productos de especialidad intervienen empresas comercializadoras y procesadoras especializadas. Lo importante es



**Cuadro 1. Los mercados de la cadena de alimentos tradicionales son la principal cadena donde se comercializan los maíces de variedades nativas.**



preservar y resaltar las excelentes propiedades culinarias, por lo que los granos deben manipularse para que lleguen en excelentes condiciones a los usuarios. Un ejemplo es Masienda, una empresa formada para importar razas criollas de maíz nativas de los pequeños agricultores de México en restaurantes en eua y Europa (foto 3).

México ya es reconocido en todo el mundo por ser el centro de origen y diversidad del maíz. En el cuadro se muestran las variedades con potencial para desarrollar productos de maíces criollos con oportunidades culinarias asociadas con esta reputación.

**Razas con oportunidades culinarias de especialidad en el sur del país**

Peptilla	Más alta calidad de tortilla
Ancho	Pozole
Bolita	Tlayudas
Charqueño	Tortilla de alta calidad
Zapolote chico	Totopos Oaxaca
Olotillo	Alta calidad de tortilla

Fuente: Información de Martha Wilcox.



Foto 3. Cada grano en el catálogo de Oaxaca de Masienda es seleccionado a mano (a menudo lleva una semana y la participación de toda la familia) para obtener la más alta calidad posible (considerando factores como sabor, tamaño de grano, uniformidad, brillo e integridad general).

Fuente: Masienda: <http://www.masienda.com/milpatomas/>



**LAS HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS MAÍCES CRIOLLOS Y MANTENER Y EXPANDIR EL VALOR DE LA BIODIVERSIDAD SE BASAN EN ENVIAR UNA SEÑAL A LOS CONSUMIDORES, EN EL QUE SE REALTAN SUS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES**

Al conocer la importancia de la comercialización de los maíces criollos en la biodiversidad, ¿cuáles son las herramientas para desarrollar los mercados de nicho de los alimentos tradicionales y los alimentos de especialidad? Las herramientas para mejorar la comercialización de maíces criollos apuntan a resaltar las características especiales de éstos para aumentar la demanda y el valor agregado.

Las medidas se basan en la organización de la producción y la comercialización en las unidades domésticas y empresariales que utilicen las mejores prácticas para resaltar valor cultural, alimenticio y de consumo especiales. Las

herramientas generales o instrumentos de mercado para la comercialización de los maíces criollos son la diferenciación de características físicas y de origen; trazabilidad y bajo volumen ('exclusividad') mediante etiquetado; y la preservación de la identidad.

Ésta última indica la variedad de la especie y el lugar de origen. Estas últimas se llaman 'indicaciones geográficas' o 'denominaciones de origen', y son señales para los consumidores que diferencian un producto en el mercado y brindan mayor información sobre los atributos del producto.



Para los productores, el uso de estas señales significa dar información al consumidor sobre la procedencia y el origen del producto. La forma de hacerlo es organizarse y asociarse para etiquetar el producto en sus características más importantes.

La especialización en el acopio y clasificación de los maíces es fundamental tanto para los mercados locales de alimentos tradicionales como para los de especialidad. Los acopiadores especializados tienen que incorporar y desarrollar prácticas y procedimientos que incluyan aspectos sanitarios, conservación, empaque, puntos de venta que aseguren la calidad artesanal y de especialidad.

En definitiva, la comercialización de los maíces criollos permite la conservación de la biodiversidad al mejorar los ingresos de los productores pequeños, que son quienes cultivan los criollos y están encargados de su conservación. Ésta es una riqueza que puede generar mayor valor en la medida en que se desarrollen los mercados locales y los de especialidad. Utilizar y desarrollar estas herramientas de diferenciación y promoción de los maíces criollos y sus productos es fundamental para incorporar a las nuevas generaciones y permitir la continuidad de este negocio y las oportunidades económicas y sustentabilidad para los productores de los maíces criollos.<sup>1</sup>



Elotes cónicos.

#### Referencias

- 1 Roseberry, W. (1996). The rise of yuppie coffees and the reimagination of class in the United States. *Am. Anthropol.* 98(4), 762-775.
- 2 Reyes, C. P. (1990). El maíz y su cultivo. AGT Editor. México. pp. 1-156.
- 3 Reyes Guzmán, G. (2005). Comercialización del maíz criollo en Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, México: uia.
- 4 Keleman, A. y Hellin, J. (2013). Las variedades criollas del maíz, los mercados especializados y las estrategias de vida de los productores. *LEISA Revista de agroecología*, volumen 29 n° 2.

Gilberto Salinas, Jiafa Chen, Carlos Garay, Sarah Hearne, Terence Molnar, César Petrolí, Kevin Pixley, Carolina Saint Pierre, Carolina Sansaloni, Deepmala Sehgal, Sukhwinder Singh y Prashant Vikram. CIMMYT

## Descubriendo RECURSOS GENÉTICOS DE MAÍZ Y TRIGO para el desarrollo de variedades mejoradas adaptadas al cambio climático



## INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es un recurso que aún no ha sido utilizado en todo su potencial para satisfacer la demanda creciente de alimentos, contrarrestar los efectos negativos del cambio climático (por ejemplo, calor y sequía) y, en general, para favorecer una agricultura sustentable y seguridad alimentaria para la humanidad.

La población del planeta aumentará a más de 9,600 millones y la de México alcanzará los 150 millones de personas en los próximos 35 años (Conapo<sup>2</sup>), por lo que la producción de alimentos deberá aumentar al menos un 70 por ciento. Aunque los rendimientos de grano por unidad de superficie siguen elevándose año con año, la tasa anual de incremento no alcanza a compensar la demografía y el mayor consumo *per cápita* (figura 1); como resultado, los precios de los alimentos aumentaron significativamente en los últimos años.

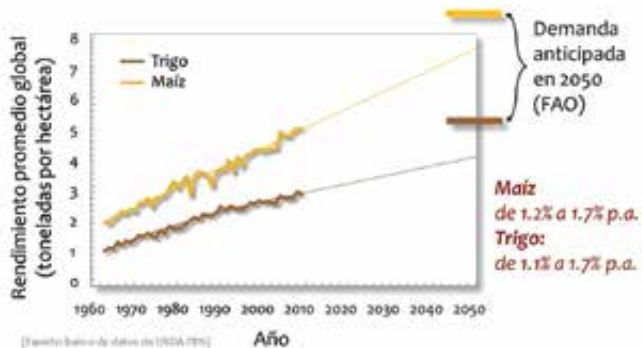


Figura 1. Tendencias en los aumentos de rendimientos unitarios de maíz (1.2% por año) y trigo (1.1%) a nivel mundial en el periodo 1960-2050 y demanda anticipada para el año 2050.

Por otra parte, en el periodo de 1961 a 2012 la superficie agrícola en el mundo solo incrementó 4.3% (0% en los últimos 10 años) (FAO, 2011<sup>1</sup>); aunado a lo anterior, los efectos del cambio climático –temperaturas más cálidas, menos agua para la agricultura, nuevas plagas y problemas de enfermedades– plantean enormes retos a la agricultura.

Los alimentos que consumimos se producen principalmente con variedades de cultivos que han sido desarrolladas empíricamente por cientos de generaciones

de agricultores (*i.e.* variedades nativas) y más recientemente, a través del trabajo científico de los fitomejoradores (*i.e.* variedades mejoradas) para satisfacer las necesidades de agricultores y consumidores. La diversidad genética existente dentro de un cultivo es crucial para el éxito del mejoramiento vegetal, ya que proporciona la materia prima necesaria para crear variedades más productivas, más eficientes y de mejor calidad. Existe variación abundante, formada a través de los miles de años de agricultura; sin embargo, mucha de la biodiversidad está todavía “oculta” en las colecciones que se conservan en los bancos de germoplasma y solo una pequeña fracción ha sido aprovechada para el desarrollo de variedades mejoradas (figura 2).



Figura 2. Más de 120 mil tipos de trigo y especies relacionadas (foto superior) y 28 mil de maíz (foto inferior) de todo el mundo están resguardados en los Bancos de Germoplasma del CIMMYT, en Texcoco, Estado de México.

MasAgro Biodiversidad utiliza técnicas genéticas de vanguardia junto con evaluación intensiva en el campo para construir “mapas” que guíen a los investigadores a aprovechar mejor la biodiversidad. Sin las herramientas, conocimientos y el germoplasma que está desarrollando MasAgro Biodiversidad, los fitomejoradores no serán capaces de solucionar los nuevos y más grandes desafíos que enfrentan la agricultura nacional y mundial (figura 3).

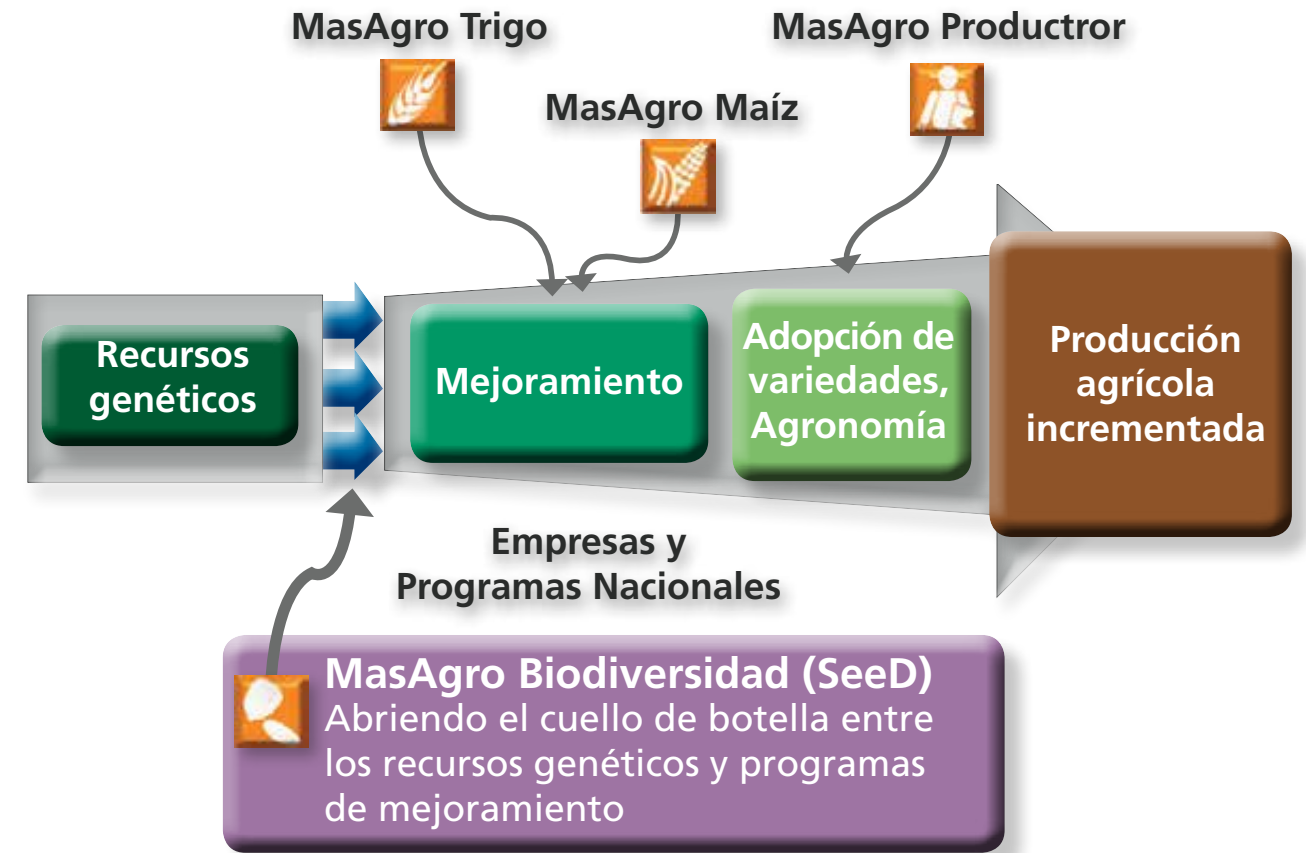


Figura 3. Ruta de impacto del proyecto MasAgro y ubicación de los componentes: Biodiversidad, Trigo, Maíz y Productor.

## PROPÓSITO Y PRODUCTOS DE MASAGRO BIODIVERSIDAD

El propósito de MasAgro Biodiversidad es proveer recursos genéticos valiosos, herramientas informáticas y conocimiento científico avanzado a las redes de mejoramiento de maíz y trigo de México y el mundo, facilitando el desarrollo de variedades mejoradas que contrarresten los efectos negativos del cambio climático y la escasez de recursos, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y a la sustentabilidad.

### Productos MasAgro Biodiversidad

- a) Semilla de materiales premejorados de maíz y trigo que puedan ser utilizados por los investigadores para desarrollar mejores variedades en menos tiempo.
- b) Información detallada y disponible a través de un portal web, de los materiales genéticos que se conservan en los bancos de germoplasma de maíz y de trigo del CIMMYT y de otras instituciones.
- c) Métodos avanzados y herramientas informáticas de fuente abierta que incrementen la efectividad del fitomejoramiento y/o acorten el ciclo de desarrollo de variedades mejoradas.
- d) Capacidades fortalecidas en investigadores y técnicos de las redes mexicanas de mejoramiento de maíz y trigo.



Figura 4. Organizaciones que colaboran o colaboraron con MasAgro Biodiversidad en el periodo 2011-2014.



## AVANCES LOGRADOS

El proyecto MasAgro se inició en el año 2011, a partir de un acuerdo de colaboración entre el CIMMYT y el gobierno de México a través de la Sagarpa. Los avances que se mencionan a continuación son el resultado de la colaboración de MasAgro Biodiversidad con más de 24 organizaciones nacionales e internacionales (figura 4).

## MAÍZ

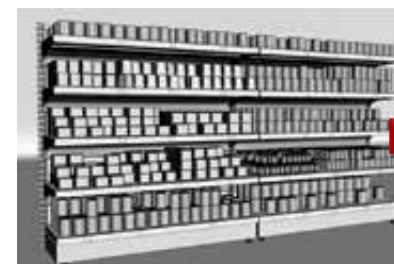
Utilizando técnicas de análisis de ADN que son 100 mil veces más poderosas que las que se utilizaron para mapear el genoma humano, MasAgro Biodiversidad está estudiando la constitución genética del maíz. Hasta el momento se ha caracterizado 97% de los 28 mil tipos de maíz que se conservan en el Banco Internacional de Germoplasma del CIMMYT; además, se espera que otros bancos de germoplasma nacionales envíen muestras para ser caracterizadas.

Se puede considerar a los bancos de germoplasma como supermercados con la estantería llena de latería, pero esas latas con frecuencia no tienen etiqueta, lo que

convierte la selección de lo que se necesita en una labor muy difícil (figura 5). La construcción de un atlas molecular ayudará "etiquetando las latas", de modo que la comparación y la selección de éstas la puedan hacer inclusive los mismos usuarios del banco de germoplasma. Otra actividad que está en proceso consiste en identificar los mejores maíces con potencial de uso en fitomejoramiento y, así mismo, los genes específicos que contienen. Esta importante actividad se puede comparar a quien compra una serie de ingredientes en un supermercado, y después los prueba para encontrar cuáles son los mejores para su propósito y así entender qué es lo que hace a cada ingrediente algo único y especial.

### Antes de MasAgro Biodiversidad

Recursos genéticos conservados en un banco de germoplasma.



### Después de MasAgro Biodiversidad

Recursos genéticos conservados y caracterizados en un banco de germoplasma.



Figura 5. Representación de lo que MasAgro Biodiversidad está haciendo con los recursos genéticos de maíz y trigo que se conservan en los bancos de germoplasma.

En colaboración con el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (Landebio), se concluyó recientemente la construcción de un mapa de referencia para el maíz de adaptación tropical, el cual será publicado antes de que termine este año. Este logro es una primicia a nivel mundial, ya que hasta el momento se venía utilizando como referencia un mapa construido a partir de una línea de maíz (B73) con adaptación a clima templado. Este logro facilitará el entendimiento del control genético de caracteres que son importantes para la producción de maíz en condiciones tropicales y subtropicales.





En los cuatro años de existencia del proyecto, los investigadores de maíz de MasAgro Biodiversidad, trabajando mayormente en colaboración con investigadores de instituciones públicas y privadas (figura 4) han conducido más de 73 ensayos de campo distribuidos en 19 localidades tropicales, subtropicales y de Valles Altos, en 12 estados del país. Estos ensayos tuvieron diferentes objetivos, entre ellos: evaluación de tolerancia a sequía durante la floración, resistencia a enfermedades (figura 6), determinación del contenido de antocianinas en maíces azules (figura 7) y calidad de grano.

**Tolerancia a sequía.** Hasta el momento se han identificado 128 variedades tropicales con el mayor rendimiento bajo condiciones de sequía, las cuales ya se cruzaron con líneas élite del CIMMYT para así convertirlas en donadores atractivos para los fitomejoradores. Otro grupo de 110 materiales se está evaluado por segunda ocasión para identificar más fuentes de tolerancia a la sequía.

**Resistencia a enfermedades.** El cambio climático también tiene un efecto negativo en la productividad del maíz a través del incremento en el daño causado por enfermedades. Uno de estos casos es el del complejo mancha de asfalto (CMDA), que afectó más de 800 mil hectáreas en México en 2014, y puede causar pérdidas de 50% en el rendimiento y de hasta 100% cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de los hongos que la causan y la variedad de maíz es susceptible.

Hasta el momento se han identificado dos variedades nativas originarias de Oaxaca y Guatemala con un nivel sobresaliente de resistencia a la enfermedad; sin embargo, como es típico, éstas presentan al mismo tiempo algunas características que las hacen poco atractivas para su uso en el mejoramiento. Para solventar estas deficiencias, MasAgro Biodiversidad está transfiriendo los genes que confieren la resistencia a materiales que pueden ser más fácilmente aprovechados por los programas públicos y por las empresas semilleras para el desarrollo de variedades mejoradas resistentes.



Figura 6. Daño causado por la enfermedad complejo mancha de asfalto en maíz. En las fotografías se ilustran variedades de maíz con niveles de susceptibilidad que aumentan de A a B y de B a C.

**Maíces azules.** La producción de maíz azul ha incrementado significativamente en algunas regiones de México, debido a que su grano y las tortillas que se elaboran con este tipo de maíz tienen mejores precios de mercado. Los maíces azules deben su color de grano a compuestos químicos llamados antocianinas. Estos compuestos son muy importantes ya que poseen propiedades útiles en la prevención de cáncer. MasAgro Biodiversidad, en colaboración con el INIFAP, está realizando una evaluación muy completa de la diversidad de maíces azules disponible en los bancos de germoplasma del CIMMYT y el INIFAP, en cuanto a los tipos de antocianinas que contienen, calidad de grano y potencial de rendimiento. Además se están desarrollando marcadores basados en el ADN, con el fin de facilitar el mejoramiento genético, para beneficio último de los agricultores.



Figura 7. MasAgro Biodiversidad realiza investigación con maíces azules.

**Desarrollo de variedades donadoras de características de alto valor.** MasAgro Biodiversidad trabaja para movilizar genes de caracteres de importancia para México hacia materiales genéticos agrónomicamente aceptables. Este proceso es crítico para asegurar que la variabilidad genética nativa que se encuentra encerrada en los bancos de germoplasma esté disponible a los mejoradores de maíz, para el desarrollo de nuevas variedades e híbridos con características perfeccionadas de importancia para el agricultor, la industria y los consumidores de México.

Actualmente están en proceso de formación poblaciones de maíz derivadas de cuatro maíces nativos y de 10 poblaciones mejoradas que poseen resistencia a la enfermedad complejo mancha de asfalto (CMDA). Además se están mejorando al menos 99 poblaciones con tolerancia a sequía. Se planea poner a disposición de los mejoradores germoplasma con resistencia a sequía y al CMDA entre los años 2016 y 2018. El desarrollo de estas poblaciones marca el primer uso completo y a gran escala de variedades de maíz nativo en actividades de mejoramiento a nivel mundial, en los pasados 20 años.

## TRIGO

Utilizando la misma tecnología que en el maíz (genotipificación por secuenciación) se ha caracterizado el ADN de 48 mil materiales de trigo que representan 40% de las aproximadamente 120 mil accesiones del Banco Internacional del CIMMYT. La utilización inmediata de esta caracterización se ilustra en la figura 8. Esta información se ha integra-

do para formar lo que se denomina el atlas molecular del trigo, el cual se hace público a través del portal web del proyecto.



(<http://seedsofdiscovery.org>)

En paralelo, se han desarrollado metodologías que permiten el uso eficiente de la información y el germoplasma, como el caso de la formación de colecciones núcleo, las cuales representan la diversidad contenida en un grupo de variedades muy grande por medio de una

colección con bastante menos variedades. Específicamente, se generaron dos colecciones núcleo que representan la diversidad contenida en las líneas nativas de México y líneas nativas de Irán, lo que reduce el número de accesiones a 14% de la colección completa. Esta actividad, más allá de su valor científico, tiene una gran implicación práctica, ya que las accesiones (variedades, líneas mejoradas, parientes silvestres, etcétera) caracterizadas representan a la diversidad del trigo que está a disposición de los mejoradores como fuente de genes en la búsqueda de alternativas para afrontar las inclemencias derivadas del cambio climático, incidencia de nuevas enfermedades o escasez de recursos.

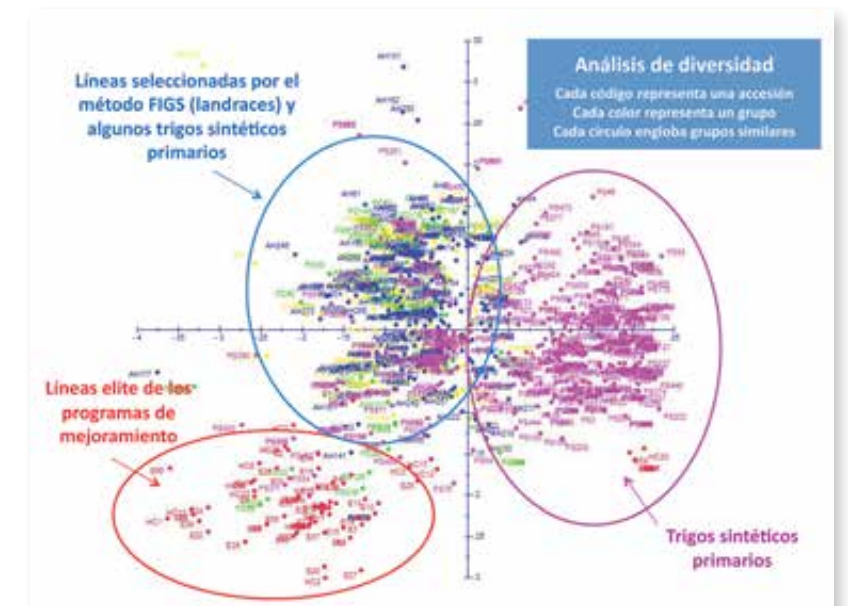


Figura 8. Representación de diferentes grupos de diversidad estudiados. El grupo de las líneas élite derivadas del mejoramiento convencional (en rojo) se encuentra distante del grupo de trigos nativos, así como de los trigos sintéticos, por lo que estos dos últimos son fuentes de diversidad con alto potencial para ser utilizados en programas de mejoramiento como donadores de nuevas características.



Los investigadores de trigo de MasAgro Biodiversidad, en colaboración con investigadores de MasAgro Trigo y de instituciones mexicanas como el INIFAP, han conducido ensayos de campo para evaluar la tolerancia a calor y sequía, resistencia a las enfermedades mancha amarilla (*tan spot*), carbón parcial y mancha foliar (*spot blotch*), adaptación a suelos pobres en fósforo y calidad nutricional del grano (contenido de hierro y zinc).

**Tolerancia a sequía y calor.** Los ensayos realizados permitieron la identificación de las accesiones destacadas por su respuesta a condiciones de estrés por sequía y altas temperaturas. En este sentido, se destaca la identificación de 15 líneas nativas de México que presentaron promedios de rendimiento superiores a las líneas élite, bajo condiciones de sequía (figura 9).



Figura 9. Selección de líneas nativas mexicanas que expresaron tolerancia a la sequía en un ensayo realizado en Ciudad Obregón, Sonora.

gura 10). Estos resultados serán confirmados por medio de ensayos controlados de campo y/o invernadero, antes de ser usados en un programa de conversión para desarrollar donadores de genes de resistencia a estas enfermedades.

**Otras características importantes.** Se destaca la identificación de 50 líneas con altos rendimientos en condiciones de suelos con bajo contenido de fósforo. Además, se han identificado líneas nativas de México e Irán con altas concentraciones de zinc y hierro, los cuales superan ampliamente los valores de las variedades élite de alto rendimiento. Estos resultados indican que existen variedades nativas que pueden usarse en cruzamientos estratégicos para desarrollar variedades de trigo más nutritivas.

#### Resistencia a enfermedades.

Se tienen identificadas 300 accesiones con un porcentaje de infección por carbón parcial menor a 2%. Además, 63 líneas nativas originarias de México fueron seleccionadas por su buena tolerancia a la mancha amarilla (*tan spot*) en condiciones de campo. Se identificaron también cinco líneas de este grupo por su tolerancia a la roya amarilla. En cambio, no se han identificado líneas nativas de México que superan a la mejor línea tolerante, por su respuesta a la mancha foliar (*spot blotch*) (fi-



Figura 10. Evaluación de líneas nativas de México y poblaciones seleccionadas por tolerancia al carbón parcial en Ciudad Obregón (arriba), roya amarilla en Toluca (abajo-izquierda) y mancha amarilla (*tan spot*) en Texcoco.

Las mejores accesiones fueron identificadas para cada carácter, y poseen potencial para ser integradas como progenitores en programas de mejoramiento (donadores del carácter deseado) y/o para una caracterización más exhaustiva e identificación de nuevos genes asociados a la tolerancia. Finalmente, y con el objetivo de movilizar la diversidad contenida en los recursos genéticos hacia variedades modernas, se continuó de manera exitosa el proceso iniciado en años previos para la obtención de poblaciones mejoradas, con el avance generacional de 100 pobla-

ciones derivadas de cruzamientos triples, y su evaluación bajo sequía, calor, alta presión de enfermedades de hoja y condiciones controladas (invernadero). Se espera que estos resultados contribuyan al rápido desarrollo de variedades de trigo de alto rendimiento que toleren los efectos del cambio climático y la creciente escasez de nutrientes, garantizando la seguridad alimentaria a nivel nacional y global.

#### DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN, CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA

Para que la información, el conocimiento y los productos tecnológicos que está desarrollando MasAgro Biodiversidad se difundan y se produzca un impacto positivo en la investigación agrícola aplicada de México y el mundo, se requiere satisfacer al menos tres aspectos esenciales: a) desarrollar capacidades relevantes en los científicos y técnicos; b) brindar acceso fácil y oportuno a los datos, información y conocimiento; y c) fomentar el establecimiento de políticas y servicios que faciliten su uso y aprovechamiento.



A partir del año 2012 se han implementado once talleres para el fortalecimiento de capacidades, con un total de 183 asistentes (figura 11). Durante 2015, se ofrecerán cuatro cursos adicionales:

1. Fenotipificación de recursos genéticos de trigo (enfocado a tolerancia a sequía y tolerancia a calor). Previsto para realizarse del 4 al 6 de mayo.

Figura 11. Asistentes a los cursos de "Genotipificación por secuenciación" (1 y 3) y a los talleres de "Registro de datos fenotípicos con la aplicación KDSmart" (2 y 4).



2. Fenotipificación de recursos genéticos de maíz (enfocado a resistencia a sequía y tolerancia a calor). Previsto para realizarse en agosto o septiembre.
3. Introducción al análisis de estudios de asociación de genoma completo (GWAS). Previsto para realizarse en la primera quincena de agosto.
4. Aprovechamiento de los atlas moleculares de maíz y trigo (incluye la técnica de genotipificación por secuenciación). Previsto para realizarse en octubre o noviembre.

Con un impacto a corto y mediano plazo, los investigadores de MasAgro Biodiversidad asesoran estudiantes de licenciatura y posgrado. Durante 2014, cuatro estudiantes de licenciatura realizaron prácticas profesionales en el proyecto. Asimismo, 11 estudiantes de posgrado están realizando o han concluido investigaciones con datos, asesoría y apoyo financiero de MasAgro Biodiversidad (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estudiantes de licenciatura y posgrado que realizan o realizaron investigaciones con datos, asesoría y apoyo financiero de MasAgro Biodiversidad.

Nombre	Nivel	Universidad de adscripción	Investigador que lo asesora
<b>Activos</b>			
Juan de D. Hernández Quintero	Dr.	Colegio de Posgraduados	Sarah Hearne
Alberto Romero Navarro	Dr.	Cornell University (EUA)	Sarah Hearne
Fátima del R. Camarillo Castillo*	Dr.	Texas A&M University (EUA)	Matthew Reynolds
Cynthia Ortiz Robles	M.C.	Cinvestav-IPN (Cd. de México)	Sukhwinder Singh
Yuria Medina Uriarte	M.C.	Univ. Aut. Agraria Antonio Narro	Sukhwinder Singh
Gustavo German Vilchis	M.C.	Universidad Autónoma Chapingo	Sarah Hearne
David Omar González	M.C.	Universidad Autónoma Chapingo	Terence Molnar y Sarah Hearne

Concluyeron su proyecto en 2014			
Yarely Morán Acevedo	M.C.	Centro de Inv. en Matemáticas	Sarah Hearne
María Jazmín Abraham Juárez	Posdoc.	Langebio-Cinvestav	Sarah Hearne
Lenin Enrique Yong Villalobos	Dr.	Langebio-Cinvestav	Sarah Hearne
Sandra Isabel González Morales	Dr.	Langebio-Cinvestav	Sarah Hearne
Alba Melissa Castañeda Villa	Lic.	Univ. Aut. Agraria Antonio Narro	Terence Molnar
Sergio Rubio Lara	Lic.	Univ. Aut. Agraria Antonio Narro	Terence Molnar
Abinadab Gómez Ramírez	Lic.	Universidad de Guadalajara	Terence Molnar
Miguel Ángel Peña Chávez	Lic.	Universidad de Guadalajara	Terence Molnar

\*En 2015 se transfirió a MasAgro Trigo

El acceso de los usuarios (fitomejoradores, científicos, técnicos y estudiantes) a los datos, información, métodos, herramientas informáticas y germoplasma desarrollados por el proyecto, se facilita a través del portal web desplegado en internet y denominado "Seeds of Discovery"



<http://seedsofdiscovery.org/>

Por otra parte, el fomento al establecimiento de políticas y servicios que facilitan el uso y aprovechamiento de los productos de MasAgro Biodiversidad se ha dado mediante el establecimiento y la operación del

Servicio de Análisis Genético para la Agricultura (SAGA) a partir del año 2012 y del desarrollo de la estrategia de propiedad intelectual para el intercambio y la distribución de datos y germoplasma del proyecto en 2013. Además, en 2013, se presentó a las instituciones de educación superior y gubernamentales relacionadas con los recursos fitogenéticos, la propuesta de un programa nacional de posgrado en caracterización y el uso sustentable de recursos fitogenéticos.

### LO QUE VIENE (2016-2020)

Se continuarán los esfuerzos para la difusión de tecnología, incluyendo el fortalecimiento de capacidades nacionales en caracterización y el mejoramiento moderno de cultivos y, posiblemente, los servicios de análisis genético que brinda SAGA se ampliarán para incluir las especies vegetales de importancia nacional.



En función de la disponibilidad de presupuesto se buscará explorar nuevos caracteres de calidad para beneficio de los consumidores. Los productos que se tienen programados para los años siguientes son:



## COMENTARIOS FINALES

Las opiniones de algunos investigadores y empresarios de clase mundial respecto a MasAgro Biodiversidad (Descubriendo la Diversidad Genética de las Semillas, Seeds of Discovery o SeeD) ilustran lo que representa esta iniciativa para la investigación con recursos genéticos de maíz y trigo:

- ✓ María Esther Rivas, directora Bidasem (empresa semillera Mexicana): "Este proyecto es una herramienta que nos permitirá avanzar a un ritmo que sería imposible usando metodologías tradicionales."
- ✓ Alain Charcosset, director de Investigación de INRA (Francia) y líder del Proyecto Genómica Integrada de Maíz (Amaizing): "...su trabajo se va a convertir en la columna vertebral de los esfuerzos internacionales en este campo."
- ✓ Sidney Parentoni, director adjunto de Investigación y Desarrollo, Embrapa: "Embrapa Maíz y Sorgo esperan que esta nueva ola de investigación

encabezada por el Proyecto SeeD va a ser tan útil para los programas de mejoramiento de maíz brasileños como lo fue la primera ola de introducciones de germoplasma al país."

- ✓ Denis T. Kyetere, director ejecutivo, Fundación Africana de Tecnología Agrícola (AATF): "Este proyecto es otra gran oportunidad y la plataforma para que el CIMMYT y la AATF puedan expandir y reforzar la colaboración en mejoramiento de cultivos, dirigida hacia la seguridad alimentaria en África."

### Referencias bibliográficas

FAO (2011). The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. 308 p.

Consejo Nacional de Población.  
[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos).



Texto y fotografías:  
Gabriela Ramírez

LA CHARLA



General



Luc Dendooven, profesor investigador Nivel III del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav). Experto en el estudio de la biodiversidad del suelo.

## La AC, necesaria para tener un suelo sano

En esta ocasión hemos conversado con Luc Dendooven, profesor investigador Nivel III del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). El investigador de origen belga nos compartió su experiencia en el estudio de los suelos y su trabajo con el CIMMYT.

Luc Dendooven se doctoró en la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) y cursó el posdoctorado en la Universidad de Exeter (Reino Unido). Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y entre sus proyectos de investigación destacan:

- Actividad microbiana (Dinámicas de C y N) en suelos salino-alcálicos (Texcoco).
- Degradación de hidrocarburos en suelos.
- Aplicación de biosólidos en suelos y sus efectos en la biomasa microbiana.
- Identificación y estudio de poblaciones microbianas (*Bacteria*, *Archaea*, *Microeukaryota*) en suelos
- Identificación y cuantificación de genes que codifican enzimas en diferentes procesos del suelo (nitrificación, desnitrificación, reducción asimilatoria de N).



**Revista Enlace (AC).** ¿Cuántos años tiene viviendo en México y cuántos ha trabajado en el Cinvestav?

**Luc Dendooven (LD).** Vine de visita a México en 1994 y fue hasta 1996 que entré a trabajar al Cinvestav. Tengo ya 18 años y 7 meses trabajando ahí.

**AC.** ¿Qué puede compartirnos sobre su trabajo en el estudio de los suelos en conjunto con el CIMMYT?

**LD.** Bueno, primero quisiera decir que yo tuve una educación tradicional de la ciencia de suelos; es decir, de la dinámica de carbono-nitrógeno, no tanto físico, no tanto químico, sino biológico.

Con el CIMMYT he desarrollado diversos proyectos. La investigación original que inicié con Bram Govaerts fue la clásica sobre la dinámica carbono-nitrógeno en los diferentes agroecosistemas en Ciudad Obregón, Sonora, y en El Batán, Estado de México.



Agricultura de Conservación

Otra investigación que hicimos era ver cómo el sistema de agricultura que se utiliza, afecta a la población de microorganismos de los suelos. Eso lo llevamos a cabo en Ciudad Obregón, y en El Batán.

Luego medimos en el campo los gases de efecto invernadero en El Batán y en Ciudad Obregón.

**AC.** ¿Qué beneficios trae a los suelos la aplicación de la AC?

**LD.** La AC es benéfica, no tengo la menor duda. No rompe tu estructura del suelo y entonces es posible tener un mejor manejo de agua, mejor filtración mejor aireación.

Es necesario dejar el material orgánico, ese es el motor del suelo.

**AC.** ¿Qué pasa entonces con el suelo cuando se aplican prácticas como la quema?

**LD.** Si no se deja material orgánico –que es fundamental, por la estructura del suelo–, entonces el ecosistema del suelo no va a funcionar. Se trata de una cuestión social, muchas veces la gente tiene la costumbre de quemar, por eso es muy importante explicar que si no hay material orgánico, no hay nutrientes en el suelo.

**AC.** ¿La AC, qué problemas del suelo previene?

**LD.** El problema de la erosión. La ventaja de la AC es que si se deja el rastrojo, entonces se reduce fuertemente el problema de erosión por agua o por viento.

**AC.** ¿Con el desarrollo de la tecnología, cuál es el futuro de los estudios de los suelos?

**LD.** En la actualidad hacemos estudios de los microorganismos en los suelos. La pregunta va a ser siempre cuál es el efecto de esta población, porque el problema que tenemos es que no sabemos qué hacen.

Es una evolución. La biología molecular ayuda a explicar cosas porque antes el estudio del suelo era un gran problema, era una caja negra, y ahora empezamos a entender realmente qué pasa.

Por ejemplo, estudiamos los *actinomyetales*, que son bacilos relativamente fáciles de aislar. Tenemos buena idea de qué se trata, pero hay grupos que se llaman *rare* porque no hay muchos, aunque si tienen una función, que no sabemos cuál es.

Hay una evolución muy rápida. Conocemos los grupos grandes de microorganismos, pero hay muchísimos.

La otra evolución que veo es la computación. Esa será la clave en el futuro. Por ejemplo: fuimos a Sonora a hacer un estudio; extrajimos ADN, hicimos el metagenoma y tenemos cuatro muestras de cien millones de secuencias. Analizar eso es un trabajo inmenso, por eso estamos esperando utilizar la supercomputadora del proyecto Abacus, donde se analizará toda esa información. Ese es el futuro, porque hoy en día no tenemos problema para generar la información, pero sí para analizarla. ▶

Texto y fotografías:

Fernando Galván Castillo. Director de Innovación Tecnológica Agrícola SDAIR



Hub Bajío

## La biodiversidad en Guanajuato, una oportunidad para la fruticultura

Guanajuato es líder en producción de granada roja en México.

*La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado*, publicado por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), es un documento de diagnóstico que describe la situación actual de la diversidad biológica en la entidad, los problemas que enfrenta, y explora las posibles alternativas de solución, que han sido retomadas como base para el planteamiento de un documento de planeación y política pública estatal: la Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Guanajuato (ECUSBEG).

Este documento, en congruencia con el Plan Estatal de Desarrollo de Guanajuato 2012-2018, se constituye como el instrumento marco para la realización de actividades para detener el deterioro y la pérdida de la biodiversidad de Guanajuato, mediante la toma de decisiones informadas y con base



en las necesidades y prioridades identificadas de manera participativa, en un proceso que consideró a una gran variedad de actores sociales involucrados en el tema de la biodiversidad.

Acercas de la situación de la biodiversidad en Guanajuato, es importante destacar que el estado cuenta con condiciones físicas privilegiadas, como su localización, relieve y clima. Además, cuenta con una vasta diversidad biológica e importantes recursos como minerales, ríos, acuíferos y suelos. Sin

embargo, el desarrollo económico y el acelerado crecimiento poblacional mantienen a la entidad en graves condiciones de daño ambiental.

En este sentido, uno de los retos que enfrenta Guanajuato consiste en detener y revertir los procesos históricos de deterioro con el fin de asegurar la conservación de su biodiversidad. De aquí la importancia de contar con una estrategia que contribuya a incrementar el conocimiento sobre la diversidad biológica estatal, mejorar su estado de conservación y mostrar alternativas de uso y aprovechamiento sustentable.

Guanajuato tiene una posición geográfica y una orografía que le crean condiciones ambientales muy variables, desde regiones con clima semitropical, hasta áreas semiáridas y áreas en el altiplano con características buenas para la agricultura. Esto le ha permitido prosperar en cantidad de especies, tanto agrícolas como pecuarias, flora y fauna silvestre. Lo más importante para el estado es aprovechar esa biodiversidad.

*Aguacate, cultivo apto para el sureste de Guanajuato.*



Otro de los retos que enfrentamos es explorar y empezar a buscar cómo aprovechar los productos que no son tan comunes o tradicionales, pero que pudieran abrir oportunidades en mercados emergentes.

Con los problemas que hay en la actualidad, como los precios internacionales de los granos que son el cultivo que se siembra en la mayor superficie en el estado, se ha tenido que considerar otras opciones y producir, por ejemplo, frutas exóticas para mercados muy especiales o productos que están teniendo demanda actualmente por su importancia en cuestiones de salud o nutrición.

Desde el punto de vista de la biodiversidad, es necesario aprovecharla y usarla como una herramienta para mejorar los patrones de cultivo y los procesos productivos en el estado.

#### **APROVECHAR LA BIODIVERSIDAD EN EL CAMPO**

¿Cómo hacer para que los productores aprovechen la biodiversidad que hay en el estado para mejorar el rendimiento de sus cultivos o cambiar a otros cultivos que les sean convenientes?

Desde la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del Gobierno de Guanajuato, (SDAYR), lo que se trata de hacer es atraer a las empresas que demandan nuevos productos, acercarlos con los productores, y empezar a hacer programas o procesos que permitan valorar la factibilidad de su producción.

Estamos haciendo un esfuerzo muy fuerte en frutales. Por ejemplo, aunque ya sabemos que se da el aguacate y el nogal, realmente las áreas donde

se siembran son muy reducidas, ahí vemos un área de oportunidad para ampliar la superficie en ambos casos.

Un ejemplo también es la granada. Es un cultivo tradicional en Guanajuato, pero la superficie está concentrada en una cierta parte del estado; sin embargo, con la certificación de los huertos, hemos tenido la posibilidad de ampliar los mercados de este producto.

En el sector agrícola existen otras opciones, como el girasol, y ahí tenemos la oportunidad de posicionarnos en otro mercado.

Es así como la biodiversidad en Guanajuato nos permite diversificar la producción y entrar a nuevos mercados. De esta manera será posible conservarla y llevar a diferentes partes de México y el mundo productos, a la vez que se podrán mejorar los ingresos y el nivel de vida de las y los agricultores y combatir los efectos del cambio climático. ▶





# Capacita Tlaxcala a productores en el uso de métodos de almacenamiento

- Entre 70 y 80 por ciento de las personas adopta las nuevas tecnologías al conocerlas.
- El grano para evitar plagas debe estar limpio, seco y fresco.

El gobierno de Mariano González Zarur mantiene el compromiso de trabajar con los grupos organizados y acercar a los campesinos la asistencia técnica para hacer más eficiente su trabajo (tanto en campo como en el hogar). Es por ello que, con la finalidad de impulsar nuevas prácticas entre los productores, la Secretaría de Fomento Agropecuario (Sefoa), en coordinación con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), ha realizado diversos talleres de almacenamiento de granos como apoyo en el tema de poscosecha.

Luis Gerardo Ramírez Martínez, técnico certificado en CIMMYT, quien ha sido el encargado de impartir los cursos, apuntó que con la finalidad de que los participantes aclaren de manera detallada sus dudas, los talleres se han dividido en dos momentos: “una parte teórica, en donde los productores tienen la oportunidad de



Talleres de almacenamiento de granos.



Almacenamiento de frijol.

manifestar y resolver sus dudas (en lo relacionado con la forma correcta de almacenar granos), y otra en la que se realizan demostraciones”.

De manera reciente se realizó en el municipio de Coaxomulco un curso de poscosecha, cuando el ciclo de producción de frijol en espaldera (o frijol enredador) llegó a su fin.

fiesto que si no se cuida el frijol de manera adecuada, se puede perder hasta 30 por ciento, debido a que se agorjoja o porque le caen plagas en el almacenamiento. La producción piloto de frijol en espaldera arrojó los siguientes datos: en una parcela de 400 metros cuadrados se cosecharon aproximadamente 200 kilogramos; en 500 metros cuadrados se obtuvieron 280 kilogramos y en 200 metros fue posible obtener 70 kilogramos de ayocote.

A nivel de experimentación se establecieron seis módulos (dos de cada tipo de semilla) con tres variedades: ayocote, mantequilla y criollo rojo. El propósito de AU en zonas urbanas y periurbanas es la producción para auto-

Agricultura Urbana (AU) promueve la producción de alimentos en pequeños espacios, por lo que con esta primicia se probó una iniciativa productiva de frijol en espaldera que no estaba siendo utilizada en la zona y que en regiones como el valle de Puebla ha dado buenos resultados.

El ciclo de producción debía tener un buen cierre y qué mejor que con este curso para evitar que el producto se dañe o se eche a perder. Existen datos que dejan de mani-

consumo, pero el excedente que se obtiene se puede cambiar o vender por otros productos con la finalidad de propiciar entre los participantes el trueque y la solidaridad.

“El estado que produce más frijol a nivel nacional es Zacatecas, con 800 kilogramos por hectárea en frijol de mata, nosotros con los datos que ustedes nos han dado estaríamos produciendo en promedio de tres a tres y media toneladas por hectárea con esta manera de sembrar”, dijo durante su participación el ingeniero Fernando Hernández Argüelles, asesor del programa. Tlaxcala inició con ensayos de este tipo de producción en 2014, ya que el frijol, al igual que el maíz, constituye uno de los elementos básicos en la alimentación de los mexicanos.

Los productores que asistieron al curso de poscosecha manifestaron su interés por conocer la forma correcta de almacenamiento, “este método



requiere de mucho esfuerzo, por ello hay que meterle ganas y, sobre todo, tiempo para poder alcanzar los resultados deseados”, manifestaron.

Cabe señalar que los 50 módulos que participarán en este cuarto ciclo de AU estarán tecnificados, es decir, se instalarán con tuberías, malla antigranizo, así como con productos para prevenir enfermedades y plagas.

Durante su participación, Gerardo Ramírez indicó que el tema de fauna nociva es un problema antiguo, por lo que a lo largo del tiempo, los productores, de acuerdo con su cultura, han buscado métodos para atacarla. En este sentido destacan la cal, la ceniza y algunas plantas como hoja santa, epazote, eucalipto, canela y clavo de olor utilizados como repelentes. Sin embargo, con el paso del tiempo ha disminuido su aplicación porque la gente ha cambiado sus costumbres, además de que el comportamiento de las plagas, aunado al cambio climático, ha ido modificándose. Los roedores, el picudo y la palomilla conforman las plagas que con mayor frecuencia atacan los granos.

Ramírez Martínez apuntó durante el curso de poscosecha de maíz, llevado a cabo en la localidad de San Francisco Atexcatzingo, municipio de Tetla de la Solidaridad, que



Productores verifican beneficios de un buen almacenamiento.

de acuerdo con su experiencia, lo que más les llama la atención a los productores –una vez que los silos y los costales se abren– es el peso y la presencia de plagas. “Lo que hacemos es pasarlo por una criba y con una lona abajo observamos si hay gorgojos vivos o muertos, eso es lo que al productor lo convence rápidamente. Muchas veces lo que sucede es que se detienen al momento de comprar las nuevas tecnologías porque nos ha faltado vincularlos con las ventanillas adecuadas. El precio aproximado de los silos de una tonelada con la más alta calidad se encuentra aproximadamente entre los 1,800 y los 1,600 pesos”.

Es importante destacar que el grano, antes de ser almacenado, debe estar limpio, por lo que es recomendable soplarlo y quitarle los residuos de olote o paja, ya que aunque la materia orgánica aparentemente esté seca, cuando existe humedad, el ambiente actúa como una esponja, por lo que la absorbe y poco a poco se va pasando al grano.

La productora Mireya Olivares Luna, quien participó en el curso de poscosecha de maíz realizado en el municipio, comentó que la plaga que ataca de forma constante son los roedores. “Considero que estos cursos son muy útiles, ya que nos proporcionan lo que perseguimos: la conservación de las semillas”, manifestó.

Por su parte, Gloria Olivares apuntó que: “desconocía totalmente esta tecnología y cuando vi el silo, lo primero que se me vino a la mente fue la olla para hacer tamales. Yo almaceno el grano como normalmente solemos hacerlo la mayoría: en costales y estibado”.

En el curso de poscosecha se dejaron dos silos y dos costales como muestra, los cuales se abrieron en enero. Aunado a esto se dejó un testigo como referente para que, al destaparlo, la gente pudiera observar las diferencias. Tanto en los silos como en los costales, el maíz se conservó de buen color y guardó una humedad adecuada. Además no hubo pérdidas en cuestión de peso. Al respecto, los productores presentes manifestaron que al seguir esa forma de almacenamiento,

su bolsillo se verá beneficiado, ya que el maíz conservó su color, a diferencia del testigo, que se veía viejo.

Además del color y la humedad, el productor no encontró gorgojo. Por el contrario, las plagas con las que el maíz contaba al momento de almacenarlo murieron. Cabe mencionar que en el cuarto que se ocupó para realizar el almacenamiento de silos y bolsas, junto con el testigo se dejó una bolsa que, a causa de las plagas, estaba hecha polvo. Lo anterior sirvió para que los productores presentes se convencieran de que los métodos utilizados sin el uso de químicos permiten conservar los granos limpios y frescos.



“Impartir este tipo de cursos requiere que todos los técnicos que pertenecen al desarrollo rural compartan el mismo lenguaje, ya que una buena tecnología aplicada con un deficiente lenguaje técnico puede no tener los resultados esperados”, comentó Luis Gerardo Ramírez Martínez, quien apuntó que el promedio de gente que opta por el cambio después de comprobar el beneficio de las tecnologías está calculado entre 70 y 80 por ciento.





Almacenaje de frijol en silos metálicos y costales.

Es de esta manera que el Gobierno de Tlaxcala reafirma su compromiso con el productor al permitirle, a través de la asistencia técnica, mejorar y reemplazar viejas prácticas para darles paso a nuevos conocimientos, tal como E. F. Schumacher enunció: “dar al hombre la posibilidad de utilizar y desarrollar sus facultades”.

## Nuevos mercados para la producción de cebada en el estado de Hidalgo

El estado de Hidalgo tiene una superficie de 110 mil hectáreas destinadas a la producción de cebada, catalogadas en tres regiones que son de alta, mediana y baja productividad. De ellas se obtiene el rendimiento promedio estatal de 2.1 t/ha, con costos de cultivo promedio de 6 mil pesos por hectárea. Esto es a pesar de que muchos productores no pueden acceder a un canal de comercialización establecido.

Con estos datos y tomando en cuenta la importancia del cultivo de cebada en el estado, podemos señalar que existen los canales de

comercialización de la cebada, pero es necesario que se realicen trabajos de investigación de manera regional para poder contar con información detallada al respecto.

Además de que la cebada se utiliza en la producción de malta, también está relacionada con los alimentos naturales y saludables. En la medida en que los consumidores se preocupan más por adquirir alimentos con beneficios para la salud, se ha encontrado que la cebada es de fácil acceso y de bajo costo, y su incorporación en la dieta humana está cada vez más sustentada como fuente primordial alimentaria. La cebada es muy buena fuente de inositol, sustancia considerada durante mucho tiempo como vitamina del grupo B. El inositol evita la rigidez de los capilares, es tónico cardíaco, regula el colesterol y evita la acumulación de grasa en el hígado. También la cebada posee vitaminas del grupo B, ácido fólico, colina y vitamina K. En cuanto a los minerales, la cebada es buena fuente de potasio, magnesio y fósforo, pero su mayor virtud es la riqueza en oligoelementos: hierro, azufre, cobre, cinc, manganeso, cromo, selenio, yodo y molibdeno. Esto la convierte en un alimento ideal para estados carenciales y para el proceso



de crecimiento. Además, tiene mucha fibra (17%) y sobre todo fibra soluble (beta glucanos). Esta fibra retarda el índice de absorción de la glucosa y reduce la absorción de colesterol. La cebada posee otras sustancias benéficas, como los lignanos y antioxidantes.

La cebada para el consumo humano ha sido ampliamente investigada en países de oriente, donde es utilizada como sustituto del arroz o como un componente sustitutivo del trigo para la elaboración de panes y fideos. Al sustituir la harina de trigo por la de cebada adecuada de 20 a 30 por ciento, se obtienen niveles aceptables en las características de productos de panificación. Esto nos muestra la bibliografía.

El trabajo de elaborar las mezclas de harinas de cebada de las variedades que se producen en el Altiplano, así como de las mezclas de cebada con triticale, y harina de trigo comercial para someterlas a pruebas reológicas, tiene como objetivo evaluar las características de extensibilidad de las masas de harina concentrada, con los cultivos de cebada y triticale. De los resultados se podrá obtener la concentración de harina de cebada para la elaboración de productos de panificación que cumplan con las características requeridas por la industria para incursionar en un nuevo mercado para la producción de cebada en el estado de Hidalgo.

Con el fin de que los trabajos de investigación se realicen de la mejor manera, el Sistema Producto Cebada, en el área de investigación y desarrollo del despacho de Servicios Técnicos Agropecuarios de los Llanos de Apan (Zoofitec), se dio a la tarea de realizar una sinergia con la especialista del Cuerpo Académico de Alimentos de Origen Vegetal del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, la

profesora investigadora, la doctora Norma Güemes Vera, a quien se le proporcionaron muestras de cebada y triticale originadas durante el ciclo Primavera Verano 2014, producidos bajo condiciones de temporal y sin ningún tratamiento de la semilla y/o grano. El cultivo recibió una dosis de fertilización a la siembra de 50 unidades de Nitrógeno, únicamente bajo el sistema de producción en surcos y, en el caso del triticale, bajo condiciones de agricultura de conservación, donde se manejaron 58 unidades de Nitrógeno a la siembra.

Güemes Vera realizó sus trabajos de investigación primero con la obtención de la harina de las semillas producidas en las zonas cebaderas del estado de Hidalgo, para posteriormente realizar las mezclas de harina de cebada y triticale. Una vez que se obtuvieron las muestras se llevó a cabo la prueba de extensibilidad, lo cual se refiere a la capacidad que tiene



la masa para ser extendida o estirada sin romperse. Esta es una característica que depende del gluten y es de suma importancia para los productos de panificación. La prueba se llevó a cabo bajo la siguiente metodología:

- ✓ Se empleó un aditamento SMS/ Kieffer para la medición de extensibilidad, adecuado a un equipo analizador de textura. Esto permite conocer el grado de extensibilidad de masas para determinar cuál es la mejor mezcla de harinas para elaboración de productos de panificación.
- ✓ La muestra de cada tratamiento fue situada en el accesorio, se extendió la masa en un molde, con una pequeña cantidad de aceite para evitar la adherencia de la muestra al instrumento.



Analizador de textura TA-HDI



- ✓ Se presionó y se dejó reposar por 30 minutos para la formación y compactación de la bandas de masa. Posteriormente se retiraron las bandas de masa con una espátula, cuidando que no se fracturara la muestra y evitando extenderlas.
- ✓ Se colocaron las tiras en el texturómetro y se comenzó la operación de extensibilidad.
- ✓ Una vez que el gancho agarró la masa de harina, se inició la extensión hasta que la masa alcanzó su límite elástico (fuerza máxima).

“El resultado de estas pruebas de extensibilidad nos hará saber cuál es la concentración idónea para la elaboración de productos de panificación y eso permitirá tener un nuevo mercado para la producción de cebada en el estado de Hidalgo, con base en la investigación realizada en los laboratorios, con conocimientos científicos y tomando en cuenta a los productores. Se tendrá entonces un desarrollo potencial de la producción agrícola con el nuevo mercado que se requiere en los productos de panificación, por ejemplo”, señaló la doctora Güemes Vera.

Esto es sumamente favorable para el desarrollo de la red cebada debido a que se diversificarán los mercados que actualmente se tienen, y que en conjunto con los productores, investigadores y principales actores, se verá reflejado en la detonación de la economía de las zonas cebaderas del estado.

De igual manera, el departamento de desarrollo e investigación de Zoofitec ha realizado trabajos en coordinación con instituciones educativas, investigadores y demás colaboradores en los aspectos de producción, transformación y sector agroindustrial en la red cebada, con el único fin de brindarles a los productores una adecuada transferencia de tecnología con bases científicas y sin dejar de considerar su experiencia. ▶





## Realizan demostración de semillas mejoradas de maíz VS-536 en San Luis Potosí

Texto y fotografías:  
Ruben del Ángel Rodríguez.  
Técnico del Pimaf 2014.



Evento demostrativo en Las Mesas, Coxcatlán, San Luis Potosí.

Al respecto, el presidente municipal Raúl González Vega habló sobre los beneficios del programa MasAgro, que como en este caso, proveen a los productores de tecnologías que redundan en beneficio de los productores potosinos. La productora cooperante fue la señora Elvia Sánchez Hernández, y este módulo demostrativo quedó registrado con el nombre de "Las Mesas". Está integrado por siete productores, cinco de la comunidad de Las Mesas y dos de Xocooyo.

En la comunidad de Las Mesas, municipio de Coxcatlán, San Luis Potosí, se llevó a cabo una demostración de cosecha, donde se aplicaron tecnologías MasAgro y se utilizaron biofertilizantes y semillas mejoradas de maíz VS-536 bajo condiciones de temporal.

A la demostración asistieron varios productores y autoridades de la comunidad como Raúl González Vega, presidente municipal de Coxcatlán; Rosalío Medina Hernández, director de Desarrollo Rural del municipio, y nuestro anfitrión, Manuel Demetrio Morín Pérez, jefe del Cader 01 de Tancahuitz de Santos, San Luis Potosí y coordinador del Pimaf 2014 en la Huasteca Potosina.

Durante la demostración, los asistentes constataron que en la parcela se sembró una hectárea de semilla VS-536 con excelentes resultados productivos y media hectárea más de maíz criollo raza tuxpeño amarillo, que fue el testigo.



En rojo, municipio de Coxcatlán, San Luis Potosí.

Texto y fotografías:  
Rachael Cox. CIMMYT



A conocer y conservar la biodiversidad de la **milpa guatemalteca**





La producción de maíz para muchos agricultores y agricultoras de la región se basa en la siembra en milpa, frijol, otras leguminosas, cucurbitacias, árboles frutales, plantas nativas y más<sup>1</sup> (foto 3 y 4).

Los campesinos y las campesinas son reconocidos en todo el mundo por el trabajo de conservación *in situ* de la biodiversidad de cultivos y plantas que se requieren para garantizar la seguridad alimentaria a nivel internacional<sup>2</sup>.

Guatemala es conocido por ser un centro de biodiversidad de maíz. Según los científicos Manglesdorf y Cameroon, "en un área de la mitad del tamaño del estado de Iowa, en Estados Unidos, hay más tipos de maíz de los que se encuentran en todo los Estados Unidos"<sup>3</sup>, y se considera que Guatemala es un centro de varianza alta de maíz<sup>4</sup> (foto 5).

A pesar de su importancia, la biodiversidad en Guatemala, se está perdiendo<sup>5</sup>. La resiliencia de los agricultores y agricultoras depende de la diversidad de sus



Al caminar por las montañas de los altiplanos del occidente de Guatemala, es posible encontrar una gran riqueza de plantas, cultivos, animales, idiomas, vestidos tradicionales y comidas (foto 1).

El altiplano de Guatemala, conocido como un segundo centro de diversidad de maíz, también cuenta con una gran biodiversidad de cultivos, plantas nativas, y animales (foto 2).

sistemas, de sus perspectivas económicas al tener acceso a diferentes mercados; ecológicas, por tener distintos cultivos en diferentes momentos del año; de cambio climático, por tener opciones de seguridad alimentaria cuando se enfrentan a las vulnerabilidades del clima en sus sistemas.

En el proyecto Buena Milpa reconocemos la importancia de la biodiversidad de plantas nativas, maíces



nativos y otras especies de la milpa. También reconocemos que los agricultores no solo tienen cultivos, sino que operan en sistemas de fincas. Por eso, se incluye y se destaca la importancia de la diversidad al nivel de finca (fotos 6 y 7).

Los animales juegan un rol clave en los ciclos agroecológicos del reciclaje de material orgánico y nutrición para plantas y animales. Las gallinas y las ovejas, en particular, ofrecen acceso a proteína y producto que puede contribuir a la economía de la familia.

El investigador José Vázquez, de ICTA, está trabajando en conjunto con la organización SerJus, en Quetzaltenango, Guatemala, para mejorar, por medio de maneras participativas, las gallinas criollas de productores promotores de diferentes comunidades. Se trata de mantener la diversidad de gallinas criollas pero, a la vez, seleccionar y mejorar las que juegan un rol importante en asegurar el consumo de proteína en la dieta de las familias.

En campo, el uso de la biodiversidad local se aprovecha para diferentes métodos de conservación del suelo. Se usa una variedad de pastos, árboles, y otras plantas para asegurar la conservación de suelos y de la parcela. La estrategia de multipropósito es popular con los agricultores, porque sus esfuerzos de conservación sirven también para un cultivo de alimentación humana o animal (foto 8).

Aprodefi, AgExport The Nature Conservancy, Asocuch, entre otros, son socios importantes en el proyecto Buena Milpa; están trabajando en probar diferentes cultivos de barreras vivas para





entender los diferentes beneficios para la conservación y para alcanzar la meta de cultivos multipropósito.

En Guatemala hay una historia importante de organizaciones locales que trabajan en la conservación de maíces nativos y otras plantas nativas. Un actor importante en este esfuerzo es Asocuch y el doctor Mario Fuentes. Se trabaja en bancos de semilla comunitarios, en fortalecer capacidades institucionales de organizaciones locales y en iniciar procesos de mejoramiento participativo con agricultores. Con los años de éxito que tienen en este esfuerzo, el proyecto Buena Milpa trabajará en conjunto para expandir sus metodologías, intercambiar experiencias y éxitos con otras comunidades del altiplano.

El proyecto Buena Milpa tiene contemplado trabajar en la construcción de bancos de semillas comunitarios, en conjunto con organizaciones locales y otros socios de Feed the Future Guatemala. Esos bancos formarán la base para la conservación de la biodiversidad y para trabajos de mejoramiento participativo (foto 9).

El CIMMYT, con sus científicos expertos en conservación de biodiversidad, en mejoramiento participativo, en conservación de suelos y en diversificación de fincas, está dedicado a respetar la cultura y la importancia del maíz y contribuir mediante el proyecto Buena Milpa a la conservación de dichos maíces y otras plantas importantes en la milpa.

Agradecemos la oportunidad de vincularnos y trabajar en conjunto con socios locales para poder asegurar que la biodiversidad de milpas guatemaltecas se conserve y se mejore.▶

#### Referencias



1 <http://goo.gl/MgmJ46>



2 <http://goo.gl/jdLLfZ>



3 <http://goo.gl/Ud1jox>



4 <http://goo.gl/uB9Hk8>



5 <http://goo.gl/ydgYnO>

# TIPS TÉCNICOS



Texto: Luis Gerardo Ramírez Martínez, María Martha Reyes Zavala. CIMMYT-MasAgro.  
Fotografías: Unidad de Poscosecha, CIMMYT-MasAgro.

## Tips poscosecha ¿Y tú qué alternativas de almacenamiento utilizas para conservar tus granos?



En la agricultura convencional y de conservación, el agricultor ha llevado su sistema de poscosecha de granos básicos conforme las prácticas tradicionales o convencionales que ha utilizado a lo largo del tiempo. Este sistema inicia desde el campo, con la cosecha, pasando por el almacenamiento y, en algunos casos, hasta la venta o la comercialización.

Algunos parámetros de importancia que se deben considerar en el sistema de poscosecha son los siguientes:





Los aspectos anteriores ayudan a mantener un grano en buenas condiciones, pero para ello también es importante tener alternativas de almacenamiento sustentables, que pueden ser de utilidad a aquellos agricultores que no tienen recursos para poder adquirir implementos costosos.

¿Y cuáles pueden ser esas alternativas? Aquí compartimos algunos *tips* básicos que se han generado y evaluado directamente y con la participación de agricultores en diversos estados de la República Mexicana en el manejo de tecnologías herméticas para la conservación de granos y semillas:

## TECNOLOGÍAS HERMÉTICAS

### Uso de silos metálicos herméticos

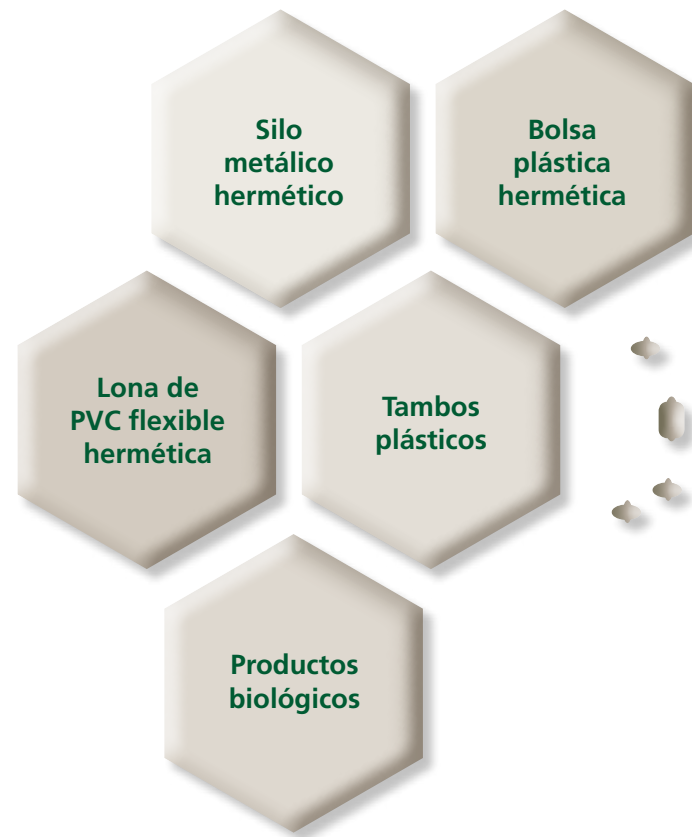
Si tienes un silo metálico hermético, antes de llenarlo con grano debes tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ➡ Según sea la manera tradicional de asolear el grano de maíz ("amonado" en mazorca desnuda, mazorca con totomoxtle o desgranado expuesto al sol

*Es importante que los productores tengan alternativas de almacenamiento sustentables.*



Tecnologías herméticas



intenso para que quede completamente seco), recuerda que la humedad debe estar a 12% o menos. En nuestra edición número 22 (páginas 57-58) aparecen los pasos para poder determinar la humedad en el grano con el método del frasco de vidrio.

- ➡ Ubica un espacio adecuado y fresco donde no le dé directamente el sol, además de estar protegido de la lluvia.
- ➡ Coloca el silo sobre una base o tarima a una altura de 40 centímetros aproximadamente para facilitar la extracción del grano (si el material utilizado es de madera, esta altura se logra encimando de tres a cuatro tarimas). Esto evita también que el silo metálico esté en contacto con la humedad y la temperatura del suelo. Es importante tener el espacio adecuado entre el techo y la parte superior del silo (cúpula), entre 0.5 y 1 metro mínimo, para poder llenarlo y hacer la maniobra de colocación de la veladora y cierre, además de que ese espacio ayudará a que el techo no transmita calor hacia el silo.



Silos metálicos herméticos.

- ➡ Si el silo metálico hermético presenta en su interior humedad en forma de gotas de agua pegadas en las paredes y se dificulta poder limpiar con un trapo seco, es recomendable colocarlo al sol del mediodía y quitar los tapones superior e infe-

rior para permitir la evaporación y ventilación, y con ello asegurar el secado óptimo.

- ➡ Al ir llenando el silo metálico, es importante estar apisonando o acomodando el grano con un palo de madera para disminuir espacios entre granos y, con ello, reducir espacios de aire.
- ➡ Utiliza cinta teflón o cinta selladora de PTFE (de preferencia de 12.7 milímetros 0.5 pulgada de ancho) y empaques de hule (de 10 centímetros o 4 pulgadas de diámetro) en cada tapón roscado del silo metálico (inferior y superior) para mejorar el cierre y la hermeticidad, esto ayuda también a no apretar de más el cierre y, con ello, evitar el barrido y/o el daño en la cuerda del tapón.
- ➡ Coloca de cuatro a seis vueltas de cinta teflón o cinta selladora de PTFE por cada tapón roscable, en el sentido de las manecillas del reloj, con el fin de evitar el regreso y la acumulación de la cinta al momento de intentar cerrar el tapón.
- ➡ Conserva el grano en el silo metálico hermético por un tiempo mínimo de tres meses sin abrir para eliminar el oxígeno en su interior (la disminución del oxígeno se logra por efecto de la respiración del grano o la semilla y de los insectos vivos presentes); pasado ese lapso, ábrelo de preferencia una vez a la semana para extraer el grano que requieras.
- ➡ Es importante que cuando el silo esté por vaciarse casi por completo (cuando quede aproximadamente un tercio), se extraiga todo el contenido para evitar que se presente algún problema por hongos a causa de la acumulación de humedad relativa del ambiente.
- ➡ Evita la oxidación de la lámina metálica del silo para mejorar su durabilidad; esto se logra evitando colocar cerca sustancias corrosivas, como costales de fertilizante o cemento.
- ➡ No hagas movimientos bruscos al momento de extraer el grano que ocupes para no dañar el fondo del silo y evitar que se desuelde.
- ➡ Por último, cuando el silo ya no contenga grano, límpialo para no dejar rastros o polvillo, ya que pueden quedarse huevecillos de insectos o esporas de hongos, lo que provocará contaminación al nuevo grano que se instale.



### Uso de bolsas plásticas herméticas

La bolsa hermética actúa como barrera contra la humedad y los gases, las propiedades únicas del plástico multilaminado utilizado en la fabricación de este tipo de bolsa permiten una inmejorable protección contra el ingreso de vapor de agua, lo que favorece y preserva altas concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y bajos niveles de oxígeno (O<sub>2</sub>) creados por el metabolismo de los insectos y la respiración de la semilla o el grano almacenados.

incluso de yute como protección y reforzamiento, para evitar su deterioro.

- ➡ Utiliza costales de polipropileno nuevos para disminuir la probabilidad de ataque por roedores, al no tener olor del producto anterior. De no ser posible, hiérve los costales y sécalos al sol.
- ➡ Antes de iniciar el llenado de la bolsa con grano, se debe esquinar bien la bolsa de plástico, adecuándola al tamaño del costal, esto ayudará a que



Bolsas plásticas herméticas.

Al utilizar una bolsa hermética se debe tener las siguientes consideraciones:

- ➡ Almacénala en un espacio adecuado y fresco donde no le lleguen directamente los rayos del sol; de lo contrario, el grano se puede calentar y provocar sudor, que se acumula en forma de gotas de agua adheridas a las paredes internas del plástico, lo que favorece las condiciones para la presencia de otros microorganismos, como hongos, además de deteriorar o quemar el costal de polipropileno.
- ➡ Las bolsas herméticas con grano deben estar protegidas de la lluvia.
- ➡ Colócalas sobre una base o tarima; ten cuidado con los clavos o las astillas que puedan tener las tarimas de madera, ya que pueden provocar daño en la bolsa y perforarla, lo que rompe su hermetismo y efectividad.
- ➡ Coloca la bolsa plástica dentro de un costal de polipropileno (que comúnmente se usa en el envasado de harina, azúcar o salvado de trigo) o

cuando se cierre la boca de la bolsa, quede a la misma altura.

- ➡ Una manera de introducir la bolsa plástica en el costal es comparando las anchuras del costal y de la bolsa plástica y doblando el exceso de plástico de la bolsa, introduciéndola y colocarla aproximadamente de 10 a 15 kilogramos de grano y asegurarse de que las esquinas del costal se llenen adecuadamente, sin presentar dobleces que dificulten su parado y posterior estibado.
- ➡ Otra forma de introducir la bolsa de plástico en el costal es colocar primero de 10 a 15 kilogramos de grano en la bolsa plástica; el grano llenará las esquinas de la bolsa, luego se introduce en el costal; el grano tomará la forma de la bolsa y llenará las esquinas del costal para mejorar posteriormente su llenado.
- ➡ Al ir llenado el costal con la bolsa plástica con grano, es importante que acomodes el grano sujetando solo el costal, haz pequeños levantamientos y déjalo caer, esto ayudará a disminuir espacios de aire entre los granos.

- ➡ El cierre de la bolsa plástica inicia formando un abanico desde la parte media de la bolsa, comenzando a hacer dobleces o tableado del centro a la derecha y del centro a la izquierda; el abanico ayuda a que se formen líneas o canaletas, que ayudarán a sacar el aire y moldear el plástico. Al retorcerlo de la parte baja hacia arriba, se irá formando un cordón de plástico, y se irá succionando el aire que se concentra dentro de la bolsa.
- ➡ Cuando se haya extraído la mayor parte del aire y se haya terminado de retorcer el plástico, comienza a realizar los amarres. Las líneas o canaletas son los sitios donde comúnmente se acumulan los insectos en su intento por salir, y por la falta de oxígeno, morirán.
- ➡ Haz dos amarres, uno en la parte inferior y otro en la parte superior del cordón de plástico enrollado o retorcido. Utiliza un amarre fácil de hacer y de desatar para evitar usar navaja o cuchillo que pueda cortar o perforar la bolsa plástica.
- ➡ Para evitar daños en el área donde se ubican los amarres, envuelve con un pedazo de cámara de llanta de bicicleta o neumático para luego realizar el amarre con el uso de rafia, ixtle o el material que comúnmente utilices.

### Uso de lonas flexibles herméticas

Se trata de una tecnología hermética para almacenamiento desarrollada con plástico pvc, con barreras contra los gases y cierres herméticos sencillos; enfocada al diseño de equipos simples y prácticos que soportan las condiciones más adversas.

- ➡ Considera que el grano tenga una humedad de 12 por ciento o menor; se puede almacenar encostado o a granel.
- ➡ Se puede almacenar de manera encostada o aquintalada diferentes granos como maíz, frijol, trigo, arroz, sorgo, entre otros.
- ➡ Coloca la malla-sombra incluida para evitar la transferencia de los rayos solares de manera directa y también para mayor durabilidad del material.
- ➡ Es importante que en la parte de abajo, antes de comenzar a llenar, se nivele para que ésta no



Lonas flexibles herméticas

tenga problemas de espacios; si es sobre tierra o pasto, coloca una base de cartón u otro material para que no se deteriore la lona.

### Uso de productos biológicos en costales de plástico y en tambos plásticos

1. **Cal micronizada:** es la cal que comúnmente se usa, pero con un proceso de refinación para que las partículas estén más pequeñas y puedan penetrar mejor en las paredes de los insectos.
2. **Granim:** es una combinación de tierras diatomeas con un porcentaje del ingrediente activo de semillas de nim en forma de polvo.

Los productos se pueden usar de la siguiente forma:

- En costales comunes que utilices de forma tradicional, de polipropileno, agrega 500 gramos de cal micronizada por 50 kilogramos de grano; mezcla homogéneamente y deja los costales en forma vertical u horizontal.
- Es importante que una vez al mes voltees el costal para que el polvo no se acumule solo en la parte baja.
- De igual forma, agrega 500 gramos de Granim a un saco de 50 kilogramos de grano.

**Nota:** Los productos biológicos vienen en forma de polvo y puedes solicitar información de ellos al doctor Ángel Lagunes Tejeda, del Colpos: [alagunes@colpos.mx](mailto:alagunes@colpos.mx).



Otras alternativas que se han validado en condiciones reales son:

### TECNOLOGÍAS HERMÉTICAS CASERAS

Si no se tiene alguna de las tecnologías anteriores, es posible usar tambos plásticos o de metal.

#### Bolsas de polipropileno estándar en tambor plástico

- En el interior de un tambor de plástico, normalmente de capacidad de 200 litros, coloca bolsas de 5 kilogramos de grano y cierra con un nudo sencillo.
- Cierra con la tapa el tambor, asegúrate de que la tapa tenga colocado el empaque en su interior; el cierre hermético puede hacerse con pedazos de cámara de llanta, a manera de ligas, y/o colocar cinta gris o de ductos alrededor, sellando por completo para evitar la salida de aire y evitando que salgan los insectos en caso de que el grano los contenga.
- Coloca el tambor sobre una base de madera para evitar la humedad del suelo.
- También es recomendable que esté en un espacio fresco donde no le lleguen los rayos del sol directamente.
- Al igual que con las demás tecnologías, la humedad del grano debe ser de 12 por ciento o menor.
- Mantén el tambor cerrado por un tiempo mínimo de uno a dos meses, con el fin de eliminar la presencia de insectos de granos almacenados.
- No es necesario colocar la pastilla (fosforo de aluminio).

#### Bolsas de polipropileno estándar aplicando cal micronizada

- Agrega y mezcla la cal micronizada a la cantidad de grano de maíz que desees proteger y almacenar.
- Usa 0.5 kilogramo de cal para 50 kilogramos de grano; en un tambor plástico caben aproximadamente 200 kilogramos de grano.

- Después de mezclar, coloca el grano en bolsas de plástico estándar de 5 kilogramos de capacidad.
- En el tambor de plástico, coloca las bolsas y cierra con un nudo sencillo.
- Cierra el tambor con la tapa y agrega cinta gris alrededor; séllala por completo para evitar la salida de aire y de insectos, en caso de que el grano los contenga.
- Coloca el tambor sobre una base (madera, tabique, piedra) para evitar la humedad del suelo.
- También se recomienda que esté en un espacio fresco donde no le lleguen los rayos del sol directamente.
- La humedad del grano debe ser de 12 por ciento o menor.
- El tambor deberá estar cerrado un tiempo mínimo de 1 a 2 meses, con el fin de eliminar la presencia de insectos plaga, si los hubiere.
- No es necesario colocar la pastilla (fosforo de aluminio).

#### Bolsas de polipropileno estándar aplicando tierras diatomeas más semilla de nim

- Agrega Granim en el grano de maíz para homogeneizar.
- Utiliza 0.5 kilogramo de cal para 50 kilogramos de grano; en un tambor caben aproximadamente 200 kilogramos de grano.
- Sigue los mismos pasos indicados en el uso de la cal micronizada.

#### Bibliografía

- Aguirre, J. A. y García L., Ma. de L. (2008). Silo hermético para almacenar granos y semillas. Su difusión a través de métodos participativos, organismos dañinos, manejo eficiente del silo. Folleto técnico 1.
- Aguirre, J. A. (2004). Silos herméticos para almacenar granos y semillas. Desplegable para productores 1.

Redacción y fotografías:  
Gabriela Ramírez

*El banco lleva el nombre de E. J. Wellhausen y R. G. Anderson, científicos que trabajaron en maíz y trigo, respectivamente.*

# Banco de semillas: el resguardo de la biodiversidad



Un banco de semillas es un sitio en el que se almacena y se resguarda una gran riqueza que permite conservar especies y que, en un desastre, incluso puede hacer posible que la humanidad vuelva a contar con alimentos para sobrevivir.

Si imaginamos que ocurre una catástrofe provocada por fenómenos naturales o conflictos sociales, o que por la producción de cierto tipo de maíz desaparecieran algunos maíces nativos, tan importantes para nuestra cultura y gastronomía, ¿cómo podríamos recuperarlos? La solución estaría en acudir al banco de germoplasma, que guarda y almacena semillas.

En el Centro de Recursos Fitogenéticos Wellhausen-Anderson, del CIMMYT, hay más de 28 mil muestras de maíz y sus ancestros (teocintle y *Tripsacum*), y más de 150 mil muestras de trigo harinero, trigo duro, sus ancestros, cebada, centeno y triticale. Se trata de la colección más grande del mundo.

A continuación presentamos imágenes del banco y su funcionamiento.



Las semillas se renuevan cada 30 o 50 años, o cuando se están agotando. Para ello, se siembra la accesión deseada y se acondicionan las semillas para almacenar semilla nueva en el banco. En la imagen se muestran semillas de maíz en la cámara de secado, donde se baja la humedad a entre 6 y 8 por ciento para que puedan conservarse por muchos años a bajas temperaturas.



En el banco se conservan recursos genéticos del teocintle, ancestro del maíz.



A la fecha hay resguardadas más de 30 mil muestras de maíz y sus ancestros.

Las muestras se conservan en dos bóvedas, una a 0 °C (Colección Activa) y una subterránea, a -18 °C (Colección Base).



Posteriormente, las semillas se limpian y se colocan en botes.

Finalmente, se entregan muestras de semillas a científicos, investigadores, empresas o productores que lo soliciten, sin costo alguno.





**Recursos genéticos del trigo**

En el banco hay aproximadamente 150 mil muestras de trigo, incluyendo trigo harinero, trigo duro y otros cultivos como la cebada, el centeno y el triticale.



El trigo se almacena en bolsas-sobres de aluminio con un contenido aproximado de 250 gramos.



Cuando llega la semilla de trigo, se limpia, se pesa y se guarda en bolsas.

Los sobres son sellados herméticamente.

# DIRECTORIO

**TELÉFONO**  
**01800 462 7247**

**Hub Sistemas Intensivos Pacífico Norte (PAC)**  
Jesús Mendoza Lugo, Gerente  
Correo electrónico: j.e.mendoza@cgiar.org  
Ana Paullette Galaviz, Asistente  
Correo electrónico: a.galaviz@cgiar.org  
Km 12 Calle Dr. Norman Borlaug  
Valle del Yaquí, Cajeme, C.P. 85000  
Ciudad Obregón, Sonora.

**Hub Cereal Grano Pequeño, Maíz y Cultivos Asociados Intermedio (INGP)**  
Edgar Renato Olmedo, Gerente  
Correo electrónico: e.olmedo@cgiar.org

**Hub Maíz y Cultivos Asociados Valles Altos (VAM)**  
Tania Alejandra Casaya Rodríguez, Gerente  
Correo electrónico: t.casaya@cgiar.org  
Estación experimental del CIMMYT  
Km. 45 carretera México - Veracruz, Col. El Batán, C.P.56130, Texcoco, Estado de México.

**Hub Cereal Grano Pequeño y Cultivos Asociados Valles Altos (VAGP)**  
Tania Alejandra Casaya Rodríguez, Gerente  
Correo electrónico: t.casaya@cgiar.org  
Estación experimental del CIMMYT  
Km. 45 carretera México - Veracruz, Col. El Batán, C.P.56130, Texcoco, Estado de México.

**Hub Maíz y Cultivos Asociados Occidente (OCC)**  
Edgar Renato Olmedo  
Correo electrónico: e.olmedo@cgiar.org

**Hub Cereal Grano Pequeño, Maíz y Cultivos Asociados Escala intermedia Bajío (BAJ)**  
Silvia Hernández Orduña, Gerente  
Correo electrónico: s.hernandez@cgiar.org  
Laura Ponce Cernas, Asistente  
Correo electrónico: l.p.cernas@cgiar.org  
Av. Camelinas 3233, interior 312, C.P. 58261, Morelia, Michoacán.

**Guanajuato**  
Guadalupe Mata García, Gerente  
Correo electrónico: m.mata@cgiar.org  
Brenda Pamela Bañales, Asistente  
Correo electrónico: b.banales@cgiar.org

**Hub Maíz y Cultivos Asociados Pacífico Centro (PCTO)**  
Matthew Thornton  
Correo electrónico: m.thornton@cgiar.org

**Hub maíz y cultivos asociados Pacífico Sur (PSUR)**  
Abel Jaime Leal González, Gerente  
Correo electrónico: a.leal@cgiar.org  
Belisario Domínguez 711, desp. 1, Col. Reforma, C.P. 68050, Oaxaca, Oaxaca.

**Hub Maíz - Frijol y Cultivos Asociados Chiapas (CHIA)**  
Jorge Octavio García, Gerente  
Correo electrónico: j.o.garcia@cgiar.org  
Ana Laura Manga, Asistente  
Correo electrónico: a.manga@cgiar.org  
4º Oriente, entre 2º y 3º Sur, Num. 42, Col. Santa Cruz, C.P. 29130 Berriozabal, Chiapas.

**Hub Maíz y Cultivos Asociados Península de Yucatán (YUC)**  
Adriana Orozco Meyer, Gerente  
Correo electrónico: a.orozco@cgiar.org

## DIVULGACIÓN

Esta revista se construye con las aportaciones de todos aquellos que participan en la agricultura sustentable. Te invitamos a que colabores y nos escribas:  
cimmyt-contactoac@cgiar.org





*Esta revista es un material de divulgación del CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, que se realiza en el marco de la Estrategia de Intensificación Sustentable en América Latina. La estrategia recibe el apoyo del Gobierno Federal de México a través de la Sagarpa, el Gobierno del Estado de Guanajuato a través de la SDAYR, Syngenta, Kellogg's, USAID, la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (giz) y de los programas de investigación del CGIAR Maíz (CRP Maize), Trigo (CRP Wheat) y Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS). El CIMMYT es un organismo internacional, sin fines de lucro, sin afiliación política ni religiosa que se dedica a la investigación científica y a la capacitación sobre los sistemas de producción de dos cultivos alimentarios básicos.*